

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)

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Управление пожарной безопасностью
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Проведение работ по повышению противопожарной защиты
промышленных объектов

Обучающийся

Лоншаков А.А.

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель
Консультант

к.т.н., доцент А.Б. Стешенко

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

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2024

Содержание

Введение	3
Термины и определения.....	11
Перечень сокращений и обозначений.....	12
1 Современные организационные и технические проблемы, препятствующие обеспечению противопожарной защиты промышленных объектов	13
1.1 Анализ методов и средств обеспечения противопожарной защиты промышленных объектов.....	13
1.2 Определение организационных и технических проблем, препятствующих обеспечению противопожарной защиты промышленных объектов	22
2 Разработка методов и средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов.....	28
2.1 Разработка методологии повышения противопожарной защиты промышленных объектов, обеспечивающей исключение организационных и технических ограничений	28
2.2 Разработка технических средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов на примере ООО «Южно-сибирская строительная компания»	33
3 Апробация и анализ технико-экономической эффективности предлагаемых решений по повышению противопожарной защиты промышленных объектов	52
3.1 Апробация методологии и технических средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов на примере предприятий машиностроительной отрасли	52
3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов и средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов	56
Заключение	67
Список используемой литературы и используемых источников	69

Введение

Актуальность темы исследования. «Пожар – вышедшей из-под контроля огонь, который может причинить вред здоровью и жизни людей, ущерб имуществу, общественным и государственным интересам. Протекание и последствия пожара зависят от условий его развития, пожарной опасности объекта, величины удельной пожарной нагрузки, имеющихся систем предотвращения пожара. Когда пожары возникают в местах массового скопления людей, возникает риск гибели или травмирования людей, причем число жертв часто выходит за рамки одного человека» [4].

Промышленный объект – совокупность имущества, используемая в промышленной деятельности для ее осуществления. Это может быть предприятие, цех, участок, агрегат и другие подразделения, используемые для осуществления производственных действий.

В любом направлении деятельности человека присутствуют промышленные объекты. Их все можно классифицировать в соответствии с назначением:

- металлургические заводы;
- комбинаты деревообработки и мебельные фабрики;
- производства целлюлозно-бумажного профиля;
- стекольные фабрики;
- текстильные предприятия;
- машиностроительные заводы;
- комбинаты по производству строительных материалов.

Все промышленные объекты также делятся на два вида:

- временные сооружения;
- постоянные объекты.

Временные промышленные объекты возводятся для разных предназначений. В большинстве случаев их строительство осуществляется

масштабно, такие здания сдаются в аренду, а значит, они должны быть применимы для любого предназначения.

Постоянные объекты строят предприятия, для осуществления своей деятельности, для хранения или эксплуатации оборудования, а также для обеспечения людей жильем и социально-культурными объектами. На данный момент, промышленные здания можно встретить везде: в крупных городах и в деревнях, в поселках и на различных жилых местностях. Ведь даже линии электропередач – это тоже своего рода строительные объекты, которые требуют таких же масштабных строительных работ.

Опасные промышленные объекты — предприятия, на которых при деятельности присутствует высокий риск чрезвычайной ситуации. Обычно такие промышленные объекты применяют в своей деятельности взрыво- и пожароопасные вещества. Среди наиболее ярких представителей данной категории промышленных объектов можно назвать:

- производство, хранение, транспортировка и утилизация вредных веществ;
- производство на оборудовании под высоким давлением;
- погрузка и разгрузка грузов;
- производство и обработка расплавленных металлов;
- горные работы;
- производство сельскохозяйственного сырья и др.

Опасные промышленные объекты могут причинить материальный ущерб, привести к большим проблемам в экологии и к человеческим жертвам. Поэтому промышленной и пожарной безопасности опасных производственных объектов уделяется особое внимание.

Объектам промышленности присущи огромные площади для производственных нужд, с присутствием технологического оборудования, а также склады, лаборатории, производственные линии и сборочные цеха.

Промышленные объекты вносят значительный вклад в укрепление экономики страны, так как на них обеспечивается производство услуг и

товаров, ведется обеспечение граждан рабочими местами и обеспечивается экономический рост. Необходимо, чтобы промышленные объекты подходили всем требованиям по безопасности, качеству и экологической устойчивости, для минимизации отрицательного влияния на окружающую среду.

«В пожарной безопасности промышленных объектов существенное внимание уделяют предотвращению и уменьшению риска возникновения и распространения пожара, и уже при проектировании и строительстве промышленных объектов следуют требованиям пожарной безопасности, разрабатывают мероприятия по эвакуации людей, а также материального имущества, внедряются более современные автоматизированные системы противопожарной защиты и другое» [14].

Таким образом, промышленные объекты являются важным элементом индустриальной экономики и играют ключевую роль в изготовлении и предоставлении товаров и услуг. Очень значимо соблюдать на них требования пожарной безопасности для предотвращения или сведения к минимуму возможности образования и развития пожара, обеспечения безопасной эвакуации сотрудников и снижения материальных потерь.

Промышленные объекты характеризуются высокими технологическими процессами, множеством оборудования и материалов, которые могут стать источником возгорания. Промышленные предприятия занимают значительные площади, что делает их уязвимыми к различным рискам, в том числе к пожарам. «В связи с этим, устанавливают жесткие требования к обеспечению пожарной безопасности (ОПБ) на этих объектах. В современном проектировании промышленных зданий особое внимание уделяется выбору строительных и отделочных материалов, направленному на минимизацию опасности возникновения огня, сокращение выделения токсичных продуктов горения и повышение шансов на спасение людей в чрезвычайной ситуации» [31].

«Обеспечение требуемой противопожарной защиты объектов промышленного назначения является важным вопросом, который нуждается

во внимании, выступает важной задачей системы безопасности государства. По данным мировой статистики, среди природных и техногенных катастроф пожары занимают одно из самых высоких мест по уровню угрозы. В свете этого становится очевидным, что вопросы пожарной безопасности и их усовершенствования требуют радикальных и комплексных решений, способных обеспечить защиту жизни и здоровья людей» [25].

«Неправильная работа на электрооборудовании, несоблюдение требований пожарной безопасности и небрежные действия с огнем – все это приводит к росту пожаров и взрывов с огромным материальным ущербом и гибелью людей» [25].

Весьма показательны в данном случае статистические данные. За период с 2021-2023 гг. в Кемеровской области – Кузбассе произошло 28759 пожаров, на объектах промышленных предприятий 514 пожаров. За аналогичный период с 2018-2020 гг. произошло 20965 пожаров, на объектах промышленных предприятий 322 пожара.

Изучение и практическое решение проблемы обеспечения пожарной безопасности промышленных объектов представляет сложность в силу своей многоаспектности и предполагает, как предварительную научную проработку теоретико-методологических вопросов, так и определение основных направлений, форм и методов реализации мероприятий со стороны власти.

Характеризуя нынешнее состояние теоретической разработки рассматриваемой проблематики, необходимо отметить, что исследованию проблем обеспечению пожарной безопасности посвящены работы А.В. Жовна, Е.Г. Макарова, С.В. Макаркина.

Правовая и содержательно-структурная сторона мер обеспечения пожарной безопасности освещена в публикациях С.П. Амельчугов, И.А. Болодьяна, Н.С. Мальченко, П.В. Молодоженцева, Т.Н. Смирнова и других.

Отдельные принципы, поиски новых методов рассматриваются в научных исследованиях Н.М. Журавлева, В.И. Козлачкова, С.В. Макаркина,

Я.С. Повзика и других.

Цель исследования – проверить состояние защищенности промышленного объекта от пожаров и разработать предложения по увеличению уровня противопожарной защиты.

Объект исследования – пожарная безопасность.

Предмет исследования – организация пожарной безопасности на промышленном объекте.

Гипотеза исследования состоит в том, что проведенные работы покажут, насколько организована противопожарная защита объекта, а также помогут при обосновании выбора организационных, инженерно-технических мероприятий по обеспечению безопасности сотрудников ООО «Южно-сибирская строительная компания».

Теоретическая и методологическая основа исследования. Теоретической и методологической базой исследования послужили отдельные положения теории проведения работ по повышению противопожарной защиты промышленных объектов, концепции и гипотезы, подходы и методики, содержащиеся в трудах зарубежных и отечественных ученых в области совершенствования пожарной безопасности промышленных объектов.

Задачи исследования:

- провести анализ методов и средств обеспечения противопожарной защиты промышленных объектов;
- определить организационные и технические проблемы, препятствующие обеспечению противопожарной защиты промышленных объектов;
- разработать методологию повышения противопожарной защиты промышленных объектов, обеспечивающей исключение организационных и технических ограничений;
- разработать технические средства повышения противопожарной защиты промышленных объектов;

- провести апробацию методологии и технических средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов;
- провести анализ и оценку эффективности внедрения предлагаемых методов и средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов.

Методы для исследования:

- теоретический метод – изучение нормативной и технической документации;
- эмпирические методы – оценка и сравнение новых систем пожаротушения и проведение анализа применения современных технологий для тушения пожаров.

Использованные методы для сбора социологических данных – анализ вторичных сведений (публикации в периодической печати), метод экспертного опроса, статистический анализ.

Эмпирической базой исследования являются статистические данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области – Кузбассу, а также отчетные данные Правительства Кемеровской области – Кузбасса, Министерства экономики и территориального развития Кемеровской области – Кузбасса, Главного управления МЧС России по Кемеровской области – Кузбассу. Кроме того, положения и выводы исследования основываются на изучении Конституции Российской Федерации, Гражданского кодекса Российской Федерации, Бюджетного кодекса Российской Федерации, Налогового кодексов Российской Федерации, федеральных законов, законодательства Кемеровской области – Кузбасса и актов органов местного самоуправления.

Эффективность работы заключается в разработке комплексной системы методов защиты от пожара, которая будет эффективно снижать вероятность возникновения и распространения огня на промышленных объектах.

Научная новизна работы. На основании выполненных исследований

разработана система адресных рекомендаций по совершенствованию деятельности по противопожарной защите объектов.

Предлагается разработать технические условия и все необходимые инженерно-технические и организационные мероприятия, направленные на обеспечение пожарной безопасности на промышленных объектах.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов обоснована тем, что:

- изложено современное понимание сущности и содержания деятельности органов государственного пожарного надзора по обеспечению пожарной безопасности промышленных объектов;
- раскрыто собственное представление о действующих правовых актах, регулирующих проверки органами МЧС промышленных объектов;
- дан анализ современного программно-целевого управления, стратегического планирования и организационного содержания деятельности по реализации полномочий для противопожарной защиты промышленных объектов.

Личное участие автора заключается:

- в участии в получении необходимых сведений и научных исследований;
- в анализе, интерпретации полученных автором эмпирических данных;
- в участии в апробации полученных в ходе исследования результатов;
- в подготовке публикаций по работе, которая была выполнена.

Апробация результатов диссертации. Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на научно-практических конференциях.

На тему диссертации опубликована научная статья: «Особенности организации деятельности по осуществлению пожарной безопасности промышленных объектов» в научном журнале.

Структура и объем диссертации.

Работа включает в себя: введение, три главы, заключение, библиографический список и написана на 73 страницах текста, библиография включает 31 наименование.

Термины и определения

Конструктивная огнезащита – способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на создании на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционного слоя средства огнезащиты. К конструктивной огнезащите относятся толстослойные напыляемые составы, огнезащитные обмазки, штукатурки, облицовка плитными, листовыми и другими огнезащитными материалами, в том числе на каркасе, с воздушными прослойками, а также комбинации данных материалов, в том числе с тонкослойными вспучивающимися покрытиями. Способ нанесения (крепления) огнезащиты должен соответствовать способу, описанному в протоколе испытаний на огнестойкость и в проекте огнезащиты [7]

Объект огнезащиты – материал, конструкция или изделие, подвергаемые обработке средством огнезащиты с целью снижения их пожарной опасности.

Огнезащитная эффективность – сравнительный показатель средства огнезащиты, который характеризуется временем в минутах от начала огневого испытания до достижения критической температуры (500°C) стандартного образца стальной конструкции с огнезащитным покрытием.

«Предел огнестойкости конструкций – время от начала огневого воздействия при испытании до наступления одного из предельных состояний.

Устойчивость объекта защиты при пожаре – свойство объекта защиты сохранять конструктивную целостность и функциональное назначение при воздействии опасных факторов пожара» [19].

Перечень сокращений и обозначений

В данной работе используются следующие сокращения и обозначения:

АБК – административно-бытовой корпус;

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

ЛКМ – лакокрасочные материалы

ПТО – производственно-технический отдел;

ГПН – государственный пожарный надзор;

ФЗ – федеральный закон;

ОП – огнетушитель порошковый;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;

ФЗ – Федеральный закон;

ОУ – огнетушитель углекислотный;

ЦППС – центральный пункт пожарной связи.

1 Современные организационные и технические проблемы, препятствующие обеспечению противопожарной защиты промышленных объектов

1.1 Анализ методов и средств обеспечения противопожарной защиты промышленных объектов

«Борьба с пожарами и их последствиями в России ведется постоянно, на протяжении всей ее истории.

