

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка мероприятий, направленных на улучшения
противопожарного водоснабжения предприятия

Обучающийся

Д.А. Петров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.г.н., доцент, В.В. Будко

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2024

Аннотация

Тема данной выпускной квалификационной работы – «Разработка мероприятий, направленных на улучшения противопожарного водоснабжения предприятия».

Во введении обосновывается важность выбранной темы, формулируются основная цель и задачи исследования.

Ключевые термины включают пожарную безопасность, средства для ее обеспечения, обнаружение и тушение пожаров, а также аспекты экологической и экономической безопасности.

Исследование предполагает решение нескольких задач:

- описание анализируемого объекта;
- оценка системы противопожарных мер на защищаемом объекте;
- разработка методов внедрения современных подходов в систему противопожарного водоснабжения;
- разработка плана улучшений для текущей системы противопожарного водоснабжения на предприятии;
- анализ принципов безопасности труда;
- оценка экологических аспектов деятельности организации;
- расчет экономической эффективности предложенных мероприятий.

Настоящая выпускная квалификационная работа выполнена на основе предприятия ООО «ПК Венткомплекс» и включает 83 листа материала, 2 рисунка, 24 таблицы и 21 используемый источник.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ особенностей тушения пожаров на предприятиях	6
1.1 Общие требования пожарной безопасности, предъявляемые к предприятию	6
1.2 Пожарная опасность предприятий	8
1.3 Особенности развития пожаров на предприятии.....	14
2 Система обеспечения пожарной безопасности объекта ООО «ПК Венткомплекс»	17
2.1 Общая характеристика объекта защиты ООО «ПК Венткомплекс»	17
2.2 Экспертиза проекта систем противопожарного водоснабжения объекта	21
2.3 Расчет времени эвакуации с предприятия	25
3 Охрана труда	34
4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	41
5 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	48
5.1 Предложения по совершенствованию системы противопожарного водоснабжения объекта защиты.....	48
5.2 Проектирование и эксплуатация огнестойких пластиковых трубопроводов	49
5.3 Гидравлический расчет системы противопожарного водоснабжения с внедрением пластиковых труб.....	52
5.4 Оценка экономической эффективности применения пластиковых труб	70
Заключение	79
Список используемой литературы и используемых источников.....	81

Введение

В современном мире обеспечение безопасности является одним из ключевых аспектов функционирования различных сфер деятельности человека. Особенно это касается промышленных предприятий, где существует риск возникновения пожаров и других чрезвычайных ситуаций.

В этой связи системы противопожарного водоснабжения приобретают особую значимость, поскольку они служат для защиты людей, оборудования и имущества от огня.

Системы противопожарного водоснабжения представляют собой сложные технические комплексы, состоящие из различных компонентов, таких как насосы, резервуары, трубопроводы и клапаны. Они предназначены для подачи воды к местам возгорания и обеспечения эффективного тушения пожаров.

Однако с увеличением концентрации производств, энергетических мощностей и вместимости складских помещений возникает потребность в усилении мер противопожарной защиты. Развитие технологий в области противопожарного водоснабжения способствует возникновению новых задач и подходов к проектированию систем противопожарного водоснабжения.

В работе также будут рассмотрены характеристики объекта, проанализирована пожарная опасность технологического процесса, дана характеристика систем противопожарного водоснабжения, а также приведён анализ пожаров и загораний на предприятии, в том числе дана оценка экономической эффективности предлагаемого проектного решения, рассмотрены вопросы защиты окружающей среды и охраны труда.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проведение анализа существующего противопожарного водоснабжения (внутреннего и наружного) объекта ООО «ПК Венткомплекс» и подготовка рекомендаций по его улучшению.

Для достижения этой цели в процессе работы выполняются следующие задачи:

- определение общих требований пожарной безопасности, предъявляемых к предприятию ООО «ПК Венткомплекс»;
- определение систем обеспечения пожарной безопасности объекта ООО «ПК Венткомплекс»;
- выявление основных свойств и параметров объекта защиты, которые помогут определить его состояние с точки зрения пожарной безопасности;
- проведение экспертизы существующей системы противопожарного водоснабжения объекта;
- составление перечня профессиональных угроз и определение опасностей на объекте;
- определение экологических аспектов, связанных с деятельностью организации;
- выбор оптимальных технических решений для модернизации противопожарного водоснабжения с использованием современных технологий;
- произвести экономическое обоснование для реализации предложенного плана мероприятий.

1 Анализ особенностей тушения пожаров на предприятиях

1.1 Общие требования пожарной безопасности, предъявляемые к предприятию

Пожар представляет угрозу не только для здоровья и жизни сотрудников, но и для имущества компании. Ответственный руководитель осознаёт это и соблюдает правила пожарной безопасности и требования нормативных актов, имеющих ключевое значение в данной области.

С 1 января 2021 года в силу вступили новые Правила противопожарного режима на территории Российской Федерации, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479 [6].

В требованиях по соблюдению пожарной безопасности установлен порядок поведения людей, организации производства и содержание территорий, зданий, сооружений и помещений предприятий (организаций). Они направлены на обеспечение пожарной безопасности. Предыдущее аналогичное постановление правительства больше не действует.

В 2023 году в подразделениях МЧС России, органами государственного пожарного надзора при осуществлении контрольно-надзорных мероприятий будут руководствоваться Программой профилактики рисков причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в сфере пожарной безопасности [7].

К объектам пожарного надзора в рамках данной Программы относятся:

- объекты образования и объекты, на которых осуществляется деятельность детских лагерей;
- объекты здравоохранения;
- объекты религиозного назначения;
- объекты культурно-досугового назначения;
- объекты временного размещения людей, туризма и отдыха;
- объекты торговли;

- объекты общественного питания;
- объекты бытового обслуживания и предоставления услуг населению;
- объекты транспортной инфраструктуры;
- объекты административного назначения;
- объекты жилого назначения (многоквартирные жилые дома);
- объекты производственного назначения;
- объекты складского назначения;
- объекты сельскохозяйственного назначения;
- наружные установки.

Органами государственного пожарного надзора в 2023 году проведены следующие виды профилактических мероприятий:

- информирование,
- объявление предостережения,
- консультирование,
- профилактический визит,
- обобщение правоприменительной практики.

С 1 марта 2022 года вступили в силу новые программы обучения пожарной безопасности, утверждённые приказом МЧС России № 806 от 18.11.2021.

Согласно этим изменениям, ответственные за пожарную безопасность должны проходить обучение только в учебных центрах. Ранее сотрудники организаций обучались «пожарно-техническому минимуму», но теперь отдельные категории работников должны осваивать программы дополнительного профессионального образования. Список сотрудников, подлежащих обучению, был изменён и сокращён. В учебный центр следует направлять только тех, кто указан в обновлённом перечне.

С 1 марта 2022 года необходимо направлять на обучение пожарной безопасности в учебном центре следующих работников:

- индивидуальные предприниматели и руководители организаций;
- лица ответственные за пожарную безопасность;

- иные лица проводящие противопожарные инструктажи;
- лица, обеспечивающие пожарную безопасность в организации (назначенные установленным порядком);
- технические специалисты и главные специалисты на объектах с массовым пребыванием людей;
- специалисты по противопожарной профилактике.

1.2 Пожарная опасность предприятий

Охрана труда направлена на анализ и оценку потенциальных рисков, разработку мер по предотвращению производственных травм и заболеваний, обучение и аттестацию сотрудников по вопросам безопасности, а также контроль за соблюдением правил и норм охраны труда. Её цель – улучшить условия труда и снизить риски для работников. Безопасность труда является ключевым показателем эффективности работы организации и способствует стабильному развитию предприятия. На технических предприятиях пожары могут возникать из-за неправильного обращения с огнём и открытым пламенем, когда пренебрегают или забывают о правилах пожарной безопасности, что часто приводит к трагическим последствиям. Пожарная безопасность – это состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров. [15].

Другая причина – нарушение правил пожарной безопасности. Неисправные электроприборы, перегрузка электросети и неправильное установление оборудования создают опасность возгорания. Наконец, недостатки в системе пожаротушения и противопожарной защиты также способствуют возникновению пожаров и увеличивают их частоту. Пожарные службы регулярно проводят проверки и предупреждают о необходимости соблюдения требований безопасности, но это не всегда помогает. Важно осознать, что каждый должен соблюдать правила пожарной безопасности и быть ответственным за свои действия, чтобы защитить свою жизнь и

имущество от угрозы пожара. В тексте рассматриваются возможные причины и проблемы, связанные с неисправностями и безопасностью оборудования и его использованием. Такие проблемы могут включать неисправную запорную арматуру, отсутствие заглушек, появление искр при сварочных работах, конструктивные недостатки оборудования, выполнение ремонта на ходу и отклонение от технологических схем при проведении капитального ремонта, строительства и реконструкции [1].

Все эти факторы могут привести к авариям, повреждениям и потенциальным угрозам для окружающей среды и персонала. Поэтому необходимо тщательно следить за состоянием оборудования, производить его регулярное обслуживание и строго соблюдать технологические процессы при работе с ним. Такие системы позволяют автоматически обнаруживать и тушить пожары в самом раннем стадии и предотвращать их распространение. Кроме того, важным аспектом является обучение и подготовка персонала к действиям в случае возникновения пожара. Применение специальной защитной одежды и индивидуальных средств защиты также имеет большое значение для обеспечения безопасности на предприятиях. В общем, предотвращение возгораний на промышленных объектах требует комплексного подхода, который включает технические и организационные меры. Усиление контроля над соблюдением технологических норм, модернизация оборудования и систем безопасности, а также обучение персонала – ключевые аспекты решения этой задачи. Только совместными усилиями всех участников производственного процесса можно обеспечить безопасность и предотвратить возникновение пожаров на промышленных предприятиях.

В обязательном порядке необходимо включать в годовые планы проведение эксплуатационные мероприятия, которые включают и устранение неполадок в системах пожаротушения и предупреждающих устройствах и сигнализации, и регулярное проведение пожарных учений и тренингов для

сотрудников, и организацию разработки планов эвакуации, а также предоставление необходимых средств для тушения пожаров.

«Противопожарные мероприятия в основном направлены на обеспечение защиты здоровья и жизни людей и на сохранность их имущества. Основной целью является поддержание необходимых условий путем строгого соблюдения установленных правил и требований. Разработка и проведение мероприятий по противопожарной безопасности необходимы оценки и устранения вероятных причин возгорания. Данные мероприятия обеспечивают максимальное ограничение распространения пламени. Они включают в себя меры по обеспечению эвакуации людей и сохранности их имущества» [4].

Важно и обеспечение пожарной безопасности на предприятиях в целях сохранения жизни и здоровья сотрудников, а также сохранения имущества организации. Пожар может привести к тяжелым последствиям – травмам, летальным исходам, разрушению зданий и оборудования, пожару могут быть подвергнуты и соседние объекты. Поэтому необходимо строго соблюдать все мероприятия по пожарной профилактике и обеспечению пожарной безопасности. Исходя из указанных нарушений требуется учитывать необходимость регулярного проведения проверок и аудитов, в целях выявления проблемных мест и неисправностей в системах противопожарной автоматики объекта защиты.

Также необходимо обучить сотрудников правилам пожарной безопасности и действиям в случае возгорания, чтобы они понимали, как следует себя вести при возникновении пожара. Занятия и тренинги должны проводиться регулярно и быть доступными для всех работников компании. Обеспечение пожарной безопасности на предприятии – серьезная задача руководства, требующая постоянного мониторинга и внимания.

Правильная классификация пожарной опасности предприятий, основанная на использовании горючих материалов, обеспечивает высокий уровень безопасности и помогает избежать пожаров и взрывов.

Категория А относится к горючим газам и жидкостям, которые могут образовывать взрывоопасные смеси в пространстве объемом более 5% помещения. Примеры таких производств включают производство нефтепродуктов и химическую промышленность.

Категория В относится к горючим жидкостям с высокой температурой вспышки и горючим твердым веществам, которые могут гореть без доступа кислорода. Примеры таких производств включают предприятия по переработке угля и деревообрабатывающие предприятия.

Производства, связанные с использованием горючих материалов, представляют повышенную пожарную опасность. Горючие газы и жидкости представляют наибольшую опасность, так как могут образовывать взрывоопасные смеси, а горючие твердые вещества могут гореть без доступа кислорода. Приведенные примеры производств подтверждают значимость классификации предприятий по пожарной опасности.