Важную роль в обеспечении пожарной безопасности и тушении пожаров, в законодательном плане, сыграл великий князь Иван III. После пожара, вспыхнувшего в Москве в 1472 году, в котором он участвовал в тушении и получил ожоги, издал Указ о мерах пожарной безопасности в городе Москве» [15, с. 170].

«Правила запрещали подавать электричество в дома летом и оставлять свечи зажженными вечером. Кроме того, кузнецам и оружейникам было приказано работать вдали от деревень, чтобы избежать воздействия искр на деревянные дома и постройки. В соответствии с Судебным законом Ивана III от 1497 года были установлены санкции за действия в случае поджога (в настоящее время уголовная ответственность регулируется статьей 167 Уголовного кодекса Российской Федерации)» [12].

В настоящей России основным документом в сфере пожарной безопасности является «федеральный закон № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», который вступил в силу 21.12.1994 года и установил общие правила пожарной безопасности» [2].

Важнейшую роль в противопожарной безопасности играет пожарная охрана, которая является структурным подразделением Министерства по вопросам гражданской обороны, чрезвычайными ситуациями и ликвидацией последствий стихийных бедствий.

Задача Министерства: обеспечение противопожарной безопасности, защита жизни и имущества граждан, а также территорий в целом от чрезвычайных событий и пожаров. Чтобы повысить эффективность в этой области, необходимо выполнение следующих условий:

- развитие и улучшение законодательной базы, регулирующей пожарную безопасность;
- обучение и подготовка высококвалифицированных специалистов в данной сфере;
- обновление систем управления
- совершенствование систем противопожарной защиты;
- ряд других действий.

Пожарная безопасность – это защита от пожаров государства, общества, людей и имущества.

Прежде чем говорить о пожарной безопасности, необходимо ответить на вопрос, что такое состояние защищенности человека.

Безопасность жизнедеятельности – защита человека в окружающей среде от опасных факторов, созданных как человеком, так и природного характера и достижение безопасных условий его жизнедеятельности.

«Безопасность может быть достигнута за счет:

- снижения интенсивности от источников опасности;
- совершенствование конструкции источников опасности;
- увеличения расстояния между источником опасности и человеком и уменьшения времени их взаимодействия» [21, с. 159].

Пожарная безопасность – один из видов безопасности и ее обеспечение, является важнейшей задачей государственных властей.

«Статистические данные, которые показаны в таблице 1, показывают, что пожары в Кемеровской области – Кузбассе, из всех чрезвычайных ситуаций, стоят на первом месте» [23].

Таблица 1 – Статистика чрезвычайных ситуаций в Кемеровской области

Название чрезвычайных ситуаций	2021г.	2022г.	2023г.
Природные	1	0	0
Землетрясения	1	0	0
Бури	16	21	20
Техногенные	831	792	798
Пожары	8464	10497	9798
Обрушение зданий	149	186	198
Выброс радиоактивных веществ	4	8	11

«Согласно анализу литературы, пожарная безопасность заключается в принятии необходимых мер для устранения возможности возникновения пожара и, в случае его возникновения, спасение людей и эвакуация их в безопасное место, а также спасение материальных ценностей» [9].

Система защиты от пожаров – совокупность средств и мер, а также устройств, которые должны исключить образование пожара.

«При строительстве промышленных объектов, для снижения риска возникновения пожара и минимизации его последствий необходимо использовать негорючие или трудновоспламеняемые материалы» [5].

К таким материалам относятся:

- металлы,
- кирпич,
- бетон,
- минеральная вата,
- стеклянное волокно.

Схема монтажа огнезащитной облицовки металлоконструкции представлена на рисунке 1 [10].

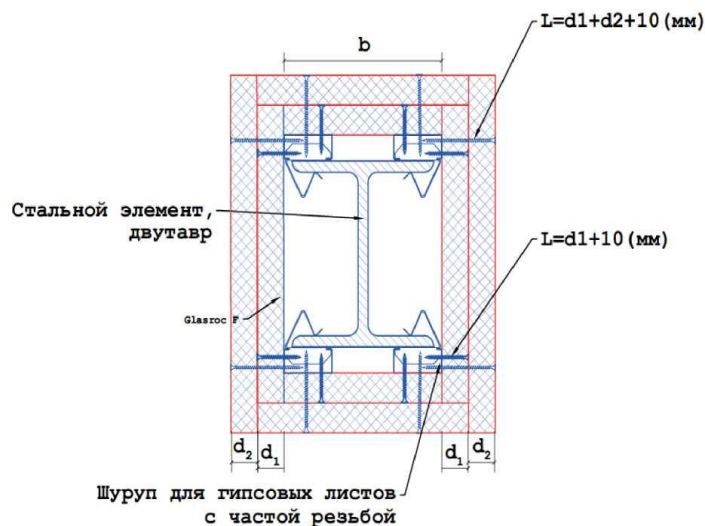


Рисунок 1 – Схема сборки огнезащитного покрытия металлоконструкции

На рисунке 2 представлена огнезащитная обработка металлоизделия лакокрасочными материалами и слоем огнезащитного мата.



Рисунок 2 – Огнезащитная обработка металлоизделия

«Используемые на промышленных предприятиях отделочные материалы и изоляция также должны быть негорючими или трудновоспламеняемыми» [17].

К ним относятся:

- гипсокартон,

- минеральная вата,
- стеклопластик,
- цементная штукатурка,
- природный камень,
- цементный бетон,
- стекло,
- металл,
- строительные растворы.

Данные материалы предотвращают распространение огня и дыма, что дает людям больше времени для эвакуации, а также исключает возможность вдыхания ядовитых продуктов горения [13].

Обработка металлоконструкции защитным слоем показана на рисунке 3.

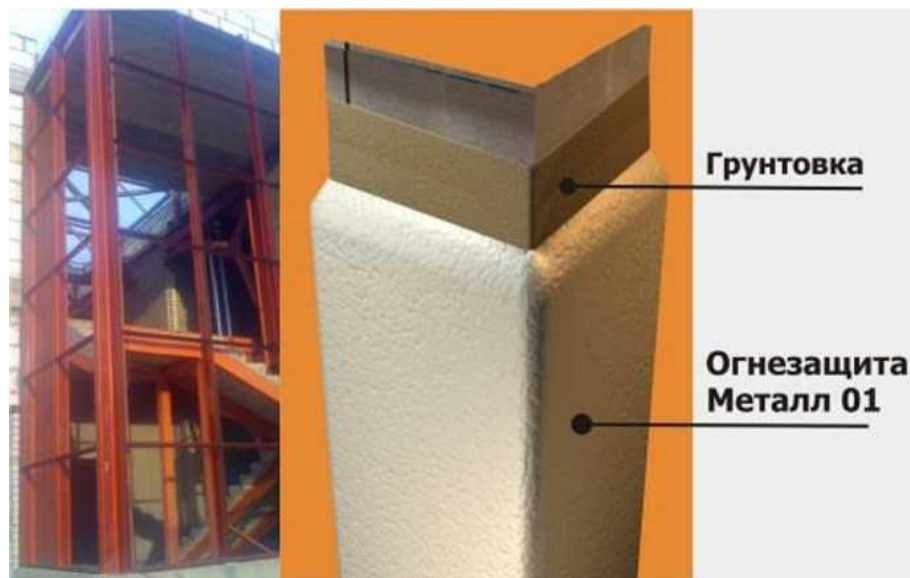


Рисунок 3 – Огнезащитная обработка металлоконструкции

На рисунке 4 представлено, как выглядит металлоизделие, обработанное защитным слоем, до и после пожара.



Рисунок 4 – Металлоизделие, обработанное защитным слоем, до и после пожара

Помимо огнезащиты материалов нужно применять противопожарные меры, такие как:

- различные системы автоматического пожаротушения;
- системы, обеспечивающие удаление дыма;
- аварийное освещение;
- системы оповещения о пожаре.

Эти меры помогут быстро обнаружить и потушить пожар, а также обеспечить безопасную эвакуацию людей.

Для повышения противопожарной защиты объекта сотрудники предприятия должны быть обучены действиям в случае пожара. Необходимо проводить регулярные учения, включающие:

- отработку эвакуационных действий;
- пользование первичными средствами пожаротушения;
- действия в задымленном помещении» [28, с. 112].

Такая подготовка позволит людям быстро и эффективно отреагировать на пожарную ситуацию.

Соблюдение этих мер пожарной безопасности позволяет значительно снизить риск возникновения и распространения пожаров на предприятиях, защитить жизнь и здоровье людей, а также имущество предприятия.

Схема обеспечения противопожарной защиты на объекте показана на рисунке 5.



Рисунок 5 – Схема противопожарной защиты на объекте

«Первая проблема, касающаяся пожарной безопасности – технические регламенты, закрепленные юридическими документами» [20, с. 158].

«Вторая проблема заключается в том, что нормативная база в области противопожарной защиты включает более 2 000 инструментов (деклараций, СНиПов, федеральных законов) и поэтому правовой статус и сфера применения различаются в зависимости от типа защиты. Также сложно использовать и применять существующие нормативные документы в области пожарной безопасности в работе инспектора государственного пожарного надзора» [1].

«Государственная политика пожарной безопасности представляет собой набор организационных, социально-экономических и специальных мер, скорректированных в соответствии с единым планом.

Таким образом, обеспечение безопасности граждан, общества и государства невозможно без построения и эффективного функционирования систем.

Деятельность по обеспечению пожарной безопасности имеет свою нормативно-правовую базу. Эта база включает в себя различные концепции, которые изучают и исследуют определенные взаимосвязи, отношения и зависимости, а также отдельные аспекты этой деятельности. К ним относится и вопрос управления организациями и подразделениями пожарной охраны» [21].

«Система противопожарной защиты – это совокупность элементов, обеспечивающих эту деятельность. В основе создания государственных учреждений и организаций лежит конкретная государственная потребность» [16].

Основными составляющими частями пожарной безопасности являются органы государственной власти, местного самоуправления.

Противопожарную защиту возможно повысить при генерировании новейших разработок систем противопожарной защиты объектов, увеличения производственных мощностей и выпуска нового противопожарного оборудования.

Пожарная безопасность считается важнейшим направлением при защите промышленных объектов. Пожар приводит к необратимым последствиям.

Специальные системы по выявлению и тушению пожаров помогают справиться с этими проблемами.

На промышленных объектах, согласно их специфике, предполагается много причин для возникновения пожаров чрезвычайных ситуаций.

На рисунке 6 показаны статистические данные причин происхождения пожаров на промышленных объектах.

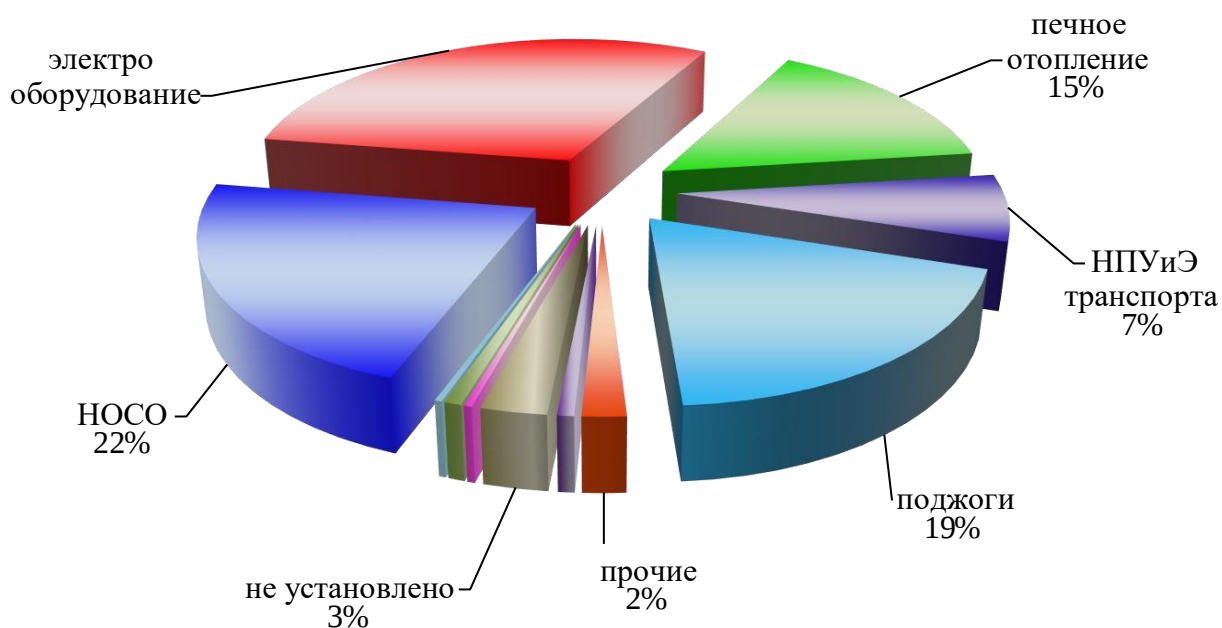


Рисунок 6 – «Статистические данные причин возникновения пожаров на промышленных предприятиях» [14]

Первая задача – охарактеризовать меры противопожарной защиты, определяемые классификацией промышленных зданий и их назначением.

Основными целями предотвращения пожаров являются люди, собственность, общество, государство. Невозможно перечислить все объекты противопожарной защиты с помощью единого определения. Их можно только классифицировать.

Пожарная безопасность определяется и обеспечивается соответствующим объектом безопасности.

Существует проблема по обеспечению противопожарной защиты множества объектов, построенных до начала действия «Технического регламента». Многие из них не соответствуют действующим пожарным нормам. При таких случаях реализуется комплекс инженерных и технических мер по приведению данных объектов в надлежащее состояние.

«В свете вышеизложенного можно сделать вывод, что под системой пожарной безопасности следует понимать совокупность взаимосвязанных элементов, динамичное развитие и взаимодействие которых направлено на

создание и поддержание ситуации, при которой отсутствуют или устраняются причины возникновения пожара. Или же предотвращается воздействие поражающих факторов, и тем самым предотвращается ущерб биологической природе, небιологической природе, интересам людей, общества и государства» [27, с. 65].

Таким образом, для организации обеспечения пожарной безопасности нужно определить методы и способы, задачи и главное содержание работы организации, исполнителей по каждому элементу содержания, согласовать и всесторонне обеспечить их процесс, создавать контроль подготовки и исполнения. Как уже отмечалось, цель работы обеспечения пожарной безопасности представляет собой обеспечение состояния защиты личности, собственности, общества и государства от пожаров.

Для достижения данной задачи нужно решить задачу обеспечения пожарной безопасности предприятия, которая является главной.

«Главное содержание задачи – формирование условий, затрудняющих появление и распространение пожаров и облегчающих их ликвидацию» [18].

Определение способа решения главной задачи подразумевает определение в ней ключевого звена, на котором необходимо сосредоточить влияние и определение первоочередных задач, решение которых приведет к приемлемому результату.

1.2 Определение организационных и технических проблем, препятствующих обеспечению противопожарной защиты промышленных объектов

«Пожарная безопасность на производстве – это исключение возможности возникновения пожара, скорейшее оповещение людей в случае возникновения пожара или чрезвычайной ситуации, и их защита путем перемещения в безопасное место или непосредственно на свежий воздух, спасение имущества предприятия» [21, с. 179].

Пожары могут привести к огромному материальному ущербу, а также гибели людей. При подготовке проектной документации на строительство учитываются инженерно-технические мероприятия, представленные в проекте, и необходимо безупречное соблюдение норм противопожарной безопасности при проведении работ.

Рассмотрев статистику и проанализировав причины пожаров и всех происшествий на промышленных предприятиях, приведенные на рисунке 6, делаем вывод из данных, представленных на рисунке 7, что не все сотрудники соблюдают противопожарные правила, не обследуют вовремя здания и сооружения на предмет нарушения и замены электропроводки.

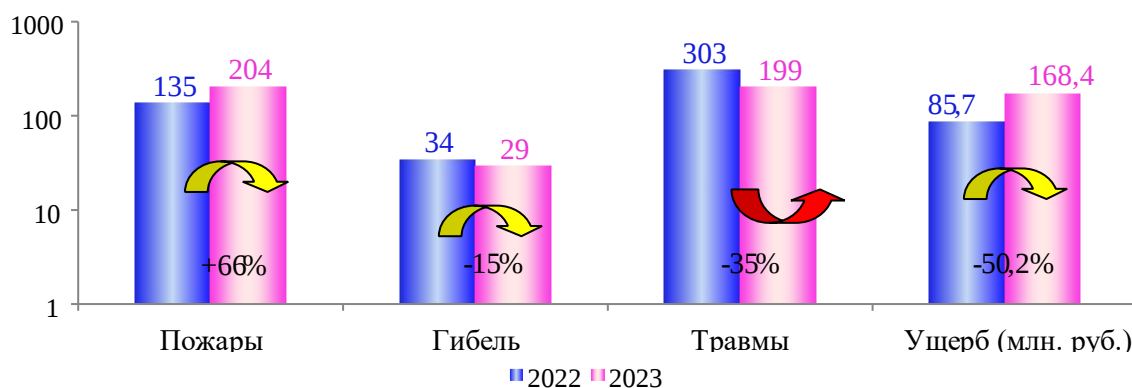


Рисунок 7 – «Количество пожаров на промышленных объектах и их последствий в Кемеровской области – Кузбассе в период с 2022 по 2023гг.» [19]

Одной из частых причин роста количества пожаров и материального ущерба является использование новых технологий и непроверенного оборудования на промышленных объектах. Оборудование требует доработок, а также необходимо качественное обучение персонала предприятий работа на нем.

Ключевой особенностью по противопожарной защите на промышленных объектах является включение плановых проверок или профилактического визита инспекторов государственного пожарного надзора:

- визуальный осмотр, проверка документации и работоспособности систем противопожарной защиты и систем оповещения;
- документы по обучению сотрудников пожарной безопасности;
- в каком состоянии источники пожарного водоснабжения;
- присутствие планов эвакуации;
- в каком состоянии находятся эвакуационные выходы и подъездные пути для пожарных автомобилей;
- присутствие на местах и сроки годности огнетушителей и умение работников предприятия ими пользоваться;
- обеспечение профилактики пожаров при проведении огневых работ, где существует риск возникновения пожара, и, по возможности, разработка и учет мероприятий по их предотвращению;
- наблюдение за пожарной обстановкой на производственных объектах и принятие мер по устранению несоответствий требованиям пожарной безопасности;
- консультирование руководителей и работников промышленных объектов по вопросам пожарной безопасности» [13, с. 145].

«Для эффективного функционирования системы пожарной безопасности необходима тщательная правовая регламентация ее деятельности. Это предполагает создание законодательной и нормативной правовой базы, а также ее совершенствование. Законодательная база пожарной безопасности – отрасль законодательства Российской Федерации, регулирующая общественные отношения в области обеспечения пожарной безопасности» [2].

Помимо НПА законодательная база включает в себя технические регламенты и нормативные документы.

Совершенствование законодательной базы подразумевает устранение пробелов в праве и разрешение правовых конфликтов.

Пробелы в праве возникают по трем причинам:

- законодатель не смог охватить формулировку НПА, требующих правового регулирования;
- недостаток юридической силы;
- постоянное развитие общественных отношений.

Способы разрешения правовых противоречий:

- принятие нового НПА;
- отмена старого;
- внесение изменений и дополнений в действующие НПА.

Институциональные меры имеют самое непосредственное отношение к правовым мерам. Это связано с тем, что каждое институциональное решение или мера реализуются через правовые нормы или правовые акты [15].

«Для эффективного функционирования системы пожарной безопасности необходима тщательная правовая регламентация ее деятельности. Это предполагает создание законодательной и нормативной правовой базы, а также ее совершенствование. Законодательная база пожарной безопасности – отрасль законодательства Российской Федерации, регулирующая общественные отношения в области обеспечения пожарной безопасности» [4].

«Для функционирования системы пожарной безопасности необходимы средства для предотвращения и тушения пожаров, специальное техническое, противопожарное оборудование и оснастка, огнетушащие вещества и антипирены, специальное оборудование связи и управления, компьютерные программы, производство противопожарных и технических изделий» [11].

Несомненно, основное место в правовой основе занимает ФЗ о пожарной безопасности.

«Также большую роль играет федеральный закон, детализирующий вопросы пожарной безопасности, от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [8].

По ст. 1 закона, он принимался для того, чтобы защитить здоровье, жизнь, материальные ценности физических, юридических лиц, имущества государства непосредственно от пожаров.

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» диктует правила проектирование, строительстве, реконструкции, техническом перевооружение, предназначении, техническом обслуживании, эксплуатации и утилизации объектов защиты» [3].

Технический регламент в области пожарной безопасности это:

- установление в нормативных правовых актах и нормативных документах по пожарной безопасности требований к продукции, процессам проектирования, производства, эксплуатации, работы, хранения, перевозки, реализации и утилизации;
- соответствующие нормативные правовые акты в области применения и использования требований пожарной безопасности;
- соответствующие правовые акты в области оценки соответствия.

Выводы по разделу 1: при производственных процессах на промышленных объектах находят применение все более высокотехнологические процессы, множество оборудования и материалов, зачастую которые являются источником возгорания. Промышленные предприятия размещаются на больших площадях, что также создает условия для возникновения рисков, в том числе и пожаров.

В связи с ростом количества промышленных и пожароопасных объектов, а соответственно и рабочих мест, естественно возникает большой вопрос об обеспечении противопожарной защиты на этих объектах.

Имеется большое количество различных причин, которые не позволяют на достаточном уровне обеспечить противопожарную безопасность на промышленных объектов.

Организационные проблемы:

- персонал не обучен или слабо обучен в вопросах пожарной безопасности;

- не существует контроля за выполнением правил пожарной безопасности;

- недостаточное финансирование противопожарных мероприятий;

- неэффективное взаимодействие между подразделениями предприятия и пожарной охраной.

Технические проблемы:

- наличие пожароопасных производств и технологических процессов;

- большие площади и сложная конфигурация зданий и сооружений;

- наличие взрыво- и пожароопасных веществ, и материалов на используемых объектах;

- высокая степень автоматизации и роботизации производства;

- недостаточность средств противопожарной защиты или их неисправность;

- сложность эвакуации людей и материальных ценностей в случае пожара;

- недостаточная освещенность задымленных помещений;

- наличие труднодоступных мест и скрытых полостей.

Таким образом организационные и технические проблемы создают определенные трудности и условия для эффективной и функциональной работы производства.

Регулярное обучение персонала и повышение их квалификации в области пожарной безопасности, инвестиции в современные технологии, внедрение современных систем пожаротушения, мониторинга и оповещения помогут производствам снизить риски и повысить эффективность защиты.

2 Разработка методов и средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов

2.1 Разработка методологии повышения противопожарной защиты промышленных объектов, обеспечивающей исключение организационных и технических ограничений

Методология изучает методы, стратегии и способы исследования предмета.

В данной работе стоит задача разработать мероприятия, повышающие противопожарную защиту промышленного объекта Общество с ограниченной ответственностью «Южно-сибирская строительная компания».

Для решения данной задачи рассмотрим характеристики этого объекта по пожарной безопасности, функционал зданий, пожарную нагрузку, и действующие системы защиты объекта.

Затем изучаем документацию по пожарной безопасности (приказы руководства, инструкции, план действия при пожаре, документы по обучению персонала и другие).

Далее необходимо оценить соответствуют ли объект действующим техническим нормативам и определить пожарные риски на предприятии.

В завершении разрабатываем систему мер улучшения защиты объекта от пожаров.

Общество с ограниченной ответственностью «Южно-сибирская строительная компания» – строительно-монтажная компания, специализирующаяся на промышленном строительстве. Строительная компания ООО «Южно-сибирская строительная компания» организована 08.10.2020 года.

Юридический адрес ООО «Южно-сибирская строительная компания» – Кемеровская область, город Новокузнецк, ул. Некрасова, д. 18.

Основным видом деятельности является «Строительство жилых и нежилых зданий», зарегистрировано 23 дополнительных вида деятельности, в том числе производство строительных материалов.

Среди заказчиков такие компании, как АО «ЛИМАК», ООО «БамПак» и ПАО «НЛМК». Были установлены стратегические партнерские отношения с монтажными и строительными организациями.

Организационная структура управления ООО «Южно-Сибирская строительная компания» представлена на рисунке 8. Такая структура управления делает процесс управления персоналом в организации наиболее эффективным.

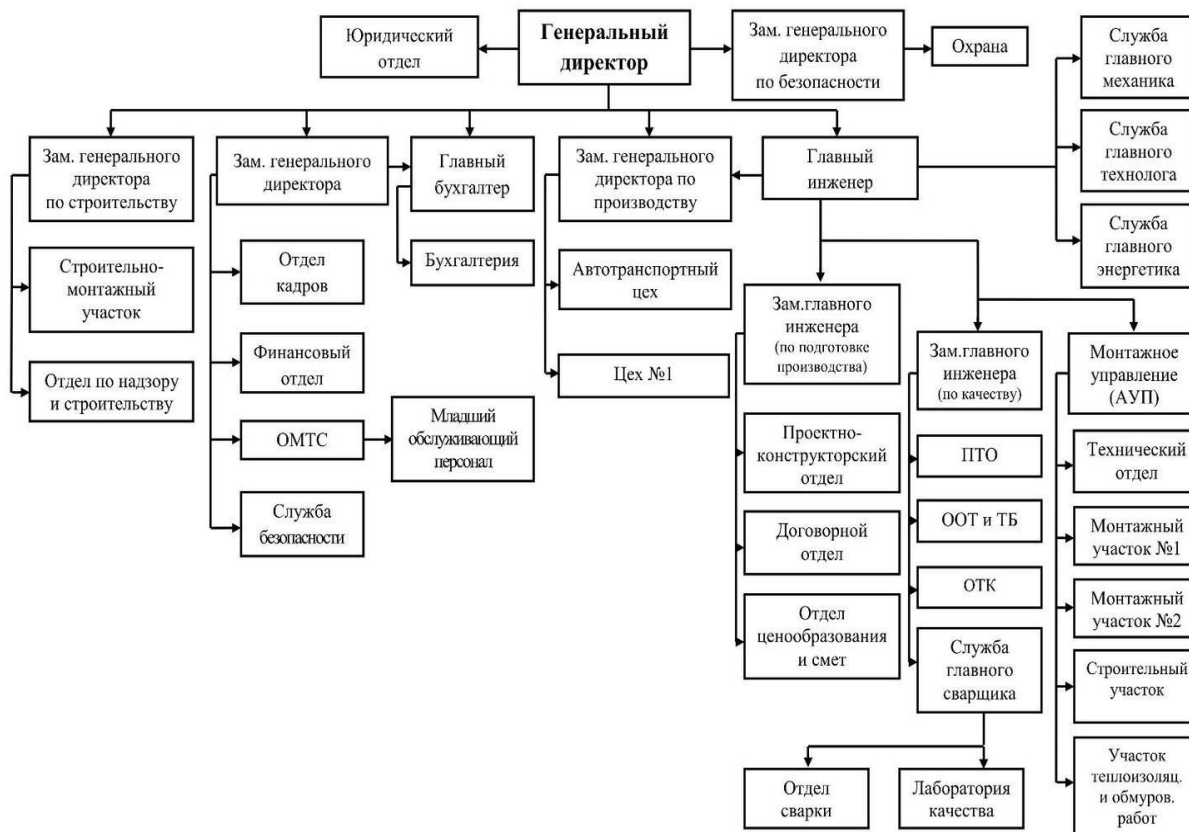


Рисунок 8 – Организационная структура управления ООО «Южно-Сибирская строительная компания»

Директор обеспечивает повседневное управление предприятием, организует его производственную, экономическую, социальную и иную

деятельность и обеспечивает выполнение миссии предприятия, изложенной в его уставе.