Правильная классификация позволяет определить необходимые меры предосторожности и предотвращать возможные пожары и взрывы. Предприятия, относящиеся к категориям А и В, должны соблюдать строгие правила пожарной безопасности, обеспечивая наличие необходимого оборудования и проводя регулярные проверки и тренировки персонала.

Осознание пожарной опасности и соблюдение правил безопасности являются ключевыми аспектами работы горючих производств. Регулярное обновление знаний и применение современных технологий помогают практически исключить случаи возникновения пожаров и взрывов.

Необходимо уделять должное внимание пожарной безопасности и соблюдать все требования и рекомендации, чтобы защитить жизнь и имущество. Особое внимание по обеспечению и соблюдению требований пожарной безопасности необходимо уделить производственным и складским зданиям, сооружениям и (или) помещениям. Для достижения необходимого уровня безопасных условий труда и пожарной безопасности необходимо соблюдать определенные требования и рекомендации.

Первым требованием является отнесение производства к определенной категории. Это позволяет определить степень риска и принять соответствующие меры для предотвращения возникновения пожара. Категория определяется на основе наличия и характера использования взрывоопасных веществ.

Вторым требованием является обеспечение необходимых мер по пожарной безопасности. Каждая категория производства имеет свой набор требований, которые должны быть выполнены для обеспечения безопасности работников и предотвращения пожара. Это может включать в себя установку специальных систем пожаротушения, аварийных (автоматических) отключателей электричества, обучение персонала правилам пожарной безопасности и многое другое.

Третьим требованием является выбор соответствующего электрооборудования. Взрывоопасные производства требуют особого внимания к выбору и установке электрооборудования.

Оно должно соответствовать требованиям по безопасности и быть специализированным для работы в условиях с наличием взрывоопасных веществ.

Важно контролировать состояние устройств защитного отключения электроэнергии, искробезопасных цепей и компонентов средств противопожарной автоматики, таких как СПС (система пожарной сигнализации), СОУЭ (система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре), установки пожаротушения, автоматизация и диспетчеризация противопожарных систем с инженерными системами объекта (вентиляция, лифты, противопожарные двери и прочее). Также необходимо передавать сигналы на пульт дежурно-диспетчерской службы МЧС России и обеспечивать работу внутреннего и внешнего противопожарного водопровода. Соблюдение проектных решений в части объемно-планировочных решений также обязательно.

В план развития предприятия следует включать мероприятия по улучшению пожарной безопасности и модернизации противопожарной системы. Разработать и соблюдать инструкции по действиям в случае пожара, проводить плановые учения. Обеспечивать рабочие места средствами пожаротушения и СИЗОД (средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения).

Организация информационно-просветительских мероприятий среди персонала по вопросам пожарной безопасности. Анализ и учёт случаев возгораний и их последствий для выявления и устранения причин пожаров, а также повышения эффективности противопожарных мер. Вовлечение сотрудников компании в систему поощрений и наград за активное участие в обеспечении пожарной безопасности. Сотрудничество с государственными органами пожарной охраны и участие в совместных мероприятиях по улучшению пожарной безопасности.

В настоящее время вопросы пожарной безопасности стоят особенно остро. Пожарные случаи, которые происходят по всему миру, прежде всего уходят в никуда громадные материальные и финансовые потери, но главное – жизни людей.

Формирование и руководство добровольной пожарной дружиной, предоставление финансирования, назначение лиц ответственных за соблюдением требований пожарной безопасности всего объекта, согласование с планом деятельности предприятия и проведение занятий, в том числе практических, утверждение инструкций и проведение учений – это лишь некоторые меры, которые необходимо принять для повышения пожарной безопасности предприятия.

Учет и анализ пожаров и их последствий являются важным инструментом для постоянного улучшения системы пожарной безопасности и предотвращения повторения происшествий. Инструктажи по пожарной безопасности, а также занятия по дополнительным образовательным

программам в области пожарной безопасности проводятся на предприятиях с целью обеспечения безопасности персонала. Порядок проведения этих мероприятий определяется внутренними нормативными документами организации. Инструктаж проводится сотрудниками, наделенными соответствующими полномочиями, которые проходят специальное обучение. Они проводят занятие с персоналом о порядке действия сотрудников в случае возникновения пожара, показывают местоположение средств пожаротушения и способы их применения. Важной частью инструктажа являются меры предупреждения пожара, а также демонстрация эвакуационных планов и проведение учебной эвакуации согласно планам эвакуации, размещенных на объекте.

В итоге, проведение противопожарного инструктажа и занятий с сотрудниками предприятия повышается безопасность работников и в случае возникновения пожара позволяет минимизировать риск гибели людей или имущества.

1.3 Особенности развития пожаров на предприятии

Чтобы предотвратить пожары на предприятиях, необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности, проводить регулярные проверки и техническое обслуживание систем противопожарной защиты, обучать персонал правилам безопасного обращения с огнем и пользования (использования) всеми имеющимися на предприятии средствами пожаротушения.

Кроме того, предприятию следует оснащаться передовыми системами пожаротушения и обучать работников методам их применения. При обнаружении пожара нужно оперативно применять противопожарные средства и вызывать пожарную службу. Только совместными усилиями можно оперативно ликвидировать пожар и предотвратить его распространение.

Профилактические меры включают в себя поддержание чистоты и порядка на рабочих местах, применение огнеупорных материалов, установку градирен и систем пожаротушения, а также организацию эвакуационных путей и обучение персонала процедуре эвакуации. Следует также проводить регулярные тренировки и пожарные учения, чтобы работники знали, как правильно действовать в случае возникновения пожара и могли быстро и безопасно покинуть здание.

Сравнительная статистика возгораний, в том числе пожаров, их количество на объектах различного назначения отображены в таблице 1 [21].

«Таблица 1 – Сравнительная статистика возгораний за 2023 год» [21]

Назначение объекта	Количество	Доля в общем числе, %
Здания производственного назначения	1 097	27
Складские здания, сооружения	436	11
Сельскохозяйственные здания	124	3
Здания, сооружения и помещения предприятий торговли	913	23
Здания, помещения учебно-воспитательного назначения	137	3
Здания, помещения здравоохранения и социального обслуживания населения	116	3
Здания, помещения сервисного обслуживания населения	481	12
Административные здания	400	10
Здания, сооружения и помещения для культурно-досуговой деятельности населения и религии, обрядов	128	3
Здания и помещения временного пребывания (проживания) людей	185	5

Из статистики видно, что в местах проведения работ, во время технологических процессов, происходит порядка 27% возгораний от общего числа.

Важно учесть специфику работы объекта и особенности технологического процесса при разработке и реализации мер по обеспечению

безопасности. Для достижения приемлемого уровня пожарной безопасности объекта следует посещать выставки и форумы, на которых производители размещают стенды с новейшими разработками систем противопожарной защиты. Это обеспечит получение консультаций и рекомендаций по модернизации системы пожарной безопасности на предприятии.

Вывод по первому разделу.

В результате проведённого анализа объекта защиты ООО «ПК Венткомплекс» были выявлены особенности и уязвимые места, которые могут привести к возгоранию и пожару. Руководство должно обратить внимание на такие ситуации и принять соответствующие меры для обеспечения пожарной безопасности. Сравнительный анализ статистики возгораний на производственных и складских объектах показал, что проблемы пожарной безопасности актуальны для обоих типов объектов, и требуют постоянного контроля и внимания со стороны ответственных лиц.

2 Система обеспечения пожарной безопасности объекта ООО «ПК Венткомплекс»

2.1 Общая характеристика объекта защиты ООО «ПК Венткомплекс»

ООО ПК «Венткомплекс» представляет собой производственно-складской комплекс. На территории, общей площадью 4 га, расположены административные, производственные, вспомогательные здания и сооружения. Всего 27 строений.

Офисные помещения для руководящего состава и административных подразделений размещены в двухэтажном здании, которое обеспечивает комфортное и эффективное функционирование этих структур.

В границах участка изолированные складские помещения площадью до 1000 кв. м сдаются в аренду. Отапливаемые и неотапливаемые склады с полным набором сервисных услуг. Погрузо-разгрузочные работы полностью механизированы. Рампы для разгрузки автомобильного и железнодорожного транспорта, контейнерная площадка, грузовые лифты.

ООО «ПК Венткомплекс» располагается в районе выезда СЧ и находится на расстоянии 1,5 километрах от расположения части. На территории объекта располагаются здания и сооружения различной степени огнестойкости и назначения. Территория используется для хранения хлопка, ткани, поставляемого железнодорожным транспортом. Максимальное количество товаров, которое может находиться на территории объекта составляет 3000 тонн. Для погрузки и разгрузки имеется 4 железнодорожных эстакады. Для заезда автотранспорта на территорию объекта имеются одни ворота.

Время работы предприятия с 9–00 до 17–30. На объекте имеется круглосуточная охрана.

Основные здания и сооружения, расположенные на объекте.

Административное здание имеет размеры в плане 85 х 27 метров и высоту 11 метров. Оно состоит из двух этажей и подвала, стены выполнены из кирпича, материал перекрытий – железобетонные плиты, кровля выполнена из металла на деревянной решетчатой конструкции (обрешётка). Лестничные клетки – две, степень огнестойкости – третья, а количество входов в здание – четыре.

Горючая нагрузка – мебель, горючая отделка полов, стен, служебные документы.

На первом этаже располагаются: комната охраны, кабинеты, актовЫй зал, столовая, складские помещения.

На втором этаже располагаются: кабинеты, складские помещения.

Подвальное помещениИ с непосредственным выходом наружу в котором располагаются: раздевалка и кладовые помещения.

Складской корпус 1 (главный). Здание выполнено из железобетонного каркаса, а также имеются пристройки из клинкерного кирпича. Перекрытия – железобетонные, мягкая кровля (выполнена из рубероида) уложена по железобетонным плитам. Степень огнестойкости корпуса – вторая. По бокам здания расположены две стационарные пожарные лестницы. Размер 112х34х28 метров.

На первом этаже хранятся 480 тонн хлопка в кипах, а на третьем этаже – 400 тонн тканей в рулонах.

Главный складской корпус 2. Размер в плане: 60х23х12 м., одноэтажное, стены кирпичные, перекрытия ж/б плиты, подвал и чердачное помещениИ отсутствуют, кровля мягкая (рубероИд) по железобетонным плитам, степень огнестойкости – вторая. Хранимый материал – ткань 300 т.

Склад временного хранения. Размер в плане: 37х13х7 м., одноэтажное, стены кирпичные, перекрытия ж/б плиты, подвал и чердачное помещениИ отсутствуют, кровля мягкая (рубероИд) по железобетонным плитам, степень огнестойкости – вторая. Хранимый материал – хлопок 20 т.

Мотовозное депо (новое). Размер в плане: 32х8х8 м., одноэтажное, стены железобетонные, перекрытия ж/б плиты, подвал и чердачное помещение отсутствуют, кровля мягкая (рубероид) по железобетонным плитам, степень огнестойкости – вторая.

Газовая котельная. Размер в плане: 30х18х8 м., одноэтажное, стены железобетонные, перекрытия ж/б плиты, подвал и чердачное помещение отсутствуют, кровля мягкая (рубероид) по железобетонным плитам, степень огнестойкости – вторая.

Растворный узел. Размер в плане: 90х18х8 м., двухэтажное, стены кирпичные, перекрытия – железобетонные плиты, кровля мягкая (рубероид) по железобетонным плитам, степень огнестойкости – вторая.

Строительный отдел. Размер в плане: 25х18х4 м., одноэтажное, стены – кирпичная кладка, перекрытия деревянные конструкции, кровля металлическая, степень огнестойкости – третья.

Производственное здание. Размер в плане: 77х13х8 м., двухэтажное, стены кирпичные, перекрытия ж/б плиты, кровля – мягкая (рубероид) по железобетонным плитам, степень огнестойкости – вторая.

Гаражи. Размер в плане: 42х17х6 м., одноэтажное, стены кирпичные, перекрытия ж/б плиты, кровля – мягкая (рубероид) по железобетонным плитам, степень огнестойкости – вторая.

Мотовозное депо (старое). Размер в плане: 19х7х6 м., одноэтажное, стены кирпичные, перекрытия ж/б плиты, кровля – мягкая, степень огнестойкости – вторая.

Магазин. Размер в плане: 32х7х5 м., одноэтажное, стены щитовые, обложены кирпичом, перекрытия деревянные, освещение электрическое, отопление водяное от местной котельной, степень огнестойкости – вторая.