Отдел снабжения максимально оптимизирован. Представлен двумя сотрудниками, которые занимаются обеспечением текущих потребностей линии производства и доставкой необходимых материалов.

Производственный отдел является основным структурным подразделением ООО «Южно-сибирская строительная компания».

Назначение производственно-технического отдела (ПТО) – обеспечение потребностей строительных бригад организации в производстве кровельных и гидроизоляционных материалов.

Режим работы производства – 24 часа, две смены по 12 часов в сутки.

В производственном цехе находится современное технологическое оборудование для изготовления кровельных материалов.

Производственно-технологический отдел может включать различные помещения в зависимости от специфики производства и технологических процессов.

Вот некоторые из них:

- цех,
- слесарная мастерская,
- компрессорная,
- трансформаторная ТП-10/0,4-кв,
- мастерская,
- туалет,
- лаборатория,
- АБК,
- столовая,
- актовый зал,
- душевая,
- складское помещение.

На рисунке 9 показан план производственно-технического отдела.

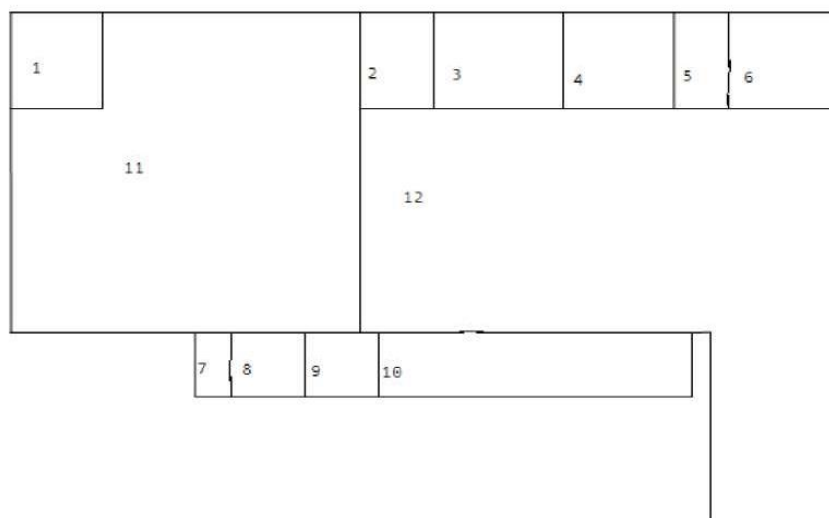


Рисунок 9 – План производственно-технического отдела ООО «Южно-сибирская строительная компания»

На рисунке 10 изображен план первого этажа ПТО ООО «Южно-сибирская строительная компания».

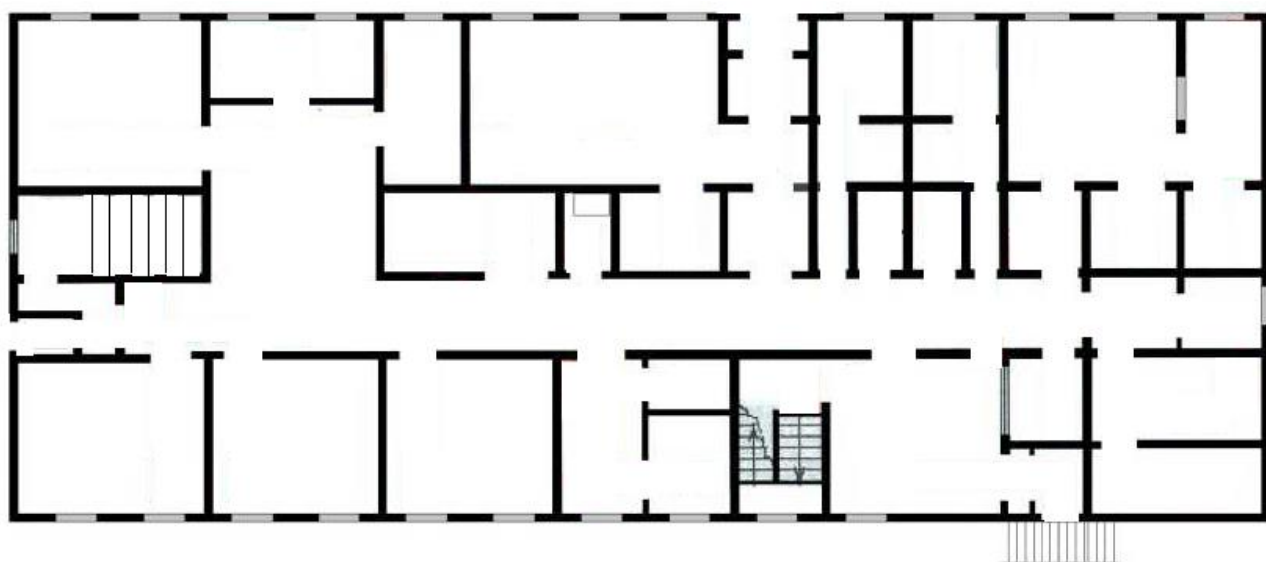


Рисунок 10 – План первого этажа ПТО ООО «Южно-сибирская строительная компания»

На рисунке 11 приведен план 2 этажа ООО «Южно-сибирская строительная компания»

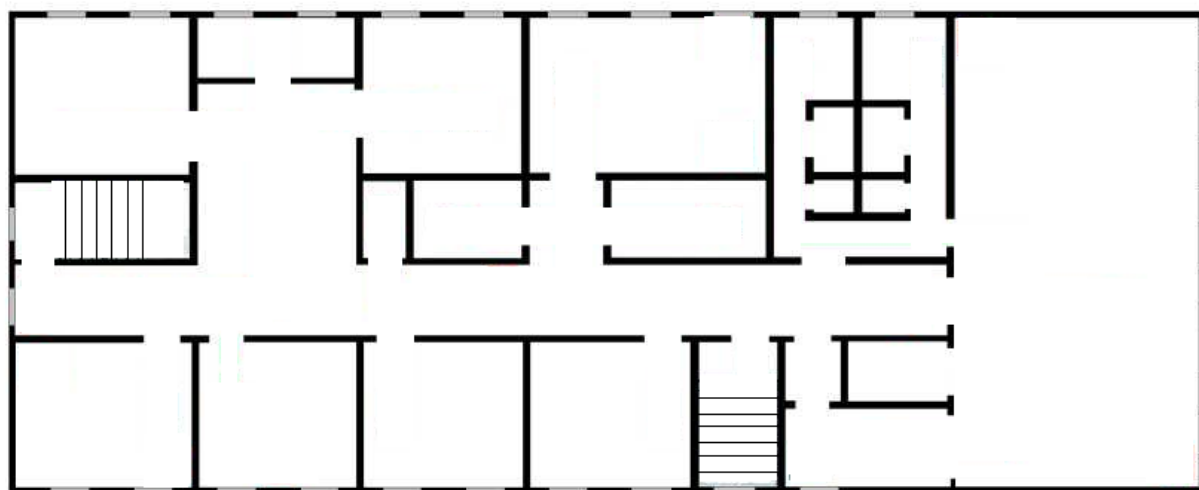


Рисунок 11 – План 2 этажа ООО «Южно-сибирская строительная компания»

По взрывопожарной и пожарной опасности здание ПТО соответствует категории Б.

В основу категорирования производственных объектов, как правило, положены физико-химические показатели пожароопасности и взрывоопасности обращающихся веществ, их количества, энергетический потенциал и другие параметры [20].

Статья 27 Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" «по пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения категорируются» [6].

Категории помещений по пожарной и взрывопожарной опасности определяются исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, и в соответствии с

объемно-планировочными решениями помещений и характеристик, происходящих там технологических процессов [21].

Основная задача категорирования и классификации производственных объектов – выявление, проведение анализа и оценки возможных опасностей и угроз любого характера для разработки, сравнения и применения превентивных мер обеспечения безопасного функционирования промышленных объектов в современных условиях [22].

2.2 Разработка технических средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов на примере ООО «Южно-сибирская строительная компания»

Для надежной работы систем пожаротушения на предприятии необходимо соблюдать следующие параметры: соответствие нормативам, эффективность, современные технологии, обученные сотрудники.

Проектирование систем пожаротушения для промышленных объектов — это затруднительный инженерный процесс, требующий учета множества факторов.

Далее показаны элементы, которые надо учитывать при проектировании систем пожаротушения [24]:

- анализ рисков: при проектировании системы пожаротушения первоочередное - проведение анализа рисков;
- тип системы: в зависимости от объекта и его потенциальных угроз, выбирается более подходящая система пожаротушения;
- расчет распределения системы: при проектировании системы пожаротушения необходимо учитывать особенности зданий и помещений, например, высота здания, особенности конструктивного характера, расположение технологического оборудования;
- соответствие нормативам;
- взаимодействие с другими системами противопожарной защиты.

Специалист по пожарной безопасности отвечает за противопожарную защиту объекта в ООО «Южно-сибирская строительная компания». В его обязанности входит управление документацией, организация и проведение инструктажей, а также тренировка сотрудников по действиям во время пожара.

Перечень документов по пожарной безопасности состоит из:

- приказы о назначении ответственных за пожарную безопасность;
- инструкции по пожарной безопасности;
- договор на обслуживание автоматических пожарных систем (АПС) с компанией «Автоматические системы безопасности», копия лицензии, на право осуществлять деятельность в области пожарной безопасности;
- проект систем АПС и систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) на случай возникновения пожара;
- выписки о распределении обязательств между работниками, ответственными за выполнение противопожарных мер;
- сертификаты, подтверждающие прохождение обучения пожарной безопасности сотрудниками;
- журналы регистрации проведенных обучающих лекций и инструктажей;
- записные книги, отслеживающие состояние огнетушителей, периодичность их проверки и повторной зарядки, а также технические паспорта данных устройств;
- план мероприятий по пожарной безопасности на 2024 год.

ООО «Южно-сибирская строительная компания» ежегодно включает расходы на пожарную безопасность в проект бюджета на следующий год на основании расчетов и рекомендаций специалистов.

Для сотрудников компании два раза в год проводится обучение по эвакуации при чрезвычайной ситуации, а также занятия и тренировки по пожарной безопасности.

Ответственный за пожарную безопасность разрабатывает план эвакуации, который утверждает директор.

План содержит текстовую и графическую части. Графическая часть информирует персонал о планировке здания, путях эвакуации, лестничных маршах и аварийных выходах. А также показывает где расположены первичные средства пожаротушения. Текстовая часть информирует о методах оповещения о возникновении пожара, функциях и действиях персонала, порядке и последовательности эвакуации работников, и указаны телефоны для вызова противопожарной службы и других экстренных и оперативных служб. В дополнение к плану эвакуации разрабатывается и утверждается инструкция по пожарной безопасности, на основании которой необходимо два раза в год проводить тренировки по эвакуации [25].

На рисунке 12 показывается план эвакуации 1 этажа производственно-технического отдела ООО «Южно-сибирская строительная компания».

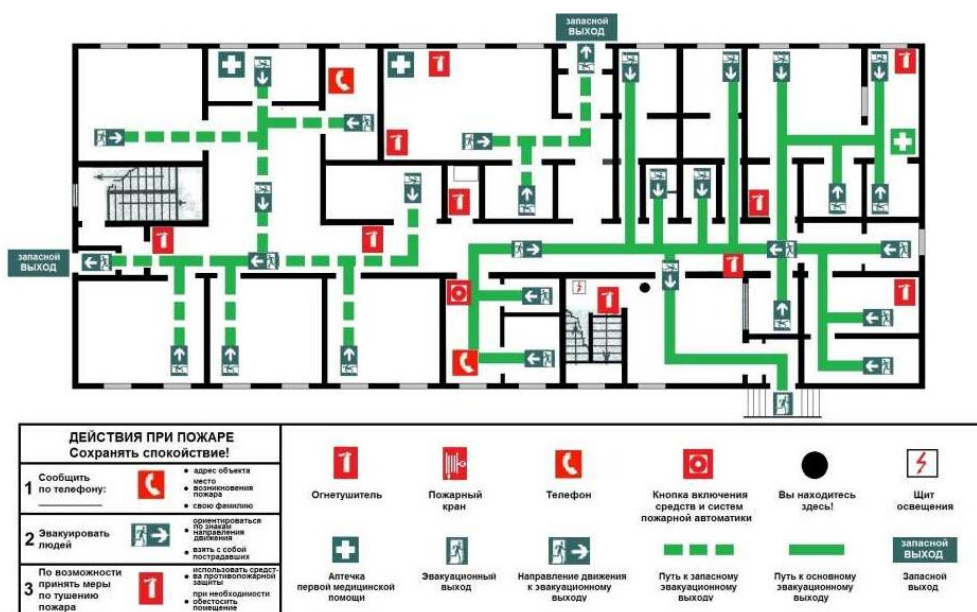


Рисунок 12 – План эвакуации 1 этажа ПТОООО «Южно-сибирская строительная компания»

План эвакуации 2 этажа производственно-технического отдела ООО «Южно-сибирская строительная компания» показан на рисунке 13.

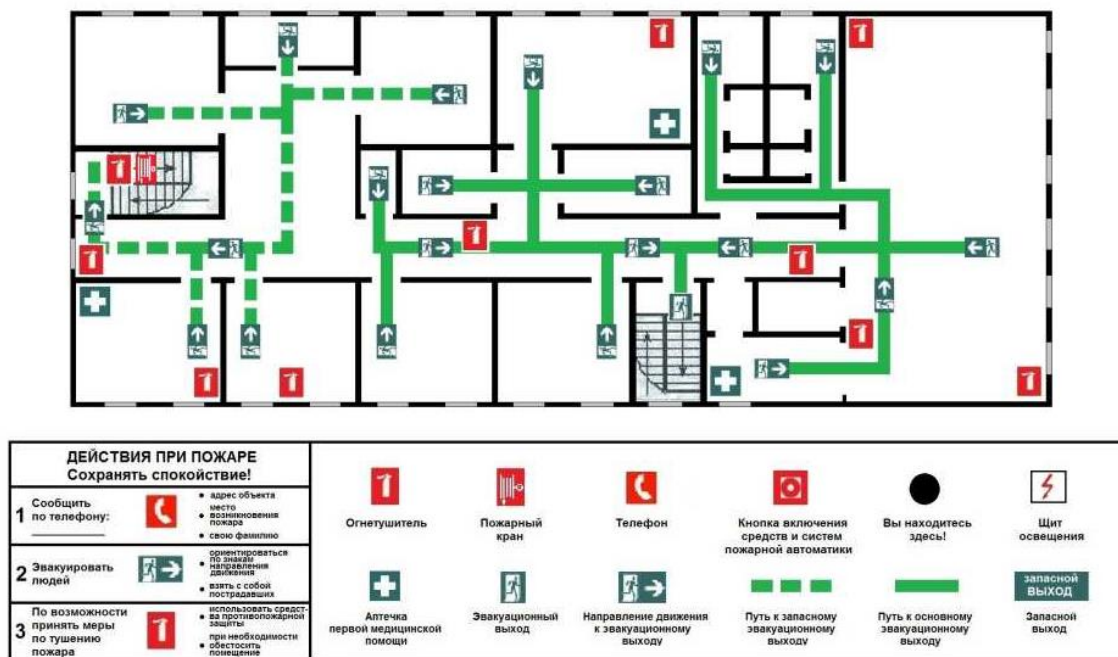


Рисунок 13 – План эвакуации 2 этажа ПТОООО «Южно-сибирская строительная компания»

Примеры планов эвакуации показаны на рисунке 14. Место размещения плана эвакуации на 1 этаже ООО «ЮСК».

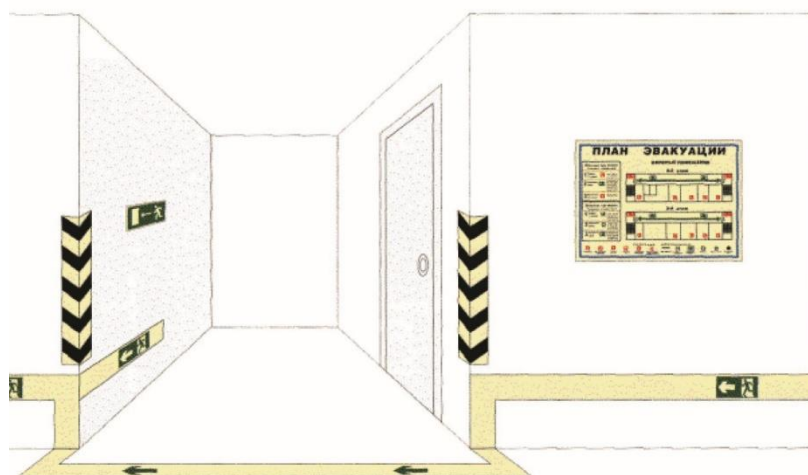


Рисунок 14 – Место размещения плана эвакуации на 1 этаже

Планы эвакуации ООО «Южно-сибирская строительная компания»

выполнены на листах с размерами 297×420 мм (формат А3).

Техническое обслуживание и предупредительный ремонт автоматической пожарной сигнализации обеспечивается организацией ООО «Автоматические Системы Безопасности», с которой с 2020 г. заключен договор. Ежегодно этот договор пролонгируется.

Ежемесячно организацией проводится проверка, по результатам которой составляется акт обследования системы АПС на объекте.

Все помещения офиса, склада, а также бытовые помещения на строительных площадках обеспечены «порошковыми огнетушителями ОП-4 АВСЕ» [12].

Для обеспечения пожарной безопасности в цехе по производству строительных материалов смонтирована и работает АПС, также установлены пожарные краны, укомплектованные пожарными рукавами (20м) с пожарными стволами в количестве 12 штук. Согласно нормам, и в определенных местах, расположены углекислотные огнетушители ОУ-10 в количестве 12 штук [26].

Автоматическая пожарная сигнализация оснащена извещателями пожарными дымовыми линейными (ИПДЛ), подключенные к контрольно-приемному модулю. Кабельные линии выполнены огнестойким негорючим кабелем КСЭРВнг (А)-FRLS 2х0,5.

При возгорании и задымлении в производственном цехе срабатывают датчики и сигнал поступает на контрольно-приемный модуль, который включает систему СОУЭ.

«Когда срабатывают системы автоматической пожарной сигнализации (АПС) и системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), необходимо следовать протоколу действий, а именно» [27]:

- незамедлительно довести информацию о пожаре позвонив по номеру 112 или 101 для связи с центральным пунктом пожарной связи (ЦППС);
- произвести отключение электроснабжения, систем вентиляции и

освещения для предотвращения дальнейшего распространения огня;

- организовать оперативную и безопасную эвакуацию всех присутствующих на объекте лиц в заранее определенные безопасные зоны;
- произвести попытки тушения пожара первичными средствами пожаротушения.

Основными причинами возникновения пожаров являются:

- воздействие внешних факторов, таких как: молния, высокие температуры или действия террористического характера;
- нарушения в эксплуатации электрооборудования и электрических сетей;
- несоблюдение установленных правил пожарной безопасности при проведении работ и ремонтных мероприятий на оборудовании;
- разгерметизация и повреждения газопроводов и технологических трубопроводов, в том числе вызванные механическими воздействиями или производственными дефектами, влекущие потерю давления.

Как говорилось выше, газопровод и запорная арматура самые опасные места для появления пожара во время производства, пуско-наладке и ремонте оборудования. Если оборудование негерметично возможно истечение и выброс газа, следовательно, наблюдается смесеобразование с воздухом, воспламенение которого происходит от любого источника зажигания, что влечет за собой аварийный взрыв газа на открытом пространстве [29].

Еще одним опасным участком на производственной линии является камера полимеризации (КП). В КП возможны процессы, которые могут привести к пожару такие как: воспламенение шлака, отложившегося на стенках воздушных каналов камеры, самовозгорание паров фенолформальдегидной смолы, частичное сгорание масла для цепей КП и попадание в печь воспламенившегося кокса. Частые возгорания происходят в полимеризационной камере на выходе. В таблице 2 представлены данные по частоте инициирующих событий, которые могут привести к возникновению пожара.

Таблица 2 – Частота инициирующих событий, способствующих пожару

Причина аварии	Частота события год ⁻¹
Взрыв газа в ПТЦ	1,540 ⁻⁵
Пожар в АБК	2,740 ⁻⁵

Рассмотрим и проанализируем современные системы противопожарной защиты и противопожарное оборудование, а также патенты для определения оптимального и эффективного решения вопроса пожарной безопасности для ООО «Южно-сибирская строительная компания».

Вентиляционные противодымные системы подразделяются на приточные и вытяжные. Для «Южно-сибирской строительной компании» оптимальным решением является применение вытяжной вентиляции. Этот тип системы обеспечивает быстрое реагирование на возникновение пожара, эффективно очищая задымленный воздух.

Противодымная вытяжная вентиляционная система играет ключевую роль в оперативном удалении продуктов горения из помещений. Важно отметить, что ее функционирование должно быть синхронизировано с автоматической пожарной сигнализацией (АПС), что требует тщательной проектировки обеих систем для обеспечения их одновременной работы. Дополнительно, необходимо провести обучение сотрудников, чтобы они были осведомлены о принципах действия данных систем и могли быстро реагировать в экстренных ситуациях [30].

Важно отметить, что для эффективной работы любых технических систем на строительных предприятиях требуется регулярное обслуживание. Соблюдение установленных норм и стандартов по техническому обслуживанию является ключевым аспектом для обеспечения надежности и функциональности охранно-пожарного оборудования.

Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) представляет

собой высокоэффективную систему, обеспечивающую автоматическую передачу сигналов тревоги в специализированные центры приема. Пожарная тревога инициируется без участия человека, что позволяет мгновенно информировать укомплектованный участок о возникшей угрозе.

В результате полученного сигнала, командующий округом или городом оперативно получает информацию для развертывания пожарной бригады и необходимых ресурсов. Кроме того, любые сигналы о неисправностях системы автоматически транслируются на приемную станцию, управляемую опытным оператором мониторинга, что гарантирует надежность и своевременность реагирования в экстренных ситуациях, а также повышают надежность с помощью дополнительного источника бесперебойной работы, благодаря которому исключаются сбои в работе устройства.

Для составления дальнейшего плана мероприятий, направленного на обеспечение пожарной безопасности, необходимо вычислить категорию взрывопожарной и пожарной опасности производственного цеха ООО «Южно-сибирская строительная компания». Это позволит подобрать более качественный набор противопожарных мер, создающих безопасные условия труда.

В соответствии с СП 12.13130.2020 определение категории по взрывопожарной и пожарной опасности проводится последовательным выполнением следующих этапов:

- расчет пожарной нагрузки Q , с использованием данных о материалах, находящихся в помещении, их весе, а также низшей теплоты сгорания этих материалов;
- расчет удельной пожарной нагрузки g ;
- определение категории пожароопасного помещения.

Пожарная нагрузка Q (МДж) определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_{Hi}^p, \quad (1)$$

где Q – пожарная нагрузка (МДж);

n – количество различных горючих материалов в помещении;

G_i – количество i – го материала пожарной нагрузки, кг;

Q_{Hi}^p – низшая теплота сгорания i – го материала пожарной нагрузки,
 $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$

Количество i – го материала пожарной нагрузки ПТО и значение низшей теплоты сгорания каждого i – ого материала Q_{Hi}^p представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Количество « i » материала пожарной нагрузки G_i

Наименование	Материал	Масса, кг
Стулья	Пластик	120
Стол	ДСП	875
Диваны	Искусственная кожа	200
Шкафы	ДСП	420
Оргтехника	Пластик	30
Линолеум	ПВХ	175
Документация	Бумага	60

Таблица 4 – Низшая теплота сгорания материалов Q_{Hi}^p

Материал	Низшая теплота сгорания Q_{Hi}^p , $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$
Пластик	33,6
ДСП	16,8
Искусственная кожа	21,54
ПВХ	20,3
Бумага	17,6

Это значение важно для оценки потенциальной опасности пожара и принятия соответствующих мер по повышению пожарной безопасности.

Внедрение современных технологий и инновационных подходов, таких как улучшение систем пожаротушения, может значительно снизить риски и повысить общую безопасность объекта.

В результате расчета получим:

$$Q = 33,6 * 120 + 16,8 * 875 + 21,54 * 200 + 33,6 * 66 + 16,8 * 420 + 20,3 * 10,5 + 17,6 * 60 + 33,6 * 30 + 16,8 * 10 + 20,3 * 175 = 37255,25 \text{ МДж.}$$

Удельная пожарная нагрузка g , МДж/м⁻² рассчитывается по формуле:

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (2)$$

где S – площадь помещения, для которого рассчитывается пожарная нагрузка.

$$g = \frac{37\,255}{93} = 400 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$$

В соответствии с таблицей 5 производственный цех по взрывопожарной и пожарной нагрузке относится к категории В3.