Трансформаторная подстанция ТП-84 (6 кВ). Размер в плане: 11х8х5 м., одноэтажное, стены кирпичные, перекрытия ж/б плиты, кровля – мягкая (рубероид), степень огнестойкости – вторая.

Трансформаторная подстанция ТП-400 (6 кВ). Размер в плане. 9х5х5 м., одноэтажное, стены кирпичные, перекрытия ж/б плиты, кровля – мягкая (рубероид), степень огнестойкости – вторая.

Овощехранилище. Размер в плане: 28х3х3 м., здание подземное, стены кирпичные, перекрытия деревянные.

Проходная. Размер в плане: 13х12х6 м., двухэтажное, стены – кирпичные, перекрытия железобетонные, кровля мягкая (по ж/б плитам), освещение электрическое, отопление водяное от местной котельной, степень огнестойкости – вторая.

Ангар №1. Размер в плане: 17х10х5 м., строение металлическое по металлическому каркасу, освещение электрическое, отопления нет.

Ангар № 2. Размер в плане: 80х15х9 м., строение металлическое по металлическому каркасу, освещение электрическое, отопления нет.

Ангар № 3. Размер в плане: 50х15х9 м., строение металлическое по металлическому каркасу, освещение электрическое, отопления нет.

Здания и сооружения объекта оборудованы силовой – 380В и осветительной – 220В сетями. Полное отключение электрооборудования производится на трансформаторных подстанциях ТП – 84 и ТП – 400, которые располагаются на территории объекта. С 9–30 до 17–00 на территории находится электрик, который имеет допуск в ТП. В ночное время электрика на объекте нет.

Высылка за ним автомобиля на случай чрезвычайных ситуаций не предусмотрена. Поэтому дежурный персонал, находящийся на объекте ночью, в случае чрезвычайных ситуаций вызывает «Горэлектросеть». Отключение отдельных помещений производится на электрощитах, располагающихся внутри зданий.

Обесточивание производится по следующей схеме:

- ТП-84: главный складской корпус, контейнерное отделение, магазин, овощехранилище, насосная станция, склад временного хранения;

- ТП-400: административное здание, гаражи, производственное здание, ангары, проходная, строительный отдел;
- Здание котельной обесточивается в ТП-84 и ТП-400.

Запас диэлектрических комплектов и заземлителей для пожарной техники отсутствует.

Вентиляция в зданиях и сооружениях естественная. Установок подпора воздуха и дымоудаления на предприятии нет.

Отопление на объекте водяное от котельной, расположенной на территории предприятия. Котельная работает на газу, который подается по стационарному трубопроводу. В котельной круглосуточно находится дежурный.

На территории ООО «ПК Венткомплекс» имеется городская телефонная связь со всеми службами объекта. Со всеми службами объекта можно связаться через службу охраны на КПП объекта по телефону 37–35–45. Прямой связи с пожарной охраной нет.

2.2 Экспертиза проекта систем противопожарного водоснабжения объекта

Система наружного противопожарного водоснабжения ООО «ПК Венткомплекс» включает городской водопровод диаметром 150 мм с десятью пожарными гидрантами на кольцевом противопожарном водопроводе и ещё двумя гидрантами на соседних улицах.

Таблица 2 – Пожарные гидранты на территории ООО «ПК Венткомплекс»

Место расположения	Кол-во ближайших ПГ	Вид и диаметр сети	Рабочее давление (атм.)	Водоотдача (л/с)	Расстояние (м)	Другие данные
На территории	1	К-150	2	70	20	
На территории	1	К-150	2	70	20	

Продолжение таблицы 2

На территории	1	К-150	2	70	40	
На территории	1	К-150	2	70	40	
На территории	1	К-150	2	70	60	
На территории	1	К-150	2	70	60	
На территории	1	К-150	2	70	60	
На территории	1	К-150	2	70	60	
На территории	1	К-150	2	70	60	
На территории	1	К-150	2	70	60	
Водоем на территории объекта	1					объем 300 м.куб.

Система противопожарного водоснабжения предприятия, комбинированная с хозяйственно-питьевым водоснабжением предприятия. Гидравлический расчет осуществляется с учетом обязательных требований нормативных документов.

Для достижения результатов определения удельного расхода воды расчетные величины пожарного риска требуется определить в два этапа до пожара и во время пожара, учитывая полученные значения по отдельности для каждого здания и суммируя полученные значения на объекте в целом. [5].

Результаты экспертизы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Экспертиза противопожарного водоснабжения на соответствие требованиям пожарной безопасности

Вопросы, подлежащие экспертизе	Принято в проекте	Требуется	Основание	Вывод соотв./не соотв.
наружный водопровод				
1	Противопожарный водопровод	предусмотрен	должен быть предусмотрен	п. 4.1 соотв.

Продолжение таблицы 3

2	Тип водопроводной сети на объекте (кольцевой или тупиковый)	кольцевой	водопроводные сети должны быть кольцевыми	п. 8.5	соотв.
3	Расположение гидрантов	расположены вдоль в двух метрах от края дороги, расстояние до здания 5 м	пожарные гидранты должны быть размещены вдоль дорог на расстоянии не более 2,5 метров от края проезжей части, но не ближе 5 метров от стен зданий	п. 8.6	соотв.
4	Расстояние между гидрантами	не обеспечивается пожаротушение материального склада и цеха узлов и деталей двумя пожарными гидрантами	обеспечивать пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания не менее чем от двух пожарных гидрантов	п. 8.6	не соотв.
5	Расчетное количество одновременных возгораний на территории предприятия.	один пожар	один пожар при площади предприятия до 150 га и два- при площади более 150 га	п. 6	соотв.
6	Расход воды для наружного пожаротушения	имеется 40 л/с	требуется 40 л/с	п. 5	соотв.
внутренний водопровод					
1	Требование по устройству внутреннего противопожарного водопровода	имеется	требуется	п. 6.1	соотв.

Продолжение таблицы 3

2	Минимальный расход воды ВПВ на нужды пожаротушения и число струй	2 струи по 5 л/с	2 струи по 5 л/с	п. 6.3, таблица 2	соотв.
3	Размещение внутренних пожарных кранов с точки зрения орошения помещения расчетным количеством струй	в помещении имеются точки, не орошаемые двумя струями	требуется каждую точку помещения орошать двумя струями – по одной струе из двух соседних стояков	п. 6.12	не соотв.
4	Правильность установки пожарных кранов и их укомплектованность	пожарные краны установлены на высоте 1,35 м от пола в шкафах пожарного крана. Укомплектованы ручными пожарными стволами и рукавами.	Пожарные краны следует устанавливать таким образом, чтобы отвод, на котором он расположен, находился на высоте $(1,35 \pm 0,15)$ м над полом помещения, и размещать в шкафчиках	п. 6.13, 6.14, 6.16	соотв.

В результате проведенного анализа противопожарного водоснабжения объекта на предмет соответствия нормативным требованиям в области пожарной безопасности, выявлено следующее.

Существующее противопожарное водоснабжение не обеспечивает пожаротушение любого обслуживаемого данной сетью здания не менее чем двумя пожарными гидрантами, а также не обеспечивается орошение каждой точки помещения двумя струями от пожарных кранов – по одной струе из двух соседних стояков пожарных кранов [3].

Исходя из указанных нарушений обязательных требований пожарной безопасности следует модернизировать противопожарный водопровод и

привести в соответствие противопожарную водопроводную сеть действующему законодательству в области пожарной безопасности.

Для прокладки противопожарного водопровода предлагается применить новейшую технологию противопожарного водопровода, с применением трехслойных огнестойких пластиковых труб.

Можно выделить ряд преимуществ применения этой технологии в отличии от традиционно используемых металлических труб:

- долговечность эксплуатации (не менее 50 лет);
- высокая стойкость к большинству внешних воздействий;
- легкость монтажа;
- отсутствие необходимости выполнять пожароопасные работы на действующем объекте;
- минимально допустимые расходы на обслуживание;

Характеристики противопожарного водоснабжения, выполненного по предложенной технологии, удовлетворяют требованиям организации и решают проблемы в области пожарной безопасности объекта в сжатые сроки.

2.3 Расчет времени эвакуации с предприятия

Эвакуация – это процесс, в ходе которого организуется эвакуационное движение людей из зданий или территорий, где им грозит опасность, такая как пожар, взрыв, наводнение или другие чрезвычайные ситуации. Целью эвакуации является спасение жизней и предотвращение возможных травм.

Эвакуация может быть самостоятельной, когда люди самостоятельно следуют к эвакуационным выходам, или организованной с привлечением обслуживающего персонала, особенно для маломобильных групп. В зданиях, как правило, предусмотрены специальные эвакуационные маршруты, обозначенные соответствующими знаками или указателями.

В отличие от эвакуации, спасение происходит в случаях невозможности самостоятельного передвижения людей в безопасную зону, когда людей выводят наружу при непосредственной угрозе возгорания или другого бедствия. В таких обстоятельствах требуется быстрая реакция, и зачастую спасатели оперативно эвакуируют людей из опасной зоны.

Спасение, в отличие от эвакуации, представляет собой принудительное перемещение людей наружу при непосредственной угрозе пожара или другой катастрофы. В таких ситуациях время критично, и зачастую спасение происходит с помощью спасателей, которые оперативно эвакуируют людей из опасной зоны.

Важно обратить внимание на предупредительные сигналы и указания в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Каждый человек должен знать, какие действия следует предпринять в случае эвакуации или спасения, чтобы сохранить свою жизнь и жизни других людей. Необходимо внимательно следовать инструкциям и указаниям спасателей, а также помогать более уязвимым группам населения, чтобы все успешно и безопасно пережили чрезвычайные ситуации. Безопасность в случае пожара или других чрезвычайных ситуаций является одним из основных аспектов любого помещения. Чтобы обеспечить безопасную эвакуацию людей, нужно принимать во внимание ряд аспектов.

Прежде всего, структура помещения должна быть спроектирована с учетом пожарной безопасности. Это означает наличие необходимого количества выходов, широких коридоров, удобных лестниц и пандусов для мобильности людей с ограниченными возможностями. Количество доступных выходов должно быть пропорционально количеству людей, находящихся в помещении.

Кроме того, важно иметь достаточное количество пожаротушащих средств. Они должны быть легко доступны и правильно расположены в стратегических местах. Это могут быть пожарные щиты, пенные стволы, огнетушители и системы автоматического пожаротушения.

Не менее важно наличие систем противодымной защиты. Они помогают предотвратить распространение дыма и обеспечить доступ к чистому воздуху для эвакуации. Включение датчиков дыма (пожарных извещателей) и автоматическое управление вентиляцией также может эффективно снизить риск задымления помещения. Кроме того, необходимо обеспечить оперативность и эффективность работы всех систем безопасности. Это включает регулярные проверки и тесты систем, обучение персонала по плану эвакуации и прохождение тренировок на случай пожара или других чрезвычайных ситуаций.

В целом, обеспечение безопасной эвакуации людей в случае пожара или других чрезвычайных ситуаций требует комплексных мероприятий. Количество и работоспособность пожаротушающих средств, наличие систем противодымной защиты и другие факторы должны быть тщательно проработаны и обеспечены для минимизации риска и защиты жизни и здоровья людей. Эвакуационные выходы являются важной составляющей пожарной безопасности и позволяют людям покинуть здание в случае возникновения пожара. Они классифицируются на основе их функционального назначения и расположения [20].

Проходы, предназначенные для эвакуации, могут быть главными или вспомогательными. Главные эвакуационные выходы обеспечивают основной путь эвакуации и являются главными проходами, которыми пользуются все люди при пожаре. Вспомогательные выходы представляют собой дополнительные пути эвакуации, которые используются в случае невозможности использования главных проходов.

Кроме того, эвакуационные выходы разделяют на постоянные и временные. Постоянные выходы представляют собой постоянные отверстия или проходы, которые всегда доступны и готовы к использованию. Временные выходы могут быть временно закрытыми или требуют специальной активации при возникновении пожара.

Для оценки эффективности эвакуационных выходов необходимо рассчитать время эвакуации. Оно зависит от продолжительности пожара и коэффициента безопасности, который определяется на основе типа здания, наличия автоматической противопожарной системы и других факторов.

Таким образом, понимание определений и классификации эвакуационных выходов в области пожаробезопасности, а также расчет времени эвакуации, являются важными аспектами обеспечения безопасности людей и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других.