Таблица 5 – Категория помещения по взрывопожарной и пожарной нагрузке.

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка, g , МДж/м ²
В1	более 2200
В2	1401 - 2200
В3	181 - 1400

Если на основании предварительного анализа пожароопасное помещение отнесено к категории В2 или В3, то необходимо уточнять выбор категории помещения, проверив выполнение следующего условия:

$$Q \geq 0,64 * g_T * H^2,$$

где g_T – максимальное значение удельной пожарной нагрузки, МДж/м² (учитывая, что при $181 \text{ МДж/м}^2 \leq g \leq 1400 \text{ МДж/м}^2$ $g_T = 1400 \text{ МДж/м}^2$);

H – высота помещения, м (высота ПТО ООО «Южно-сибирская строительная компания» равна 6 м).

Проверка выполнения условия:

$$Q \geq 0.64 \cdot 1400 \cdot 6^2,$$

$$Q \geq 0.64 \cdot 1400 \cdot 36,$$

$$Q \geq 32256.$$

Таким образом, для выполнения условия (4) значение Q должно быть не менее 32256 МДж.

Предположим, что для данного помещения известна пожарная нагрузка Q :

$$Q = 40000 \text{ МДж.},$$

$$40000 \geq 32256.$$

Поскольку $40000 \geq 32256$, условие выполняется.

«Если на основании предварительного анализа пожароопасное помещение отнесено к категории В2 или В3, и значение Q удовлетворяет условию $Q \geq 32256 \text{ МДж}$, то выбор категории помещения В2 подтверждается.

Величина потенциального риска P_i (год⁻¹) в i -ом помещении здания объекта определяется по формуле:

$$P_i = P_{oi} * P_{fi} * P_{di}, \quad (3)$$

где P_{oi} — вероятность возникновения пожара в i -ом помещении (год⁻¹);

P_{fi} — вероятность распространения пожара из i -ого помещения на соседние помещения;

P_{di} — вероятность причинения ущерба или потерь в результате пожара в i -ом помещении.

Предположим, что для i -ого помещения известны следующие данные:

– вероятность возникновения пожара $P_{oi} = 0.001$ (год⁻¹);

– вероятность распространения пожара $P_{fi} = 0.2$;

– вероятность причинения ущерба $P_{di} = 0.5$ » [27].

Тогда величина потенциального риска P_i будет рассчитываться следующим образом:

$$P_i = 0,001 \cdot 0,2 \cdot 0,5,$$

$$I = 0,0001.$$

Таким образом, величина потенциального риска для данного помещения составляет 0,0001 (год⁻¹).

«Для определения условной вероятности поражения человека Q_{dij} при его нахождении в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара используется следующая формула:

$$Q_{dij} = \frac{N_{dij}}{N_{ij}}, \quad (4)$$

где N_{dij} — количество людей, пораженных при реализации j -го сценария пожара в i -ом помещении,

N_{ij} — общее количество людей, находящихся в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара.

Предположим, что для i -ого помещения и j -ого сценария пожара известны следующие данные.

Количество пораженных людей: $N_{dij} = 5$.

Общее количество людей в помещении: $N_{ij} = 50$ » [27].

Тогда условная вероятность поражения человека Q_{dij} будет рассчитываться следующим образом:

$$Q_{dij} = \frac{5}{50},$$

$$Q_{dij} = 0,1.$$

Таким образом, условная вероятность поражения человека в данном помещении при реализации данного сценария пожара составляет 0,1 (или 10%).

Потенциальный риск P_i в i -ом помещении здания объекта может быть определен по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (Q_j * Q_{dij}), \quad (5)$$

где J — число сценариев возникновения пожара в здании;

n — количество факторов риска, учитываемых в помещении;

Q_j — частота реализации j -го сценария пожара (год^{-1});

Q_{dij} — условная вероятность поражения человека при его нахождении в i -ом помещении при реализации j -го сценария пожара.

Предположим, что для i -ого помещения известны следующие данные.

Число сценариев возникновения пожара $J=3$,

Частоты реализации сценариев пожара:

$$Q_1 = 0.001 \text{ год}^{-1},$$

$$Q_2 = 0.002 \text{ год}^{-1},$$

$$Q_3 = 0.003 \text{ год}^{-1}.$$

Условные вероятности поражения человека:

$$Q_{d1} = 0.1,$$

$$Q_{d2} = 0.2,$$

$$Q_{d3} = 0.3.$$

Тогда потенциальный риск P_i будет рассчитываться следующим образом:

$$P_i = (0.001 \cdot 0.1) + (0.002 \cdot 0.2) + (0.003 \cdot 0.3),$$

$$P_i = 0.0001 + 0.0004 + 0.0009,$$

$$P_i = 0.0014.$$

Таким образом, потенциальный риск для данного помещения составляет 0.0014 (год⁻¹).

Величина индивидуального риска R_m (год⁻¹) для работника m объекта при его нахождении на территории объекта, определяется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^I (P_i * T_{mi}), \quad (6)$$

где, I — количество помещений на объекте;

P_i — потенциальный риск в i -ом помещении (год⁻¹);

T_{ti} — доля времени, которую работник m проводит в i -ом помещении (безразмерная величина, сумма всех T_{mi} для одного работника должна быть равна 1).

Предположим, что на объекте имеется 3 помещения ($I=3$), и для работника m известны следующие данные.

Потенциальные риски в помещениях:

$$P_1 = 0.001 \text{ год}^{-1},$$

$$P_2 = 0.002 \text{ год}^{-1},$$

$$P_3 = 0.003 \text{ год}^{-1}.$$

Доли времени, проводимые работником в помещениях:

$$T_{m^1} = 0.4 \text{ (40\% времени)},$$

$$T_{m^2} = 0.3 \text{ (30\% времени)},$$

$$T_{m^3} = 0.3 \text{ (30\% времени)}.$$

Тогда индивидуальный риск R_m будет рассчитываться следующим образом:

$$R_m = (0.001 \cdot 0.4) + (0.002 \cdot 0.3) + (0.003 \cdot 0.3),$$

$$R_m = 0.0004 + 0.0006 + 0.0009,$$

$$R_m = 0.0019.$$

Таким образом, индивидуальный риск для работника m составляет $0.0019 \text{ (год}^{-1}\text{)}$.

Расчеты потенциального риска P_i , условной вероятности поражения человека Q_{dij} и индивидуального риска R_m позволяют оценить потенциальную опасность пожара для конкретного помещения и работников на объекте. Эти показатели являются важными для разработки стратегий управления рисками и принятия мер по повышению безопасности.

Улучшение систем пожаротушения, усиление противопожарных барьеров и внедрение мер по предотвращению возникновения пожаров могут значительно снизить риски и повысить общую безопасность объекта.

Для повышения противопожарной защиты производственного цеха ООО «ЮСК» предлагается внедрение системы модульного газового пожаротушения типа МПТУ 150-50-12, которые применяются для тушения помещений и технологического оборудования.

Противопожарная защита производственного цеха является критически важной задачей для обеспечения безопасности сотрудников, оборудования и имущества. Внедрение данной системы модульного газового пожаротушения типа МПТУ 150-50-12 позволит значительно повысить уровень безопасности и эффективность тушения пожаров в производственном цехе ООО «ЮСК».

На рисунке 15 демонстрируется схема технологической части установки газового пожаротушения.



Рисунок 15 – Схема технологической части установки газового пожаротушения

В модулях МПТУ применен высокотехнологичный метод контроля сохранности газовых огнетушащих веществ (ГОТВ), это электронное устройство контроля массы CO_2 (УКМ). Данное устройство располагается в самом запорно-пусковом устройстве (ЗПУ). ЗПУ - это клапан, закрытый в нормальном положении.

Двуокись углерода CO_2 – одно из самых распространенных и эффективных газовых огнетушащих веществ. Пожаротушение происходит

очень быстро, так как CO_2 тяжелее кислорода, который поддерживает горение огня, и заполняя помещение газ вытесняет кислород. Соответственно распространение и горение огня прекращается. Установка пожаротушения имеет три баллона с жидкой углекислотой. При возникновении пожара и срабатывании АПС подается электромагнитный импульс, открывается запорно-пусковое устройство, газ распространяется по трубам и через сопла насадок-распылителей выбрасывается в защищаемое помещение. При этом CO_2 мгновенно из жидкого состояния переходит в газообразное, из-за действия высокого давления и поглощения тепловой энергии, и быстро заполняет помещение.

Главными преимуществами тушения пожара двуокисью углерода CO_2 являются:

- безопасность для технологического оборудования и любых материалов;
- простота в использовании;
- возможность применения на любых объектах и даже с оборудованием под электрическим напряжением.

Имеются и недостатки в применении данной противопожарной системы [28]:

- угроза персоналу из-за недостатка кислорода. Для человека безопасно 10 процентов содержания CO_2 в воздухе, а при пожаротушении эффект наступает при 30 процентах. Поэтому при возникновении нужно очень быстро провести эвакуацию людей;
- более эффективно газовое пожаротушение применимо при крупных возгораниях, на небольших объектах лучше применять другие средства.

При срабатывании АПС, помимо газового пожаротушения и СОУЭ, также одновременно запускается противодымная вытяжная вентиляционная система дымоудаления.

Также необходимо ознакомить сотрудников с работой систем для быстрого реагирования в случае опасных ситуаций.

Выводы по второй главе: в результате проведения анализа противопожарного состояния производственно-технического отдела, строительных площадок и офисного помещения ООО «ЮСК» были рассмотрены инженерно-технические характеристики объекта на предмет пожарной безопасности, предназначения зданий, пожарные нагрузки, планировки помещений и эффективность действующих систем противопожарной защиты объекта, и определены пожарные риски.

На основании выявленных факторов, а также проведенных расчетов границы опасных зон на строительных площадках и категории взрывопожарной и пожарной опасности в производственном цехе ООО «Южно-сибирская строительная компания» были предложены мероприятия по совершенствованию работы системы управления пожарной безопасностью.

Предложенные мероприятия позволят минимизировать риск возникновения и распространения пожара на объекте. Для повышения противопожарной защиты производственного цеха ООО «ЮСК» предлагается внедрение автоматической системы модульного газового пожаротушения типа МПТУ 150-50-12.

В комплексе также задействованы системы защиты АПС газового пожаротушения, СОУЭ, вытяжная вентиляционная система дымоудаления.

Данный комплекс противопожарных мер эффективно решит задачу по повышению противопожарной защиты объекта, а также повысит противопожарную защиту промышленных объектов.

Разработка методов и средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов включает в себя:

- интеграцию современных технологий и методологий, которые позволяют значительно повысить уровень безопасности и эффективность тушения пожаров;

– устранение организационных ограничений путем внедрения четких процедур и инструкций, а также обучения персонала новым методам и технологиям, что способствует более эффективному и координированному реагированию на пожары и чрезвычайные ситуации;

– внедрение систем мониторинга и управления, робототехнических комплексов, систем пожарной сигнализации и пожаротушения, а также систем навигации, картографирования, связи и координации, которые позволяют создать более безопасную, надежную и стабильную среду на объекте;

– разработку и внедрение многофункциональных робототехнических комплексов, которые позволяют выполнять задачи по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в условиях, опасных для людей, тем самым повышая безопасность пожарных и спасателей, а также увеличивая скорость и точность тушения.

3 Апробация и анализ технико-экономической эффективности предлагаемых решений по повышению противопожарной защиты промышленных объектов

3.1 Апробация методологии и технических средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов на примере предприятий машиностроительной отрасли

По сценарию в производственном цехе произошла утечка природного газа и произошел взрыв.

«Избыточное давление взрыва ΔP для индивидуальных горючих веществ (газов и паров ЛВЖ и ГЖ) определяется по формуле» [23]:

$$\Delta P = P_{\max} - P_0, \quad (7)$$

где $P_{\max}$ – максимальное давление взрыва стехиометрической газозоудушной и парозоудушной смеси в замкнутом объеме. Определяется экспериментально или по справочным данным.

P_0 – начальное давление, кПа. Допускается принимать равным 101 кПа;

Z – коэффициент участия горючего во взрыве указан в таблице 6.

При отсутствии данных допускается принимать:

$$P_{\max} = 900 \text{ кПа},$$

Таблица 6 – Значение коэффициента Z для различных видов горючего

Вид горючего	Значение
Водород	1,0
Горючие газы, пыли	0,5

Продолжение таблицы 6

Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать равным 80% геометрического объема помещения.

$$V_{\text{св}} = 0,8 * V_{\text{помещ.}} \quad (8)$$

где $V_{\text{св}}$ — объем сгораемого вещества (м^3);

$V_{\text{помещ.}}$ — общий объем помещения (м^3).

Свободный объем производственного цеха $V = 18468 \text{ м}^3$. В помещение цеха проведен газопровод, для подачи природного газа.

В газопроводе максимальное давление $P_{\text{г}} = 600 \text{ кПа}$, максимальный расход $g = 0,24 \text{ м}^3/\text{сек}$. По сценарию не сработало автоматическое отключение подачи газа.