Критическая продолжительность пожара для людей, находящихся на этаже очага пожара, определяется из условия достижения одним из опасных факторов пожара в поэтажном коридоре своего предельного допустимого значения. В качестве критерия опасности для людей, находящихся выше очага пожара, рассматриваются условия достижения одним из опасных факторов пожара предельно допустимого значения в лестничной клетке на уровне очага пожара.

Значения температуры среды, оптической плотности дыма, концентрации кислорода и каждого газообразного токсичного продукта горения в коридоре очага пожара и в лестничной клетке определяются в результате решения системы уравнений теплогазообмена для помещений очага пожара, поэтажного коридора и лестничной клетки.

Ориентировочные критические значения ОФП:

- температуры среды – 70°C ;
- коэффициент ослабления видимости – 0,46;
- концентрация кислорода – 15%;
- концентрация веществ в воздухе, $\text{кг}/\text{м}^3$:
 - а) хлористого водорода – 23×10^{-6} ;
 - б) окиси углерода – $1,16 \times 10^{-3}$;
 - в) двуокиси углерода – 0,11.

«Расчётное время эвакуации (t_p) из рабочих помещений и зданий определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле» [17]:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_6, \quad (1)$$

«где t_1 – время движения от самого удалённого рабочего места до двери помещения (это расстояние примем равным диагонали помещения $L_{\text{п}}$);

t_2 – время прохождения дверного проёма помещения;

t_3 – время движения по коридору от двери помещения до лестничного марша;

t_4 – время движения по лестничному маршу;

t_5 – время движения по коридору первого этажа до выходной двери из здания;

t_6 – время прохождения дверного проёма из здания» [17].

«Время движения людского потока на отдельных участках вычисляется по формуле» [17]:

$$t_i = L_i / V_i, \quad (2)$$

«где L_i – длина отдельных участков эвакуационного пути;

V_i – скорость движения людского потока на отдельных участках пути, м/мин» [17].

«Скорость движения людского потока (V_i) зависит от плотности людского потока (D_i) на отдельных участках пути.

Плотность людского потока (D_i) вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле» [17]:

$$D_i = (N \times f) / (L_i \times \delta_i), \quad (3)$$

«где N – число людей;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека (принято $f = 0,1 \text{ м}^2$);

δ_i – ширина i -го участка эвакуационного пути, м» [17].

«Для вычисления плотности людского потока при эвакуации из рабочего помещения, δ_i принять равным половине ширины этого помещения.

Время прохождения дверного проёма приближённо можно рассчитать по формуле» [17]:

$$t_{д.н.} = N / (\delta_{д.н.} \times q_{д.н.}), \quad (4)$$

«где $\delta_{д.н.}$ – ширина дверного проёма, м;
 $q_{д.н.}$ – пропускная способность 1 м ширины дверного проёма (принимается равной 50 чел./ (м×мин) для дверей шириной менее 1,6 м и 60 чел./ (м×мин) для дверей шириной 1,6 м и более)» [17].

«Нормативное время эвакуации из помещений общественных зданий (кинотеатры, столовые, универмаги и др.) устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания и объёма помещения (таблица 4). Нормативное время эвакуации из общественных зданий устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания (таблица 6)» [17].

«При нормировании времени эвакуации для производственных зданий промышленных предприятий учитывается степень огнестойкости здания, категория производства и этажность здания (таблица 7). Нормативное время эвакуации из рабочих помещений производственных зданий зависит также и от объёма помещения (таблица 5)» [17].

«Таблица 4 – Время, за которое люди должны покинуть помещения общественных зданий ($t_{н.о.з.}$)» [17]

Помещение	«Время эвакуации ($t_{н.о.з.}$) мин, из помещений общественных зданий I и II степени огнестойкости при объёме помещения, тыс. м ³ » [17]				
	до 5	до 10	до 20	до 40	до 60
Наименование	до 5	до 10	до 20	до 40	до 60
Зрительные залы (театры и т.п.)	1,5	2	2,5	2,5	-
Залы лекционные, собраний, выставочные, столовые	2	3	3,5	4	4,5
Торговый зал	1,5	2	2,5	2,5	-

«Таблица 5 – Время, за которое люди должны покинуть помещения производственных зданий ($t_{н.п.з.}$)» [17]

Класс производства (категория)	Время эвакуации ($t_{н.п.з.}$) мин, из помещений производственных зданий I, II и III степени огнестойкости при объеме помещения (W_n), тыс. м ³				
	до 15	30	40	50	60 и более
А, Б, Е, В	0,50 1,25	0,75 2	1 2	1,50 2,50	1,75 3
Г, Д	не ограничивается (в учебных целях ориентируйтесь на нормативное время эвакуации из производственных зданий)				
«Примечание – Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30%, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %» [17].					

«Таблица 6 – Время, за которое люди должны покинуть общественные здания ($t_{о.з.}$)» [17]

Степень огнестойкости	Время эвакуации ($t_{о.з.}$), мин
I и II	до 6
III и IV	до 4
V	до 3

«Таблица 7– Время, за которое люди должны покинуть производственные здания ($t_{п.з.}$)» [17]

Категория производства	Время эвакуации ($t_{п.з.}$) мин, из производственных зданий I, II и III степени огнестойкости
А, Б, Е	до 4

Продолжение таблицы 7

В1, В2, В3 и В4	до 6
«Г, Д» [17]	до 8
«Примечание – Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30%, а для зданий V степени огнестойкости – на 50%» [17].	

«Расчётное время эвакуации по задымлённости получим по формуле» [17]:

$$t_{\partial} = (K_{осл} \times K_z \times W_n) / (V_{\partial} \times S_{н.г}), \quad (5)$$

«где $K_{осл}$ – допустимый коэффициент ослабления света (принять $K_{осл}=0,1$);

K_z – коэффициент условий газообмена;

W_n – объём рабочего помещения, м³;

V_{∂} – скорость дымообразования с единицы площади горения, м³/(м²×мин);

$S_{н.г}$ – площадь поверхности горения, м²» [17].

«В свою очередь коэффициент условий газообмена вычисляется по формуле» [17]:

$$K_z = S_o / S_n, \quad (6)$$

«где S_o – площадь отверстий (проёмов) в ограждающих стенах помещения, м² (табл. 6);

S_n – площадь пола помещения, м²» [17].

«Скорость дымообразования получим по формуле» [17]:

$$V_{\partial} = K_{\partial} \times V_z, \quad (7)$$

«где K_{∂} коэффициент состава продуктов горения (для древесноволокнистых плит равен 0,03 м³/кг);

V_z – массовая скорость горения (для древесноволокнистых плит принимается равной 10 кг/(м²×мин) » [17].

«Площадь поверхности горения можно получить по формуле» [17]:

$$S_{n.z.} = S_{n.n.} \times K_{n.z.}, \quad (8)$$

«где $S_{n.n.}$ – предполагаемая площадь пожара, м²;
 $K_{n.z.}$ – коэффициент поверхности горения (для разлившихся жидкостей и облицовочных плит $K_{n.z.}=1$)» [17].

«Расчетное время эвакуации рассчитывается по формуле» [17]:

$$t_p = t_{H.Э.} + t_1 + t_{d1} + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_{d2} \quad (9)$$
$$4,1 + 0,07 + 0,09 + 0,35 + 0,25 + 0,7 + 0,3 + 1,02 = 6,88 \text{ мин.}$$

Вывод: расчетное время эвакуации из кабинетов предприятия ООО «ПК Венткомплекс» соответствует нормативным требованиям.

Вывод по второму разделу.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что на территории ООО «ПК Венткомплекс» имеются различные здания, строения и сооружения, оснащенные системами противопожарной защиты. Однако существующая сеть противопожарного водоснабжения не соответствует требованиям пожарной безопасности, так как используется комбинированное водоснабжение, включающее хозяйственно-питьевое. Это может привести к проблемам во время пожара, поэтому необходимо провести модернизацию системы противопожарного водоснабжения для обеспечения безопасности работников и посетителей предприятия.

3 Охрана труда

Утвержденное приказом Минтруда России положение, о системе управления охраной труда, позволяет нам составить для некоторых рабочих мест реестр профессиональных рисков сотрудников ООО «ПК Венткомплекс» [11].

В процессе изучения рабочих мест водителя погрузчика, электрика и грузчика был составлен список потенциальных рисков, указанных в таблице 8.

Таблица 8 – Реестр рисков для рабочих мест грузчика, водителя автономного погрузчика, энергетика (электрика)

№ опасности	Опасность	ID	Опасное событие
3	перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
6	обрушение наземных конструкций	6.1	травма в результате заваливания или раздавливания
7	транспортное средство (погрузчик)	7.5	опрокидывание транспортного средства при проведении работ
22	груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1	удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме
24	монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1	психоэмоциональные перегрузки
27	электрический ток	27.1	контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
27	электрический ток	27.3	нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение сиз
28	насилие от враждебно-настроенных работников/третьих лиц	28.1	психофизическая нагрузка

Меры управления профессиональными рисками (мероприятия по охране труда) направляются на исключение выявленных у работодателя опасностей или снижение уровня профессионального риска.

«Руководствуясь Рекомендациями, утвержденными Приказом Минтруда России, установим оценку вероятности для определенных опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах ООО «ПК Венткомплекс», а именно водителя погрузчика, электрика и грузчика, а также проведем оценку риска» [12]. В таблице 9 представлена анкета для рабочего места водителя.

Таблица 9 – Анкета для рабочего места водителя автономного погрузчика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Водитель	6	6.1	весьма маловероятно	1	катастрофическая	5	5	низкий
	7	7.5	весьма маловероятно	1	крупная	4	4	низкий
	22	22.1	маловероятно	2	крупная	4	8	низкий
	27	27.3	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний

В таблице 10 представлена анкета для рабочего места электрика.

Таблица 10 – Анкета для рабочего места электрика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Электрик	3	3.2	маловероятно	2	катастрофическая	5	10	средний
	27	27.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий

Продолжение таблицы 10

	27	27.3	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
--	----	------	----------	---	------------------	---	----	---------

В таблице 11 представлена анкета для рабочего места грузчика.

Таблица 11 – Анкета для рабочего места грузчика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Грузчик	2	2.1	маловероятно	2	значительная	5	10	низкий
	22	22.1	вероятно	4	значительная	5	20	средний
	23	23.1	возможно	4	значительная	5	15	средний

В таблице 12 представлена оценка вероятности.

Таблица 12 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	весьма маловероятно	– практически исключено – зависит от следования инструкции – нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	1
2	маловероятно	– сложно представить, однако может произойти – зависит от следования инструкции – нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	2

Продолжение таблицы 12

3	возможно	<ul style="list-style-type: none"> – иногда может произойти – зависит от обучения (квалификации) – одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая 	3
4	вероятно	<ul style="list-style-type: none"> – зависит от случая, высокая степень возможности реализации – часто слышим о подобных фактах – периодически наблюдаемое событие 	4
5	весьма вероятно	<ul style="list-style-type: none"> – обязательно произойдет – практически несомненно – регулярно наблюдаемое событие 	5

В таблице 13 представлена оценка степени тяжести последствий.

Таблица 13 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	катастрофическая	<ul style="list-style-type: none"> – групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек); – Несчастный случай на производстве со смертельным исходом; – авария; – пожар; 	5
4	крупная	<ul style="list-style-type: none"> – тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней); – профессиональное заболевание. – инцидент 	4
3	значительная	<ul style="list-style-type: none"> – серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней; – инцидент 	3

Продолжение таблицы 13

2	незначительная	– незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. – инцидент, – быстро потушенное загорание.	2
1	приемлемая	– без травмы или заболевания; – незначительный, быстроустраняемый ущерб	1

«Количественную оценку риска рассчитаем по формуле:

$$ИПР = A \cdot U \quad (10)$$

где *ИПР* – индекс профессионального риска;
A – коэффициент вероятности тяжести;
U – коэффициент степени тяжести» [17].

$$ИПР = 4 \cdot 5 = 20 \text{ баллов}$$

Баллы указывают на высокий уровень риска, что подчёркивает необходимость принятия безотлагательных мер» [2].

Чтобы снизить профессиональные риски на рабочем месте электрика, разработаем план мероприятий (таблица 14).

«Таблица 14 – План возможных мероприятий по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте электрика» [17]

Наименование	даты проведения (сроки)	ответственный	Ожидаемый результат
Проведение специальной оценки условий труда, оценки уровней профессиональных рисков	2024 г.	специалист по ОТ	выявление опасных и вредных условий труда, выявление профессиональных рисков, своевременное их устранение или корректировка

Продолжение таблицы 14

Ведение в организации личных карточек учета выдачи СИЗ. Фактический учет выдачи и возврата СИЗ.	в соответствии с планом корректирующих действий	заместитель директора	снижение травмоопасности, заболеваемости, повышение работоспособности
Оснащение дополнительным оборудованием для наглядности и образовательных целей, необходимых для проведения инструктажей по темам безопасности труда, а также для обучения безопасным техникам и способам работы	III квартал 2024 г.	специалист по ОТ	лучшее усвоение пройденного материала, повышение уровня знаний по безопасным методам выполнения работ
Организация и проведение внеплановых инструктажей по ОТ	по мере необходимости	специалист по ОТ, руководитель	снижение уровня травматизма
Обязательное соблюдение режимов труда и отдыха	IV квартал 2024 г.	специалист по ОТ	снижение травматизма и уровня профессиональных рисков

Создание эффективной системы мониторинга и анализа данных о состоянии здоровья работников позволит своевременно выявлять профессиональные заболевания и принимать меры по их профилактике, что повысит уровень безопасности и здоровья сотрудников.

Предложенные мероприятия позволят снизить уровень производственного травматизма и профессиональных рисков, повысить производительность и безопасность условий труда. Это станет возможным благодаря снижению влияния вредных и опасных производственных факторов, улучшению навыков безопасной работы и уменьшению количества

заболеваний, связанных с работой. Организация постоянного обучения и повышения квалификации персонала поможет сотрудникам приобрести необходимые навыки и знания для безопасной работы, а также адаптироваться к изменениям в технологиях и процессах.

В этой части работы были определены потенциальные опасности и риски для электриков, грузчиков и водителей погрузчиков.

Предложенные меры помогут снизить риск получения травм, уменьшить количество профессиональных заболеваний, улучшить здоровье работников и ослабить влияние опасных и вредных производственных факторов.

Проведенный в этом разделе процесс идентификации потенциальных угроз для безопасности водителя погрузчика, электрика и грузчика позволил создать карту профессиональных рисков для указанных специальностей, благодаря которому разработан план основных мероприятий, призванный снизить уровень профессиональных рисков, а также снизят вредные и опасные производственные факторы на работников.

4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Антропогенная нагрузка на окружающую среду – это влияние человека на природу, вызванное его хозяйственной деятельностью. Оно может быть прямым (например, выбросы вредных веществ) и косвенным (изменение ландшафта). Это воздействие серьезно влияет на экосистемы и требует контроля и управления.

В таблице 15 проведена оценка антропогенной нагрузки исследуемого предприятия на окружающую среду.

Таблица 15 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Производственно–складская территория ООО «ПК Венткомплекс»	-	-	стоки бытовые	ТКО, отходы бумажные, смет с территории малоопасный
Количество в год		-	29.2 куб.м./год	5 т

Определим, соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным, исходя из информации в таблице 16.

Таблица 16 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
номер	наименование		
1	территория ООО «ПК Венткомплекс»	очистные сооружения	соответствует

«В соответствии со ст. 67 Закона № 7-ФЗ все юридические лица и индивидуальные предприниматели, ведущие деятельность на объектах I – III категорий, разрабатывают и утверждают программу производственного экологического контроля» [17].

Исследуемый объект относится к четвёртой категории воздействия на окружающую среду, поэтому контроль за охраной атмосферного воздуха не проводится. На предприятии нет промышленных выбросов. Предприятие использует экологически чистые технологии и материалы, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. На предприятии отсутствуют сильные выбросы в атмосферу, так как объём загрязняющих веществ составляет не более 10 тонн в год. Сотрудники предприятия проходят обучение и повышение квалификации по вопросам экологической безопасности и охраны окружающей среды. Предприятие активно сотрудничает с государственными органами и общественными организациями в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

«Программа производственного контроля – это обязательный документ, который должен быть разработан для любого предприятия, независимо от его масштабов и сферы деятельности. Программа представляет собой перечень и график регулярно проводимых мероприятий, которые проводятся на предприятии для защиты сотрудников и граждан от различных вредных факторов» [16].

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов и обращения с отходами представлены в таблице 17.

В таблице 18 представлены результаты производственного контроля в области обращения с отходами.

«ТКО – это отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К ТКО также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в помещениях в процессе потребления физическими лицами» [14].

«Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, к ТКО относятся все виды отходов подтипа «Отходы коммунальные твердые» (код 7 31 000 00 00 0), а также другие отходы типа «Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве, отходы при предоставлении услуг населению» (код 7 30 000 00 00 0) в случае, если в наименовании подтипа отходов или группы отходов указано, что отходы относятся к ТКО» [13].

Таблица 17 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективность очистки сточных вод, %	
			проектный	допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом	фактический			проектное	допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	фактическое	проектная	фактическая
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17
Комплексная система очистки loTenk-op-om-sb	2018	механическая очистка	0.45; 90	0.3; 70	0.08; 30	БПК	29.02.2024	-	-	-	99	99

Таблица 18 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2023 год

№ строки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее – ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	7 33 100 01 72 4	IV	0	4	4	0	4	0
2	смет с территории предприятия	7 33 390 01 71 4	IV	0	2	2	0	2	0

Продолжение таблицы 18

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						
всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	
11	12	13	14	15	16	
4	-	-	-	-	4	
2	-	-	-	-	2	
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
17	18	19	20	21	22	23
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

Для снижения воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду в ООО «ПК Венткомплекс» реализуется комплекс организационно-технических мероприятий, включая: обучение персонала согласно утверждённым программам; сбор, временное накопление и размещение отходов в соответствии с нормативными документами; соблюдение требований к организации и содержанию мест накопления отходов; соблюдение графика вывоза отходов; учёт образующихся отходов; контроль в сфере обращения с опасными отходами; внесение платы за негативное воздействие размещаемых отходов; взаимодействие с органами охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического надзора по вопросам безопасного обращения с отходами.

В разделе охрана окружающей среды и экологическая безопасность проведена оценка влияния, которое оказывает ООО «ПК Венткомплекс» на окружающую природу с точки зрения антропогенной активности. Исходя из результатов исследования, самыми значимыми факторами, влияющими на экосистемы, являются промышленные отходы и сбросы воды, образованные в результате хозяйственной деятельности данного объекта.

5 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

5.1 Предложения по совершенствованию системы противопожарного водоснабжения объекта защиты

В целях совершенствования системы противопожарного водоснабжения, установленной на объекте защиты, предлагается произвести замену металлических труб противопожарного водопровода, на новейшую технологию противопожарного водопровода, с применением трехслойных огнестойких пластиковых труб.

Трубопроводные сети для систем автоматического пожаротушения, внутреннего и внешнего противопожарного водоснабжения должны проектироваться таким образом, чтобы обеспечить их безотказность и работоспособность в период всего срока эксплуатации.

Важным моментом является и выбор проектного решения при проведении монтажных работ (ремонтных), в рамках которого целесообразно применять специализированный (механизированный, ручной) инструмент, который позволит проводить работы надлежащего качества и с наименьшими временными потерями.

Применение пластиковых труб в системе всасывающего трубопровода пожарных насосов ряд производителей не рекомендует или запрещает.

В Европе поиск решений подобных вопросов привёл к созданию альтернативных материалов. Например, в середине 60-х годов были созданы полимерные трубы, которые до сих пор сохраняют свои изначальные качества, несмотря на то что их установили более 30-ти лет назад.

В период с 2001 по 2008 год рынок полимерных труб в России развивался динамично: производство и потребление полимерных труб

увеличилось примерно на 420 %. Потребление полиэтиленовых труб возросло на 280 %, а труб из НПВХ – на 190 %.

Исходя из современных тенденций в области применения пластиковых труб в системах противопожарного водоснабжения в статье «О возможности использования пластиковых труб в спринклерных установках автоматического пожаротушения», представлен расчетный метод оценки возможности применения пластиковых труб в системах противопожарного водоснабжения [8]. Метод был учтен в разработке национальных стандартов и стандартах организаций.

Однако важно учитывать, что в случае применения пластиковых труб для создания совмещенного противопожарного и хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо применять оборудование (трубы, материалы, арматуру, прокладки и прочие элементы), имеющее санитарно-эпидемиологическое заключение.

5.2 Проектирование и эксплуатация огнестойких пластиковых трубопроводов

Основой для организации работ по проектированию противопожарного водоснабжения объекта с применением пластиковых труб является изучение технологии изготовления, технические характеристики, а также порядок и условия применения пластиковых труб.

Многослойная технология изготовления пластиковых труб обеспечивает высокую стойкость к воспламенению за счет применения в составе особой полимерной смолы (компаунд), усиленным средним слоем из стекловолокна, а также композитным материалом, не подверженным коррозии и обладающим абразивной устойчивостью с высокой пропускной способностью.

Популярность применения пластиковых труб наряду с металлическими обусловлена рядом преимуществ благодаря своим свойствам и техническим показателям, а также относительно низкой ценой, что позволит удешевить проект по созданию новой системы противопожарного водоснабжения.

Неоспоримыми преимуществами многослойных противопожарных пластиковых труб являются:

- способность материала сопротивляться разрушению (образованию очагов коррозии) и химическому воздействию, что позволит избежать продуктов коррозии в системе;
- уменьшение трудозатрат на монтажные работы и текущий ремонт в период эксплуатации;
- возможность проводить работы с применением технологии скрытого монтажа ввиду отсутствия требований эксплуатационного доступа;
- масса трубопровода из многослойных пластиковых труб меньше в сравнении со стальным аналогом трубопроводных сетей, что уменьшит нагрузку на строительные конструкции при монтаже;
- долговечность системы (более 50 лет);
- сокращение сроков строительства;
- упрощение процесса проектирования;
- сокращение транспортных расходов.

Учитывая ряд преимуществ пластиковых труб при сравнении с металлическими их успешно применяют при построении противопожарного водопровода таких систем как:

- спринклерная установка пожаротушения водозаполненная;
- спринклерная установка пожаротушения тонкораспыленной водой;

- спринклерная установки пожаротушения с применением пены низкой кратности;
- спринклерно-дренчерная установках пожаротушения с принудительным пуском;
- во внутреннем противопожарном водопроводе;
- внутренний и наружный противопожарный водопровод, совмещенный с хозяйственно-питьевым водопроводом.

Системы противопожарного водопровода выполненные их пластиковых труб имеют обладают высоким значением разрешенной скорости потока огнетушащего вещества, чем у стандартных металлических труб, что позволяет применять меньший диаметр труб для обеспечения расчетного расхода огнетушащего вещества.

Производство пластиковых трехслойных противопожарных труб возможно и на территории России, что позволяет участвовать в государственных конкурсных мероприятиях по определению поставщика. В рамках оказания помощи малому и среднему предпринимательству, государством организуются льготные программы, которые обеспечивает предприятиям ряд преимуществ. Продукция, произведенная в России, включается в реестры промышленной продукции, которые становится частью реестров ГИСП, используемых для поиска российских альтернатив согласно запретам и ограничениям на импорт иностранных товаров.

При эксплуатации данной продукции герметичные соединения труб и фитингов не требуют повышенного внимания и обслуживания в отличии от сварных швов металлических труб, которые подвергаются ремонту после незначительного срока использования. Опасность возгорания на

действующем объекте повышается при проведения огневых работ, необходимых для восстановления сварных соединений.

Эффективность работы установок пожаротушения достигается путем отсутствия засоров в трубопроводах системы продуктами коррозии, что является особенностью при эксплуатации металлических труб.

5.3 Гидравлический расчет системы противопожарного водоснабжения с внедрением пластиковых труб

В целях определения расчётных расходов воды до и во время пожара, а также выбора труб нужного диаметра для зданий и сооружений ООО «ПК Венткомплекс», необходимо провести гидравлический расчёт системы противопожарного водопровода.

Значения, полученные в результате произведенных расчетов, запишем в таблице 19.

При проведении расчётов будет принято во внимание дополнительное водопотребление предприятием, поскольку объект функционирует, и для поддержания его работы неизбежно возникают потери, связанные с хозяйственными и производственными нуждами.

Обозначим $Q_{\text{расч}}$; при первом периоде, $Q'_{\text{расч}}$ при втором периоде.

Средний расход воды для хозяйственно-питьевых нужд:

$$Q_{\text{ср.х}} = \frac{q_2 \cdot N_1}{t_{\text{см}} \cdot 3600}, \quad (11)$$

«где q_2 – нормы водопотребления на 1 человека в смену;
 N_1 – количество работающих в смену (из задания); $t_{\text{см}}$ – время работы одной смены» [17].