«Время срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно ГОСТ 12.3.047-98» [9] принимаем $T = 120 \text{ сек}$.

Показатель абсолютной максимальной температуры воздуха $t_{\text{р}} = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

В данном случае плотность метана составляет $\rho_{\text{м}} = 0,620 \text{ кг/м}^3$.

В случае сгорания газозудушной стехиометрической смеси метана в любом замкнутом объеме, значение максимального давления составляет $p_{\max} = 900$ кПа.

Количество поступившего метана в помещение из-за незапланированной разгерметизации газопровода:

$$V = g \cdot T, \quad (9)$$

$$V = 0,24 \cdot 120 = 28,8 \text{ м}^3,$$

где V — объем газа, который может выделиться при утечке (м^3);

g — массовый расход газа (кг/с);

T — время утечки (с).

Значение массы газа метана:

$$m_M = V \cdot p_m \text{ [1]}, \quad (10)$$

$$m_M = 28,8 \cdot 0,625 = 18 \text{ кг.}$$

где m_M — масса метана (кг);

V — объем метана (м^3);

p_m — плотность метана (кг/м^3).

«Значение стехиометрического коэффициента кислорода в реакции сгорания метана составляет:

$$\beta = n_x + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2}, \quad (11)$$

где n_c — количество атомов углерода в молекуле горючего вещества;

n_H — количество атомов водорода в молекуле горючего вещества;

n_X — количество атомов галогенов (если присутствуют) в молекуле горючего вещества;

n_O — количество атомов кислорода в молекуле вещества» [27].

Подставим эти значения в формулу:

$$\beta = 1 + \frac{4-0}{4} - \frac{0}{2},$$

$$\beta = 1 + 1 - 0,$$

$$\beta = 2.$$

Таким образом, стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания метана составляет 2. Это означает, что для полного сгорания одной молекулы метана требуется две молекулы кислорода.

Стехиометрическая концентрация метана (CH_4) определяет оптимальное соотношение метана и кислорода для полного сгорания метана без избытка или недостатка кислорода. Формула для расчета стехиометрической концентрации метана выглядит следующим образом:

$$C_{\text{ст}} = \frac{100}{1+4,84*b}, \quad (12)$$

где $C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация метана (в %);

B — коэффициент, характеризующий объемное соотношение воздуха к метану, необходимое для полного сгорания метана.

«Предположим, что коэффициент $b=9.52$ (это стандартное значение для метана). Тогда размер избыточного давления в случае сгорания газозоудной смеси из-за аварии [31]:

$$P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{CB}} \rho_{\text{r(n)}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{CTEX}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{H}}} \text{кПа.}, \quad (12)$$

$$P = (900 - 101) \frac{18 \cdot 0,5}{18468 \cdot 0,62} \cdot \frac{100}{9,5} \cdot \frac{1}{3} \approx 2,5 \text{кПа.},$$

где P — избыточное давление (кПа);

P_{max} — максимальное давление взрыва стехиометрической газозоудной смеси в замкнутом объеме (кПа);

P_0 — начальное давление (кПа);

V_{CB} — объем помещения (м^3);

$\rho_{г(п)}$ — плотность газа при стандартных условиях ($\text{кг}/\text{м}^3$);

$C_{\text{СТЕХ}}$ — стехиометрическая концентрация газа (%);

K_n — коэффициент неравномерности распределения газа в помещении;

M — масса газа, выделившегося при утечке (кг);

Z — коэффициент участия газа во взрыве» [27].

Вывод: на основании ГОСТ 12.3.047-98» [8] было установлено значение нижнего порога повреждения людей в соответствии с $P = 5$ кПа. При $P = 2,5$ кПа в цехе не пострадают ни люди, ни конструкции, ни оборудование.

Расчет стехиометрической концентрации метана позволяет определить оптимальное соотношение метана и кислорода для полного сгорания метана без избытка или недостатка кислорода.

Это важно для обеспечения эффективного и безопасного процесса сгорания, а также для разработки мер по предотвращению утечек горючих веществ и их воспламенения.

Стехиометрическая концентрация метана является важным показателем для оценки безопасности объекта и разработки стратегий управления рисками, так как она определяет оптимальное соотношение метана и кислорода для полного сгорания метана без избытка или недостатка кислорода.

3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов и средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов

Рассчитываем дополнительные капитальные вложения (ΔK), которые будут нужны при применении системы газового пожаротушения:

$$\Delta K = Ц + C_{\text{тр}} + C_{\text{дем}} + C_{\text{мон}} + C_{\text{раз}} + C_{\text{ликв}}, \quad (13)$$

где Ц – стоимость приобретаемого оборудования;

$C_{\text{тр}}$ – транспортно-заготовительные расходы;

$C_{\text{дем}}$ – затраты на демонтажные работы;

$C_{\text{мон}}$ – затраты на монтажные работы;

$C_{\text{раз}}$ – затраты на разработку;

$C_{\text{ликв}}$ – стоимость ликвидируемого оборудования.

Расчет стоимости покупных и комплектующих изделий (Ц) сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет стоимости покупных и комплектующих изделий

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена, ед. руб.	Стоимость, руб.	Обоснование
МПТУ 150-50-12	шт.	3	634500	1903500	ООО «Новые технологии»
Труба стальная, 20мм.	тонн	0,9	72000	64800	ОАО «Стальпром»
Итого:				968300	-
Транспортные расходы (15% от стоимости)				1968300*15% = 295245	
Всего:				2263545	

Определение затрат на демонтажные работы. При установке системы газового пожаротушения демонтажные работы не требуются:

$$C_{\text{дем}} = C_{\text{час/м}} \cdot t_{\text{дем}}, \quad (14)$$

где $C_{\text{час/м}}$ – часовая тарифная ставка монтажника 4 разряда (составляет 420руб/час);

$t_{\text{дем}}$ – трудоемкость демонтажных работ (чел/час) составляет 8 чел/час.

$$C_{\text{дем}} = 0.$$

Определение затрат на монтажные работы:

$$C_{\text{мон}} = C_{\text{час/м}} \cdot t_{\text{мон}}, \quad (15)$$

где $t_{\text{мон}}$ – трудоемкость монтажных работ;

$t_{\text{мон}}$ – трудоемкость монтажных работ составляет 6 чел/час;

$$C_{\text{мон}} = 420 \cdot 6 \cdot 8 = 20160 \text{ руб.}$$

Расчет единовременных затрат на проектирование системы модульного газового пожаротушения.

Расчет единовременных затрат сведен в таблицу 8.

Таблица 8 – Единовременные затраты

Специалисты	t, час	Часовая тарифная ставка, руб/час	Заработная плата, руб.
Руководитель проекта	25	620	15500
Инженер	302	420	126840
Монтажник	101	300	30300
ИТОГО: 172640			

$$C_{\text{ост}} = 3 \cdot [C_{\text{п}} - (C_{\text{п}} \cdot N_{\text{а}} \cdot T_{\text{фи}})], \quad (16)$$

где $S_{\text{ост}}$ — остаточная стоимость после амортизации;

$S_{\text{п}}$ — первоначальная стоимость;

$N_{\text{а}}$ — коэффициент амортизации;

$T_{\text{фи}}$ — коэффициент физического состояния.

Формула для расчета первоначальной стоимости $S_{\text{п}}$ системы автоматики выглядит следующим образом:

$$C_{\Pi} = Ц + З_{\text{тр}} + З_{\text{м}}, \quad (17)$$

где C_{Π} – первоначальная стоимость системы автоматики;

$Ц$ – цена приобретения системы автоматики (по данным бухгалтерских документов $Ц = 1968300$ руб.);

$З_{\text{тр}}$ – транспортно-заготовительные расходы (15% от цены);

$З_{\text{м}}$ – затраты на монтажные работы.

Тогда:

$$З_{\text{тр}} = 1968300 * 15\% = 295245 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{м}} = \frac{C_{\text{ч}}}{M} \cdot \text{мон} = 1968300 + 295245 = 2263545 \text{ руб.},$$

$$C_{\Pi} = Ц + З_{\text{тр}} + З_{\text{м}} = 1968300 + 295245 + 20160 = 2283705 \text{ руб.},$$

$$C_{\Pi} = 2283705 \text{ рублей.}$$

Определяем H_a – норма амортизации:

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ном}}}, \quad (18)$$

$$H_a = \frac{1}{10} = 0,1,$$

где $T_{\text{ном}}$ – номинальный срок полезного использования 10 лет.

Дополнительные капитальные вложения при внедрении системы газового пожаротушения составят:

$$\Delta K = Ц + C_{\text{тр}} + C_{\text{дем}} + C_{\text{мон}} + C_{\text{раз}} + C_{\text{слив}}, \quad (19)$$

$$\Delta K = 2263545 + 172640 + 1380 + 1500000 = 3937565 \text{ руб.}$$

«Показатель экономической эффективности от использования системы МПТУ может быть определен годовой экономией в процессе

функционирования данной системы ($\mathcal{E}$ год), сроком окупаемости капитальных затрат (T), расчетным коэффициентом затрат (E_p), экономическим эффектом за год ($\mathcal{E}$).

Формула определения годовой экономии:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \left(\frac{A_2 - A_1}{A_1} \right) * \Pi_1 + \left(\frac{C_1 - C_2}{100} \right) * A_2, \quad (19)$$

где A_1, A_2 – годовой объем продаж до, после внедрения МПТУ, млн. рублей;

$C_1 * C_2$ – затраты на 1 рубль продаж после внедрения МПТУ;

Π_1 – прибыль от продаж до внедрения МПТУ, тыс. рублей;

$\left(\frac{C_1 - C_2}{100} \right) * A_2$ – годовой прирост прибыли из-за уменьшения объема производственных издержек, млн. рублей.

Формула расчета годового экономического эффекта:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n * K^{\text{АСУ}} \quad (20)$$

где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в промышленности (в расчете E_n принять равным 0,33);

$K^{\text{АСУ}}$ – капитальные вложения.

Эффективность затрат:

$$T = \frac{K^{\text{АСУ}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (21)$$

$$E_p = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{K^{\text{АСУ}}}. \quad (22)$$

Если расчетный коэффициент (E_p) затрат равен или больше нормативного ($E_{нвт}$), то предложенная система противопожарной защиты считается достаточно эффективной [30]:

$$E_p \geq E_{нвт}, \quad (23)$$

$$T \leq \frac{I}{E_{нвт}}. \quad (24)$$

В промышленности $E_{нвт}$ принято считать равным 0,3 следовательно, внедрение системы эффективно, если:

$$E_p \geq 0,3,$$
$$E_p \leq 3,3 \text{ года.}$$

Согласно данных показателей внедрение системы газового пожаротушения эффективно.

Сумма капитальных затрат определяется следующим образом:

$$K_n = K_{\pi} + K_{в}, \quad (25)$$

где K_n – затраты на проектирование;

K_{π} включают в себя затраты на составление технического задания, проектирование и внедрение системы;

$K_{в}$ – капиталовложения в технические средства системы» [3].

Данный вид работ будет осуществляться работниками предприятия с привлечением других организаций. Трудозатраты работников предприятия составят:

- на предпроектное исследование и изготовления технического задания – 24 человеко-месяцев;

- на разработку проекта и монтажные работы – 216 человеко-месяцев.

Средняя заработная плата работников на предприятии -36500 руб., отчисления на социальное страхование -30%.

Трудозатраты работников ООО «ЮСК» составят:

$$K_{\Pi} = (24 \text{ чел. мес} + 216 \text{ чел. мес}) \cdot 36500 \cdot 1.366 = 11966160 \text{ руб.}$$

«Расходы на разработку проекта системы пожаротушения, прокладку трубопровода, выполнение монтажных и технических работ привлеченной организацией составят ориентировочно 1 500 000 руб.

K_B – расходы на закупку;

K_B – высчитывается по формуле:

$$K_B = K_T + K_{\text{см}}, \quad (26)$$

где K_T – стоимость технических средств;

$K_{\text{см}}$ – затраты на транспортировку и монтаж.

$K_{\text{см}}$ согласно расчетов экономической эффективности применения МПТУ в предварительных расчетах принимается в размере 10% от стоимости технических средств, т.е. $K_{\text{см}} = 0,1 * K_T$.

K_T включает в себя стоимость ПО (K_M), телемеханического комплекса ($K_{\text{тм}}$), датчиков (K_D) и линий связи (K_L).

K_M согласно спецификации и стоимости оборудования, составляет: $K_M = 1300$ тыс. руб.

$K_{\text{тм}}$ согласно предварительному разбросу КП составляет: $K_{\text{тм}} = 300$ тыс. руб.

K_L принимается 30% от затрат на телемеханику:

$$K_L = 0,3 * K_{\text{тм}} = 90 \text{ тыс. руб.}$$

Согласно спецификации и стоимость датчиков составляет:

$$K_d = 290000 \text{ руб.}$$

Определяем K_B :

$$K_B = (K_T + K_{TM} + K_L + K_d) * 1,1, \quad (27)$$

$$K_B = (1300 + 300 + 90 + 290) * 1,1 = 1980 \text{ тыс. руб.}$$

Эксплуатационные расходы ($З_{экс}$) рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{экс} = З_{зп} + З_{ам} + З_m + З_э + З_{пр}, \quad (28)$$

где $З_{зп}$ – годовые расходы по заработной плате и отчислениям на социальное страхование сотрудников, которые обслуживают оборудование системы;

$З_{ам}$ – сумма годовых амортизационных отчислений технических средств системы;

$З_m$ – расход материалов и запчастей на текущий ремонт и содержание технических средств;

$З_э$ – стоимость потребляемой электроэнергии;

$З_{пр}$ – прочие расходы» [1].