«Затем рассчитываем максимальный хозяйственно-питьевой расход воды» [17]:

$$Q_{\text{макс.х}} = K \cdot Q_{\text{ср.х}}, \quad (12)$$

«где K – коэффициент неравномерности водопотребления» [17].

Расчетный расход воды при первом периоде (до пожара) определяется по формуле:

$$Q_{\text{расч.}} = Q_{\text{ср.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{душ.}}, \quad (13)$$

«где $Q_{\text{макс.х}}$ – максимальный хозяйственно-питьевой расход воды;
 $Q_{\text{пр.}}$ – производственный расход воды;
 $Q_{\text{душ.}}$ – расход воды для душевых, л/с» [17].

$$Q_{\text{душ.}} = \frac{q_3 \cdot N_2}{n \cdot 3600}, \quad (14)$$

«где q_3 – часовой расход воды на одну душевую сетку 500 л/ч.;
 N_2 – число рабочих, принимающих душ (из задания);
 n – количество человек на одну душевую сетку: $n=5-15$ » [17].

«Расчетный расход воды при втором периоде – $Q'_{\text{расч.}}$ [л/с] определяется по формуле:

$$Q'_{\text{расч.}} = Q_{\text{макс.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{пож.}}, \quad (15)$$

или

$$Q'_{\text{расч.}} = Q_{\text{макс.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{вн.п.}} + Q_{\text{н.п.}}, \quad (16)$$

где $Q_{\text{пож.}}$ – расход воды на пожаротушение [л/с];
 $Q_{\text{н.п.}}$ – расход воды на наружное пожаротушение (от пожарных гидрантов);

$Q_{вн.п.}$ – расход воды на внутреннее пожаротушение (от пожарных кранов)» [17];

$$Q_{пож.} = Q_{н.п.} + Q_{вн.п.}, \quad (17)$$

«Согласно нормативным требованиям если территория составляет меньше 150 гектаров, то количество одновременных пожаров не может превышать 1» [18].

«В данном случае расход воды на пожаротушение будет равен только одному месту тушения, где требуется наибольший расход воды. В нашем случае это здание №2. Расход воды на нужды пожаротушения составляет» [17]:

$$Q_{пож.} = Q_{н.п.} + Q_{вн.п.} = 29 + 6 = 35 \text{ л/с}, \quad (16)$$

Административное здание:

(17)

$$Q_{ср.х} = \frac{q_2 \cdot N_1}{t_{см} \cdot 3600} = \frac{23 \cdot 82}{8 \cdot 3600} = 0,07 \text{ л/с},$$

$$Q_{макс.х} = K \cdot Q_{ср.х} = 3 \cdot 0,07 = 0,21 \text{ л/с},$$

$$Q_{душ.} = \frac{q_3 \cdot N_2}{n \cdot 3600} = \frac{485 \cdot 100}{7 \cdot 3600} = 1,49 \text{ л/с},$$

$$Q_{н.п.} = 10 \text{ л/с},$$

$Q_{вн.п.}$ – не предусмотрено,

$$Q_{расч.} = Q_{ср.х} + Q_{пр.} + Q_{душ.} = 0,21 + 1,49 + 4,0 = 5,7 \text{ л/с},$$

$$Q'_{расч} = Q_{макс.х} + Q_{пр.} = 0,21 + 4,21 \text{ л/с}.$$

Главный складской корпус:

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ср.х}} &= \frac{q_2 \cdot N_1}{t_{\text{см}} \cdot 3600} = \frac{50 \cdot 375}{8 \cdot 3600} = 0,35 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{макс.х}} &= K \cdot Q_{\text{ср.х}} = 3 \cdot 0,35 = 1,05 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{душ.}} &= \frac{q_3 \cdot N_2}{n \cdot 3600} = \frac{500 \cdot 380}{15 \cdot 3600} = 3,51 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{н.п.}} &= 30 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{вн.п.}} &= 2 \cdot 2,5 = 5,0 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{расч.}} &= Q_{\text{ср.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{душ.}} = 1,05 + 3,51 + 6,5 = 11,06 \text{ л/с}, \\
Q'_{\text{расч.}} &= Q_{\text{макс.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{вн.п.}} + Q_{\text{н.п.}} = 1,05 + 6,5 + 30,0 + 5,0 = 42,55 \text{ л/с},
\end{aligned}
\tag{18}$$

Контейнерное отделение с пристройкой:

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ср.х}} &= \frac{q_2 \cdot N_1}{t_{\text{см}} \cdot 3600} = \frac{25 \cdot 250}{8 \cdot 3600} = 0,22 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{макс.х}} &= K \cdot Q_{\text{ср.х}} = 3 \cdot 0,22 = 0,66 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{душ.}} &= \frac{q_3 \cdot N_2}{n \cdot 3600} = \frac{500 \cdot 240}{5 \cdot 3600} = 6,66 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{н.п.}} &= 20 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{вн.п.}} &= 2 \cdot 2,5 = 5,0 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{расч.}} &= Q_{\text{ср.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{душ.}} = 0,66 + 6,66 + 3,6 = 10,94 \text{ л/с}, \\
Q'_{\text{расч.}} &= Q_{\text{макс.х}} + Q_{\text{пр.}} = 0,66 + 3,6 = 4,26 \text{ л/с},
\end{aligned}
\tag{19}$$

Склад временного хранения:

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ср.х}} &= \frac{q_2 \cdot N_1}{t_{\text{см}} \cdot 3600} = \frac{25 \cdot 150}{8 \cdot 3600} = 0,13 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{макс.х}} &= K \cdot Q_{\text{ср.х}} = 3 \cdot 0,13 = 0,39 \text{ л/с},
\end{aligned}
\tag{20}$$

$$\begin{aligned}
Q_{\text{душ.}} &= \frac{q_3 \cdot N_2}{n \cdot 3600} = \frac{500 \cdot 140}{5 \cdot 3600} = 3,89 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{н.п.}} &= 20 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{вн.п.}} &= 2 \cdot 2,5 = 5,0 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{расч.}} &= Q_{\text{ср.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{душ.}} = 0,39 + 3,89 + 4,3 = 8,58 \text{ л/с}, \\
Q'_{\text{расч.}} &= Q_{\text{макс.х}} + Q_{\text{пр.}} = 0,39 + 4,3 = 4,69 \text{ л/с},
\end{aligned}$$

Мотовозное депо:

$$\begin{aligned}
Q_{\text{ср.х}} &= \frac{q_2 \cdot N_1}{t_{\text{см}} \cdot 3600} = \frac{45 \cdot 40}{7 \cdot 3600} = 0,071 \text{ л/с}, & (21) \\
Q_{\text{макс.х}} &= K \cdot Q_{\text{ср.х}} = 2,5 \cdot 0,062 = 0,178 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{душ.}} &= \frac{q_3 \cdot N_2}{n \cdot 3600} = \frac{500 \cdot 40}{5 \cdot 3600} = 1,11 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{н.п.}} &= 10 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{вн.п.}} &= 2 \cdot 2,5 = 5,0 \text{ л/с}, \\
Q_{\text{расч.}} &= Q_{\text{ср.х}} + Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{душ.}} = 0,178 + 1,11 + 7,0 = 8,29 \text{ л/с}, \\
Q'_{\text{расч.}} &= Q_{\text{макс.х}} + Q_{\text{пр.}} = 0,178 + 7,0 = 7,178 \text{ л/с}.
\end{aligned}$$

Таблица 19 – Расходы воды для зданий предприятия

№ здания	Наименование здания	N ₁ , чел	q ₁	q ₂	Q _{ср.х.} , л/с	K	Q _{макс.х.} , л/с	N ₂ , чел	q ₃	Q _{душ.} , л/с	Q _{пр.} , л/с	Q _{лож.}		Q _{расч.} , л/с	, л/с
												Q _{н.п}	Q _{вн.п}		
1.	2.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	административное здание	82		23	0,07	3	0,21	100	485	1,49	4,0	10	-	5,7	4,21
2.	главный складской корпус	375		50	0,35	3	1,05	380	500	3,51	6,5	30	5	11,06	42,55
3.	контейнерное отделение с пристройкой	250		23	0,22	3	0,66	240	500	6,66	3,6	20	5	10,94	4,26
4.	склад временного хранения	150		23	0,13	3	0,39	140	500	3,89	4,3	20	5	8,58	4,69
	всего:				0,83		2,46			16,66	25,4			44,57	62,89

«Для определения расходов воды и гидравлического расчёта наружной водопроводной сети вам нужно знать следующие данные.

- расходы воды на участках сети;
- диаметры труб на участках сети;
- потери напора в сети;
- скорость движения воды в трубах (не должна превышать 2,5 м/с).

Для второго периода (при пожаре) необходимо:

- расходы воды на участках сети;
- диаметры труб на участках сети;
- потери напора в сети;
- скорость движения воды в трубах (не должна превышать 2,5 м/с)» [17].

Для гидравлического расчета наружной водопроводной сети в первый период составляется расчетная схема отбора воды из наружной сети, изображенная на рисунке 1.

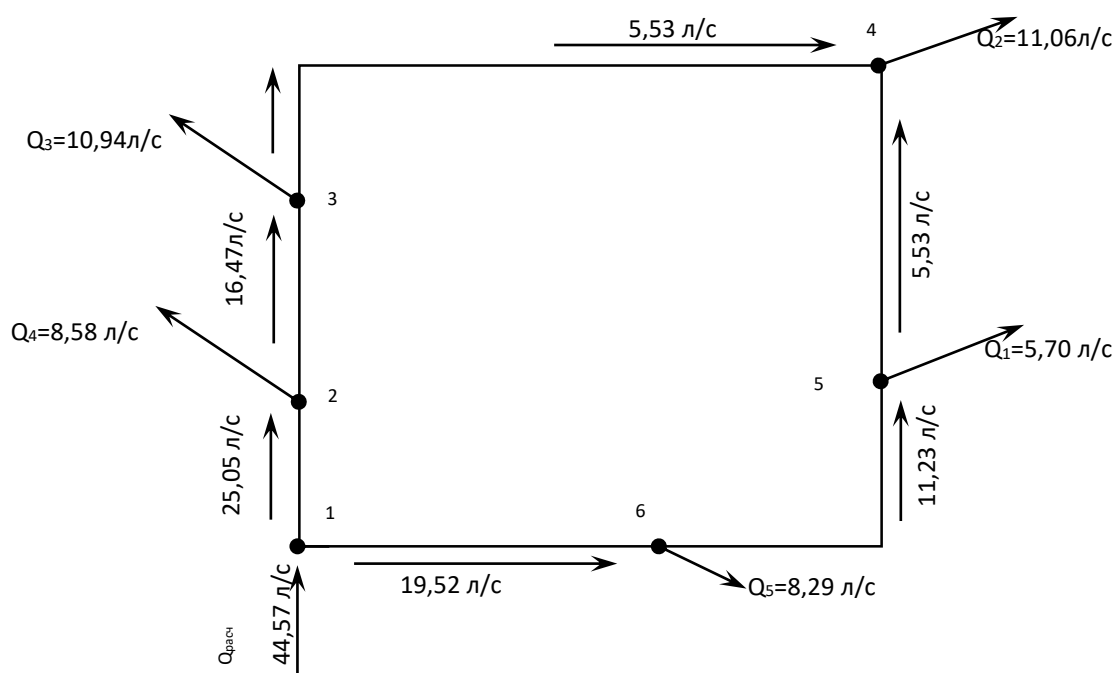


Рисунок 1 – Схема отбора воды из наружной сети в первый период

$Q_{расч.}$ принимаем как сумму общего расхода воды всего предприятия «до пожара». Условные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6 – узловые точки отбора воды.

«Место, где встречаются потоки воды, называется диктующей точкой. В нашем случае это точка 4. Таким образом водопроводная сеть состоит из двух полуколец: I полукольцо (условные точки 1 – 2 – 3 – 4) II полукольцо (условные точки 1 – 6 – 5 – 4).

Расход воды в диктующей точке 4 осуществляется за счет двух одинаковых потоков q_{4-3} и q_{4-5} . Поэтому расход воды на участках q_{4-3} одинаков и равен половине расхода воды в здании № 2.

Далее определяем расходы воды на других участках полукольца.

участок 3 – 2: $q_{3-2} = q_3 + q_{4-3} = 10,94 + 5,53 = 16,47$ л/с;

участок 2 – 1: $q_{2-1} = q_4 + q_{3-2} = 8,58 + 16,47 = 25,05$ л/с.

Расходы воды на участках второго полукольца определяем аналогично:

участок 4 – 5: л/с;

участок 5 – 6: $q_{5-6} = q_1 + q_{4-5} = 5,7 + 5,53 = 11,23$ л/с;

участок 6 – 1: $q_{6-1} = q_5 + q_{5-6} = 8,29 + 11,23 = 19,52$ л/с.

Для проверки правильности расчетов сверяем сумму расходов воды для всех зданий предприятия с количеством воды, поступающей в два полукольца» [17].

$$Q_{\text{расч.}} = q_{2-1} + q_{6-1} = 25,05 + 19,52 = 44,57 \text{ л/с} \quad (22)$$

Учитывая расходы воды на каждом участке, подбираем оптимальные диаметры труб на основе экономических показателей. Эти показатели зависят от стоимости энергии, материалов, труб, их установки и расчетного срока службы.

Предельные экономически обоснованные расходы воды зависят от экономических скоростей. Так, для труб диаметром от 100 до 400 мм принимаются минимальная экономическая скорость – (0,7 – 0,9) м/с и максимальная (1,0 – 1,5) м/с.

Таблица 20 – Зависимость диаметров труб от предельных экономически обоснованных расходов воды

Диаметр труб, мм	Предельные экономические расходы, л/с	
	Q _{мин}	Q _{макс}
100	-	8,2
125	7,0	14,0
150	12,7	21,8
200	21,8	40,0
250	40,0	65,0
300	65,0	94,0
400	133,0	178,0

Например, расход на участке 15 л/с. Тогда диаметр трубопровода принимается равным 150 мм, так как расход 15 л/с находится в промежутке между минимальным и максимальным расходами 12,7 и 21,8 л/с.

Определяем диаметр труб на участках I-го полукольца: $d_{4-3} - 100$ мм, $d_{3-2} - 125$ мм, $d_{2-1} - 150$ мм.

Определяем диаметр труб на участках II-го полукольца: $d_{4-5} - 100$ мм, $d_{5-6} - 125$ мм, $d_{6-1} - 150$ мм.

Таблица 21 – Гидравлический расчет наружной водопроводной сети в первый период

Полукольцо	Участок	Длина участка, м	d_{i-j} , мм	q_{i-j} , л/с	Сопротивление участка S_{i-j}	$h_{i-j} = S_{i-j} \cdot (q_{i-j})^2$	М ВОД. СТ	Первое исправление				Скорость V_{i-j} , м/с
								$S_{i-j} \cdot q_{i-j}$	Δq , л/с	$q^1 = q_{i-j} \pm \Delta q$, л/с	h^1_{i-j} , М ВОД. СТ	
	2-1	150	150	25,05	0,00556	3,49	0,1	-0,95	24,1	3,23	1,32	
							4					

Продолжение таблицы 21

I	3-2	400	125	16,47	0,03868	10,49	0,6 4	-0,95	15,52	9,31	1,26
	4-3	650	100	5,53	0,20260	6,19	1,1 2	-0,95	4,58	4,25	0,61
$\Sigma h_I = 20,17$ м вод. ст						$\Sigma h^1_I = 16,79$ м вод. ст					
II	6-1	250	150	19,52	0,00927	3,53	0,1 8	+0,95	20,47	3,88	1,1
	5-6	350	125	11,23	0,03385	4,27	0,3 8	+0,95	12,18	5,02	0,94
	4-5	600	100	5,53	0,18702	5,72	1,0 3	+0,95	6,48	7,85	0,73
$\Sigma h_{II} = 13,52$ м вод. ст						$\Sigma h^1_{II} = 16,75$ м вод. ст					

Далее, определяем потери напора на участках и в полукольцах.

I полукольцо:

$$\text{участок 4 – 3: } h_{4-3} = S_{4-3} \cdot (q_{4-3})^2 = 0,20260 \cdot (5,53)^2 = 6,19 \text{ м вод. ст.};$$

$$\text{участок 3 – 2: } h_{3-2} = S_{3-2} \cdot (q_{3-2})^2 = 0,03868 \cdot (16,47)^2 = 10,49 \text{ м вод. ст.};$$

$$\text{участок 2 – 1: } h_{2-1} = S_{2-1} \cdot (q_{2-1})^2 = 0,00556 \cdot (25,05)^2 = 3,49 \text{ м вод. ст.}$$

II полукольцо:

$$\text{участок 4 – 5: } h_{4-5} = S_{4-5} \cdot (q_{4-5})^2 = 0,18702 \cdot (5,53)^2 = 5,72 \text{ м вод. ст.};$$

$$\text{участок 5 – 6: } h_{5-6} = S_{5-6} \cdot (q_{5-6})^2 = 0,03385 \cdot (11,23)^2 = 4,27 \text{ м вод. ст.};$$

$$\text{участок 6 – 1: } h_{6-1} = S_{6-1} \cdot (q_{6-1})^2 = 0,00927 \cdot (19,52)^2 = 3,53 \text{ м вод. ст.}$$

Суммы потерь напора в I и II полукольцах должны быть одинаковыми.

«Но, в действительности, всегда наблюдается разность потерь напора в полукольцах, называемая невязкой Δh . Поэтому мы осуществляем определение невязки» [17]:

$$\Sigma h_I = h_{4-3} + h_{3-2} + h_{2-1} = 6,19 + 10,49 + 3,49 = 20,17 \text{ м вод. ст.}; \quad (23)$$

$$\Sigma h_{\text{I}} = h_{4-3} + h_{3-2} + h_{2-1} = 6,19 + 10,49 + 3,49 = 20,17 \text{ м вод. ст.};$$

$$\Sigma h_{\text{II}} = h_{4-5} + h_{5-6} + h_{6-1} = 5,72 + 4,27 + 3,53 = 13,52 \text{ м вод. ст.};$$

$$\Delta h = \Sigma h_{\text{I}} - \Sigma h_{\text{II}} = 20,17 - 13,52 = 6,65 \text{ м вод. ст.};$$

$$\Delta h = 6,65 \text{ м вод.ст.} - \text{невязка водопроводной сети.}$$

«При расчете водопроводной сети «до пожара» невязка не должна превышать 0,5 м вод. ст.» [17].

$$\Sigma \Delta h \leq 0,5 \text{ м вод.ст.} \quad (24)$$

Перераспределение расхода по участкам сети начинаем с определения расхода воды по участкам водопроводной сети с учетом величины поправочного расхода.

В нашем случае потери напора I полукольца больше потерь напора II полукольца.

Следовательно, I полукольцо перегружено, а II полукольцо недогружено. Поэтому, расходы воды на перегруженных участках I полукольца надо уменьшить, а на недогруженных участках II полукольца увеличить на величину Δq .

После перераспределения потоков на участках на величину Δq , расчет потерь напора повторяется до тех пор, пока невязка не уменьшится до допустимой величины. Результаты расчета заносятся в таблицу.

Для определения поправочного расхода Δq определяем $(S \cdot q)$ в каждом полукольце.

I полукольцо:

$$\text{участок 4 – 3: } S_{4-3} \cdot q_{4-3} = 0,20260 \cdot 5,53 = 1,12;$$

$$\text{участок 3 – 2: } S_{3-2} \cdot q_{3-2} = 0,03868 \cdot 16,47 = 0,64;$$

$$\text{участок 2 – 1: } S_{2-1} \cdot q_{2-1} = 0,00556 \cdot 25,05 = 0,14.$$

II полукольцо:

участок 4 – 5: $S_{4-5} \cdot q_{4-5} = 0,18702 \cdot 5,53 = 1,03$;

участок 5 – 6: $S_{5-6} \cdot q_{5-6} = 0,03385 \cdot 11,23 = 0,38$;

участок 6 – 1: $S_{6-1} \cdot q_{6-1} = 0,00927 \cdot 19,52 = 0,18$;

и получим: $\Sigma S \cdot q = 1,12 + 0,64 + 0,14 + 1,03 + 0,38 + 0,18 = 3,49$.

Определяем расходы воды на участках водопроводной сети с учетом величины поправочного расхода.

I полукольцо:

участок 4 – 3: $q_{I4-3} = q_{4-3} - \Delta q = 5,53 - 0,95 = 4,58$ л/с;

участок 3 – 2: $q_{I3-2} = q_{3-2} - \Delta q = 16,47 - 0,95 = 15,52$ л/с;

участок 2 – 1: $q_{I2-1} = q_{2-1} - \Delta q = 25,05 - 0,95 = 24,1$ л/с.

II полукольцо:

участок 4 – 5: $q_{II4-5} = q_{4-5} + \Delta q = 5,53 + 0,95 = 6,48$ л/с;

участок 5 – 6: $q_{II5-6} = q_{5-6} + \Delta q = 11,23 + 0,95 = 12,18$ л/с;

участок 6 – 1: $q_{II6-1} = q_{6-1} + \Delta q = 19,52 + 0,95 = 20,47$ л/с.

После введения поправочных расходов невязка водопроводной сети стала меньше допустимой, т.е. $0,04 < 0,5$. Следовательно, расчет закончен.

«Потери напора в сети как среднеарифметическое от потерь в полукольцах» [17]:

$$h_{сети} = \frac{\Sigma h_I^l + \Sigma h_{II}^l}{2} = \frac{16,79 + 16,75}{2} = 16,77 \text{ м вод. ст.} \quad (24)$$

Исходя из диаметров труб и расходов воды на участках. При этом скорость движения воды не должна превышать 2,5 м/с. Если скорость выше 2,5 м/с увеличиваем диаметры труб на соответствующих участках.

$$V_{2-1} = 1,32 \text{ (м/с);} \quad (25)$$

$$V_{3-2} = 1,26 \text{ (м/с);}$$

$$V_{4-3} = 0,61 \text{ (м/с);}$$

$$V_{6-1} = 1,1(\text{м/с});$$

$$V_{5-6} = 0,94(\text{м/с});$$

$$V_{4-5} = 0,73(\text{м/с}).$$

Скорость движения воды на участках сети не превышает допустимую. Поэтому, считаем, что размеры труб были выбраны правильно.

«Гидравлический расчет наружной водопроводной сети на пропуск воды «при пожаре» проводится для проверки правильности выбора диаметров труб в первый период, то есть «до пожара» и является проверочным расчетом» [17]. (рисунок 2).

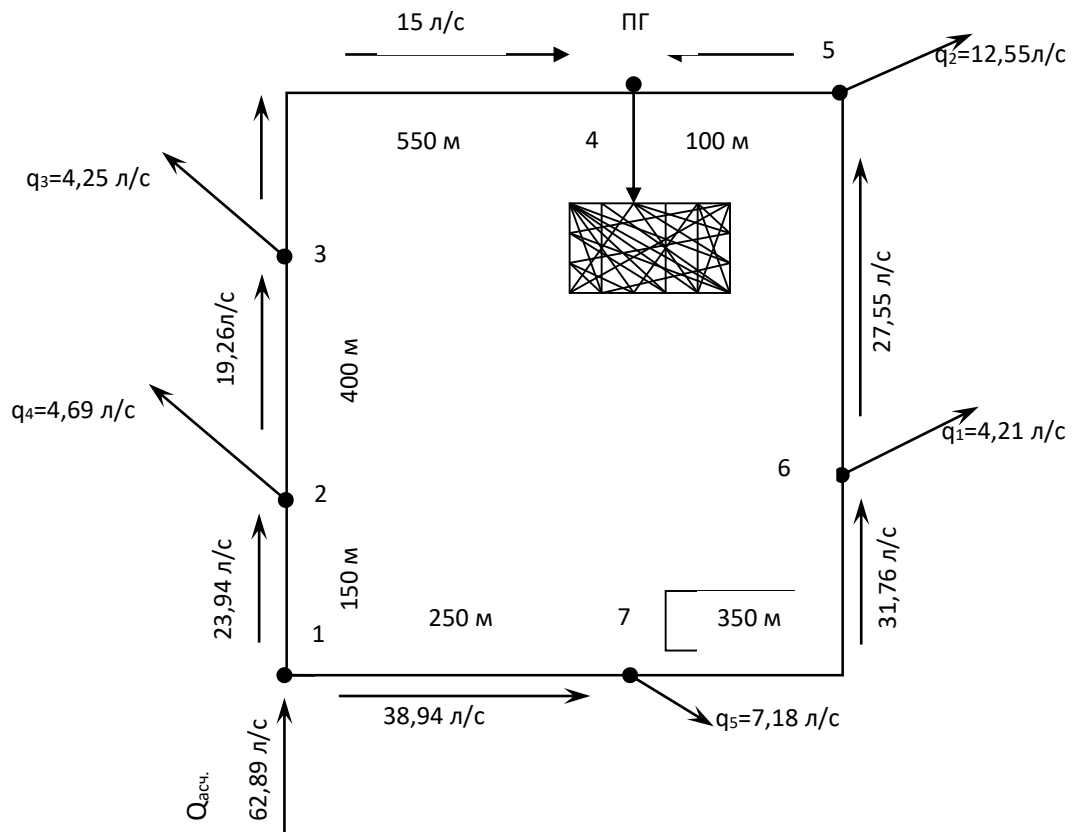


Рисунок 2 – Схема отбора воды из наружной сети во второй период

В случае если на каком-либо участке водопроводной сети скорость движения воды «при пожаре» будет больше допустимой (2,5 м/с), то диаметр трубы такого участка должен быть увеличен.