Затраты на заработную плату персонала и отчисления на социальное страхование в год составят:

$$З_{зп} = (18 \cdot 36500) \cdot 12 \cdot 1,366 = 10769544 \text{ руб.}$$

Норма амортизации оборудования установлена 12%.

$$З_{ам} = 0,12 * K_T = 1800 * 0,12 = 216000 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание системы МПТУ, а также на запасные части и материалы для текущих ремонтных работ, по опыту эксплуатации принято считать 1,5% от стоимости оборудования:

$$Ц_3 Z_M = 0,015 * K_T = 1800 * 0,015 = 27000 \text{ руб.}$$

Затраты на пользование электричеством при работе системы рассчитываются исходя из мощности оборудования ($M_y = 10$ кВт), годового фонда времени ($T = 8760$), тарифа за 1 кВт/час электроэнергии ($Ц_9 = 4,70$ руб.) и коэффициента интенсивности использования мощности ($B = 0,85$, согласно отраслевой методики определения эффективности МПТУ):

$$Z_9 = 10 * 8700 * 0,0998 * 0,85 = 74311 \text{ руб.}$$

Рассчитываем сумму эксплуатационных затрат:

$$Z_{\text{экс}} = 2824078 + 216000 + 27000 + 74311 = 3141389 \text{ руб.}$$

Далее рассчитывается годовой экономический эффект.

Годовая экономия от применения системы газового пожаротушения составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E} - \mathcal{E}_{\text{экс}}, \quad (29)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 34832336 - 3141389 = 31690947 \text{ руб.}$$

Далее рассчитывается годовой экономический эффект по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_H * K^{\text{АСУ}}, \quad (30)$$

$$\mathcal{E} = 31690947 - 0,153 * 47550000 = 24415797 \text{ руб.}$$

Высчитывается расчетный коэффициент затрат:

$$\begin{aligned}\mathfrak{Z}_p &= \frac{\mathfrak{Z}_{\text{год}}}{K_{ACU}}, \\ \mathfrak{Z}_p &= \frac{31690947}{47550000} = 0,66.\end{aligned}\tag{31}$$

На основании полученных результатов рассчитываем срок окупаемости системы МПТУ:

$$\begin{aligned}T &= \frac{1}{\mathfrak{Z}_p}, \\ T &= \frac{1}{0,66} = 1,5 \text{ года.}\end{aligned}\tag{32}$$

Исходя из проведенных расчетов срок окупаемости предлагаемого оборудования составляет 1,5 года, что гораздо меньше нормативного срока, который равен три года. А это значит, что разработка и применение системы газового модульного пожаротушения эффективно.

Таким образом, на основании выявленных нарушений, а также проведенных расчетов границы опасных зон и категории взрывопожарной и пожарной опасности производственного цеха ООО «Южно-сибирская строительная компания» были предложены мероприятия по совершенствованию работы системы управления охраной труда и пожарной безопасностью. Предложенные мероприятия позволят минимизировать риск возникновения ЧС на объекте.

По результатам расчета экономического эффекта от внедрения предлагаемых мероприятий, была выявлена не только их социальная значимость, но и экономическая выгода. Также в ходе работы был проведен анализ готовности организации к чрезвычайным ситуациям.

Выводы по третьей главе: апробация методологии и технических средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов на

примере предприятий машиностроительной отрасли показала, что предложенные решения эффективно снижают риск возникновения пожаров и их последствий. Внедрение современных технологий и инновационных подходов позволило значительно улучшить уровень безопасности на предприятиях. Результаты апробации подтвердили применимость и эффективность предложенных методов и средств в реальных условиях эксплуатации.

Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов и средств повышения противопожарной защиты промышленных объектов показали значительное снижение риска пожаров и ущерба от них. Внедрение предложенных решений привело к улучшению пожарной безопасности, снижению затрат на восстановление после пожаров и повышению общей эффективности работы предприятий.

Внедрение эффективных мероприятий по обеспечению безопасности, например, таких как многофункциональные автоматические комплексы пожаротушения на данный объект, может значительно повысить уровень безопасности и снизить риски, связанные с пожарами и другими чрезвычайными ситуациями, что приведет к снижению страховых премий, уменьшению затрат на ремонт и восстановление оборудования, а также снижению ущерба имуществу и повышению уровня безопасности объекта.

Заключение

«Современный мир невозможно представить без промышленных предприятий, структура, которых с каждым годом насчитывает все более сложные процессы и механизмы, разрабатываются и внедряются новейшие технологии производства» [26].

«В условиях взаимодействия Российской Федерации с другими государствами и мировым сообществом в целом, возникает необходимость достижения соответствия российского законодательства международным нормам, стандартам, обязательствам в области обеспечения безопасности труда, главным результатом чего должно стать совершенствования системы безопасности и повышения уровня условий труда работников.

В связи с этим часть обязательств по обеспечению безопасных условий труда работников перешла от органов государственной власти к самим организациям. В частности, государственные нормативные акты в области пожарной безопасности содержат только общие требования, а решение конкретных вопросов и задач должно производиться по средствам соглашения между работодателем и работниками» [23].

В разделе 1 говорится о том, что промышленные предприятия – это объединение мощностей производства, требуемых для организации производственного процесса, результатом которого является изготовление продукта. Чтобы обеспечить безопасность персонала в производственных зданиях применяются системы автоматического и полуавтоматического пожаротушения, эффективность работы которых ежегодно улучшается, учитывая новейшие технологические разработки.

«Поэтому компетентность в области пожарной безопасности приобретает значимость и для работодателя и для работников, которые должны знать об имеющихся неблагоприятных факторах трудовой деятельности и обеспечиваться мероприятиями по снижению их воздействия» [31].

Если говорить об условиях труда на промышленных объектах, то они имеют свою специфику, отличающую рабочие места от тех работников, которые заняты на постоянных рабочих местах и чья деятельность связана с выполнением однообразных операций со стационарным оборудованием.

Так как трудовые обязанности работников, занятых на производстве, подразумевают постоянные перемещения по рабочей площадке, то и условия труда непрерывно изменяются, в результате чего риск получения травмыкратно повышается. Поэтому обеспечение безопасными условиями труда в этой сфере имеет жизненно важное значение.

«Стоит отметить, что безопасно организованная работа позволяет не только сократить количество несчастных случаев, но и создает благоприятные условия для повышения производительности труда работников, благодаря чему достигается экономическая выгода для работодателя. Значение этого фактора имеет большое значение в условиях рыночной экономики, позволяет привлечь и сохранить квалифицированные кадры, а также помогает при выходе на зарубежный рынок» [14].

В разделе 2 в рамках написания работы было проанализировано состояние пожарной безопасности в организации ООО «Южно-сибирская строительная компания». Были предложены мероприятия по совершенствованию работы системы управления охраной труда и пожарной безопасностью. Предложенные мероприятия позволят минимизировать риск возникновения ЧС на объекте.

В разделе 3 по результатам расчета экономического эффекта от внедрения предлагаемых мероприятий, была выявлена не только их социальная значимость, но и экономическая выгода, а также сохранность функциональности и производительность предприятия.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Абдурагимов И.М. Проблемы выполнения расчетов пожарных рисков// Электронный журнал Концепт. 2014. № 11. С. 16 – 20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-probleme-otsenki-deyatelnosti-organov-gosudarstvennogo-pozharnogo-nadzora>(дата обращения: 19.02.2024).
2. Амельчугов С.П. Обеспечение пожарной безопасности на территории Российской Федерации: Методическое пособие: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2016. – 462с.
3. Арефьева Е. В. Защита в чрезвычайных ситуациях // Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Изд. 2-е, перераб. Москва: АГЗ МЧС России, 2018. 400 с.
4. Бадагуев Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: приказы, акты, инструкции, журналы, положения. М.: Альфа-Пресс, 2020. 488 с.
5. Баратов А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения: справочное издание: в 2-х книгах. М.: Химия, 2020. 880 с.
6. Вахитова Л.Ф. Исследование мероприятий по повышению пожаробезопасности производственных объектов // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 10 – 1. – С. 64 – 68.
7. Воронов С.П. Применение риск-ориентированного подхода в деятельности органов государственного пожарного надзора // Научно – аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2016. №1. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-risk-orientirovannogo-podhoda-v-deyatelnosti-organov-gosudarstvennogo-pozharnogo-nadzora> (дата обращения: 19.02.2024).
8. Гогоберидзе Н.В. К вопросу автоматизации системы определения предела огнестойкости строительных конструкций // Инженерный вестник

Дона. 2012. № 4 – 1(22). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1075 (дата обращения: 19.02.2024).

9. Гусаков А. С. Особенности организации деятельности по осуществлению пожарной безопасности промышленных объектов – // Молодой ученый. – 2019. – № 45 (283). – С. 389 – 391.

10. Данилина Н.Е. Пожарная безопасность: электронное учебно-методическое пособие для студентов очной формы обучения / Н. Е. Данилина, Л.Н. Горина. – Тольятти, 2017. – 247 с.

11. Козлачкова В.И. К проблеме оценки деятельности органов государственного пожарного надзора рисков [Электронный ресурс] URL: <https://cyberlennka.ru/article/n/k-probleme-otsenki-deyatelnosti-organov-gosudarstvennogo-pozharnogo-nadzora> (дата обращения: 19.02.2024).

12. Конституция Российской Федерации: офиц. текст от 12 декабря 1993 г. М.: Омега-Л. 2023. 40с.

13. Макарова Е.Г. Пожарная безопасность как составляющая национальной безопасности, 2013. 67 – 78с. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18934154/> (дата обращения: 19.02.2024).

14. О безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28 декабря 2010 № 390-ФЗ (ред. от 14.11.2023). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=375318&ysclid=ltie9zyta5821842960> (дата обращения: 23.04.2024).

15. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 69-ФЗ (ред. от 27.12.2023 г.) // Собрание законодательства РФ. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=463548&ysclid=ltusb1m6wta895007673> (дата обращения: 17.03.2024).

16. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон Российской Федерации № 116 от 21 июля 1997 г. (ред. от 14.11.2023). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=463292&ysclid=ltgtwcar9w553821184> (дата обращения: 19.02.2024).

17. Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 18 ноября 2021г. №806 (ред. От 30.03.2023). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403011685/?ysclid=lv6j8u1z28259936864>. (дата обращения: 25.02.2024).

18. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 (ред. от 30.03.2023).URL: https://e-ecolog.ru/docs/WkQDMt_y9qa1itb1JNz?utm_referrer=https%3A%2F%2F (дата обращения: 19.02.2024).

19. Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций. М.: Безопасность труда и жизни, 2021. 918 с.

20. Пожарная безопасность // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fire-service.ru/informaciya/informaciya-po-pozharnoj-bezopasnosti/pozharnaya-bezopasnost.html> (дата обращения: 19.02.2024).

21. Пожарная опасность – проблема человечества [Электронный ресурс]. http://ohrana-bgd.ru/pogbez/pogbez1_01.html (дата обращения: 19.02.2024).

22. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России № 693 «Об утверждении свода правил СП 2.13130.2012 (ред. от 30.03.2023).URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096437?ysclid=ltgvch95fy906122894> (дата обращения: 19.02.2024).

23. Системы противопожарной защиты. Ограничение пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным

решениям [Электронный ресурс]: СП 4.13130.2013 (ред. от 30.03.2023). URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200180689>(дата обращения: 19.02.2024).

24. СП 486.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России (ред. от 30.03.2023). URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-20072020-n-539/sp> 486.1311500.2020. (дата обращения: 23.02.2024).

25. Статистика чрезвычайных ситуаций Кемеровской области [Электронный ресурс] – URL: <https://66.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 19.02.2024). (дата обращения: 19.02.2024).

26. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 14.01.2024). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=463292&ysclid=ltgtwcar9w553821184> (дата обращения: 19.02.2024).

27. Fire Safety in Schools: A Fire And Life Safety Inspection Checklist [Электронный ресурс]: // Quick Response Fire Supply, 2020. URL: <https://www.qrfs.com/blog/> (дата обращения: 19.02.2024).

28. Fire Fighting Systems and Equipment in Buildings [Электронный ресурс]: // South Australian Metropolitan Fire Service, 2017. (дата обращения: 21.05.2024).

29. Fire safety in schools – A Step by Step guide for 2020 [Электронный ресурс]: // 2020. URL: <https://www.businesswatchgroup.co.uk/> (дата обращения: 19.02.2024). (дата обращения: 25.06.2024).

30. School Building Fires (2009-2011). Topical Fire Report [Электронный ресурс]: // U.S. Department of Homeland Security – Emmitsburg, Maryland, 2014. С. 3 (дата обращения: 20.07.2024).

31. Understanding Automatic Fire Suppression Systems [Электронный ресурс]: // FireTrace International, 2019. (дата обращения: 11.08.2024).