Вначале, составляем расчетную схему водопроводной сети «при пожаре».

Точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – точки (узлы) отбора воды, т.е. узловые расходы. Точка 4 – пожарный гидрант, от которого производим наружное пожаротушение цеха № 2 с расходом $Q_{н.п.} = 30$ л/с. Это диктующая точка или точка встречи потоков воды. Получили два полукольца: I полукольцо – 1-2-3-4, II полукольцо – 1-7-6-5-4.

Определяем расходы воды на участках водопроводной сети «при пожаре».

I полукольцо:
участок 4 – 3: (26)

$$q_{4-3} = \frac{Q_{к.п.}}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ л/с,}$$

участок 3 – 2:

$$q_{3-2}^l = q_3^{\dot{}} + q_{4-3}^{\dot{}} = 4,26 + 15,0 = 19,26 \text{ л/с;}$$

участок 2 – 1:

$$q_{2-1} = q_4^{\dot{}} + q_{3-2}^{\dot{}} = 4,69 + 19,25 = 23,94 \text{ л/с.}$$

II полукольцо:
участок 4 – 5:

$$q_{4-5}^{\dot{}} = \frac{Q_{к.п.}}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ л/с,}$$

участок 5 – 6:

$$q_{2-1}^l = q_4^{\dot{}} + q_{3-2}^{\dot{}} = 4,69 + 19,25 = 23,94 \text{ л/с.}$$

$$q_{5-6}^l = q_2^{\dot{}} + q_{4-5}^{\dot{}} = 12,55 + 15,0 = 27,55 \text{ л/с;}$$

участок 6 – 7:

$$q_{6-7}^l = q_1^l + q_{5-6}^l = 4,21 + 27,55 = 31,76 \text{ л/с,}$$

участок 7 – 1:

$$q_{7-1}^l = q_5^{\dot{}} + q_{6-7}^l = 7,18 + 31,76 = 38,94 \text{ л/с.}$$

Полученная невязка водопроводной сети $\Delta h^{\dot{}}$ не соответствует допустимой ($\Delta h_{дон} \leq 1,0$ м вод. ст.).

$$\Delta h \geq \Delta h_{дон}; \quad (27)$$

$$22,1 \text{ м вод.ст} \geq 1,0 \text{ м вод. ст.}$$

Поэтому, производим перераспределение потока (расходов воды) по участкам на величину поправочного расхода:

$$\Delta q = \pm \frac{\Delta h^1}{2 \cdot \sum S \cdot q}, \quad (28)$$

Для определения величины поправочного расхода (Δq) определяем ($S \cdot q$) в каждом полукольце.

I полукольцо: (29)

участок 4 – 3:

$$S_{4-3} \cdot q_{4-3}^l = 0,17143 \cdot 15 = 2,57 ,$$

участок 3 – 2:

$$S_{3-2} \cdot q_{3-2}^l = 0,03868 \cdot 19,26 = 0,75 ,$$

участок 2 – 1:

$$S_{2-1} \cdot q_{2-1}^l = 0,00556 \cdot 23,94 = 0,13 .$$

II полукольцо:

участок 4 – 5:

$$S_{4-5} \cdot q_{4-5}^l = 0,03117 \cdot 15 = 0,47 ,$$

участок 5 – 6:

$$S_{5-6} \cdot q_{5-6}^l = 0,05803 \cdot 27,55 = 1,60 ,$$

участок 6 – 7:

$$S_{6-7} \cdot q_{6-7}^l = 0,01298 \cdot 31,76 = 0,41 ,$$

участок 7 – 1:

$$S_{7-1} \cdot q_{7-1}^l = 0,00927 \cdot 38, = 0,36 ,$$

Тогда:

$$\sum S \cdot q = 2,57 + 0,75 + 0,13 + 0,47 + 1,60 + 0,41 + 0,36 = 6,29 ,$$

$$\Delta q^l = \pm \frac{\Delta h^l}{2 \cdot \sum S \cdot q} = \frac{22,1}{2 \cdot 6,29} = 1,76 .$$

На недогруженных участках I полукольца, где потери напора меньше, к расходам воды прибавляем величину поправочного расхода $\Delta q = +2,87$ л/с.

На перегруженных участках II полукольца, где потери напора больше, от расходов вычитаем величину поправочного расхода $\Delta q = - 2,87$ л/с.

Определяем расходы воды по участкам сети с учетом величины поправочного расхода.

I полукольцо: (30)

участок 4 – 3:

$$q_{4-3}^l = q_{4-3}^l + \Delta q = 15,0 + 1,76 = 16,76 \text{ л/с,}$$

участок 3 – 2:

$$q_{3-2}^l = q_{3-2}^l + \Delta q = 19,26 + 1,76 = 21,02 \text{ л/с,}$$

участок 2 – 1:

$$q_{2-1}^l = q_{2-1}^l + \Delta q = 23,94 + 1,76 = 25,7 \text{ л/с,}$$

II полукольцо:

участок 4 – 5:

$$q_{4-5}^l = q_{4-5}^l - \Delta q = 15,0 - 1,76 = 13,24 \text{ л/с,}$$

участок 5 – 6:

$$q_{5-6}^l = q_{5-6}^l - \Delta q = 27,55 - 1,76 = 25,79 \text{ л/с,}$$

участок 6 – 7:

$$q_{6-7}^l = q_{6-7}^l - \Delta q = 31,76 - 1,76 = 30 \text{ л/с,}$$

участок 7 – 1:

$$q_{7-1}^l = q_{7-1}^l - \Delta q = 38,94 - 1,76 = 37,18 \text{ л/с.}$$

После перераспределения расходов воды определяем потери напора на участках.

I полукольцо: (31)

участок 4 – 3:

$$h_{4-3}^1 = S_{4-3} \cdot (q_{4-3}^1)^2 = 0,178143 \cdot (16,76)^2 = 48,15 \text{ м вод. ст.}$$

участок 3 – 2:

$$h_{3-2}^1 = S_{3-2} \cdot (q_{3-2}^1)^2 = 0,03868 \cdot (21,02)^2 = 17,09 \text{ м вод. ст.}$$

участок 2 – 1:

$$h_{2-1}^1 = S_{2-1} \cdot (q_{2-1}^1)^2 = 0,00556 \cdot (25,7)^2 = 3,67 \text{ м вод. ст.}$$

II полукольцо:

участок 4 – 5:

$$h^1 = S_{4-5} \cdot (q_{4-5}^1)^2 = 0,03117 \cdot (13,24)^2 = 5,46 \text{ м вод. ст.}$$

участок 5 – 6:

$$h^1 = S_{5-6} \cdot (q_{5-6}^1)^2 = 0,05803 \cdot (25,79)^2 = 38,60 \text{ м вод. ст.}$$

участок 6 – 7:

$$h^1 = S_{6-7} \cdot (q_{6-7}^1)^2 = 0,01298 \cdot (30)^2 = 11,68 \text{ м вод. ст.}$$

участок 7 – 1:

$$h^1 = S_{7-1} \cdot (q_{7-1}^1)^2 = 0,00927 \cdot (37,18)^2 = 12,82 \text{ м вод. ст.}$$

Определяем невязку:

$$\begin{aligned} \sum h_I^I &= 48,15 + 17,09 + 3,67 = 68,91 \text{ м вод. ст.}, \\ \sum h_{II}^I &= 5,46 + 38,60 + 11,68 + 12,82 = 68,56 \text{ м вод. ст.}, \\ \Delta h^I &= \sum h_I^I - \sum h_{II}^I = 68,91 - 68,56 = 0,35 \text{ м вод. ст.}, \end{aligned} \quad (32)$$

Полученная невязка водопроводной сети Δh^I соответствует допустимой ($\Delta h_{\text{доп}}^I \leq 1,0$ м вод. ст.).

Потери напора в водопроводной сети при пожаре:

$$h_{\text{сети}} = \frac{\sum h_I^I + \sum h_{II}^I}{2} = \frac{68,91 + 68,56}{2} = 68,74 \text{ м вод. ст.}, \quad (33)$$

Определим скорость воды на участках: $V_{1-2} = 1,53$ (м/с), $V_{2-3} = 1,73$ (м/с), $V_{3-4} = 2,2$ (м/с), $V_{1-7} = 1,97$ (м/с), $V_{7-6} = 1,53$ (м/с), $V_{6-5} = 1,89$ (м/с), $V_{5-4} = 1,47$ (м/с). Значения скоростей воды на участках меньше 2,5 м/с. Гидравлический расчёт выполнен успешно, так как значения скоростей воды на участках не превышают рекомендуемых значений 1–2,5 м/с. Проверка правильности выбора диаметров труб показала, что диаметры соответствуют требуемым значениям для обеспечения необходимой пропускной способности и минимизации потерь давления. Завершение гидравлического расчёта подтверждает эффективность выбранной системы трубопроводов и позволяет перейти к следующему этапу проектирования.

Значит, проверка правильности выбора диаметров труб в первый период выполнена. Следовательно, гидравлический расчет можем завершить.

«Потери напора в водоводе, при этом, составляют» [17]:

$$h_{\text{вод}} = S \cdot (Q_{1.\text{вод}})^2 = 0,00037 \cdot (22,29)^2 = 0,18 \text{ м вод. ст.} \quad (34)$$

«где S – сопротивление трубопровода» [17].

Потери напора в одном водоводе при пожаре составляют:

$$h_{\text{вод}} = S \cdot (Q_{1.\text{вод}})^2 = 0,00037 \cdot (66,20)^2 = 1,62 \text{ м вод. ст.} \quad (35)$$

На рассматриваемом объекте был проведён расчёт водопроводной сети с учётом исходных данных. В результате расчётов было установлено, что водопроводная сеть (хозяйственно-питьевая, производственная и противопожарная) соответствует всем нормативным требованиям.

5.4 Оценка экономической эффективности применения пластиковых труб

В качестве предложений по совершенствованию системы противопожарного водоснабжения защищаемого объекта предлагается замена металлических противопожарных труб на пластиковые противопожарные многослойные трубы.

В таблице 22 отразим план мероприятий по совершенствованию противопожарного водопровода.

«Таблица 22 – План мероприятий по совершенствованию противопожарного водопровода» [17]

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/ не выполнено)
Выполнение работ по замене металлического противопожарного водопровода на многослойные противопожарные трубы из пластика	руководитель организации, специалист по ОТ и ТБ	2024 год	

Исходные данные приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Исходные данные

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	1 вариант	2 вариант
Общая площадь	м ²	<i>F</i>	4000	
Стоимость поврежденного оборудования	руб/м ²	<i>C_T</i>	17000	
Стоимость повреждений	руб/м ²	<i>C_к</i>	94000	
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	<i>J</i>	16,0 x 10 ⁻⁶	

Продолжение таблицы 23

Площадь пожара на время тушения пожара первичными средствами	м ²	$F_{пож}$	4	
Площадь тушения пожара привозными средствами	м ²	$F'_{пож}$	113	
Площадь тушения средствами автоматического пожаротушения	м ²	$F^*_{пож}$	120	
Площадь тушения пожара при отказе всех средств пожаротушения	м ²	$F''_{пож}$	4000	
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p_1	0,85	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p_2	0,95	
Вероятность тушения пожара автоматическими средствами	-	p_3	0,86	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	κ	1,3	
Линейная скорость распространения	м/мин	$v_{л}$	1,5	
Время свободного горения	мин	$B_{свг}$	4	
Стоимость автоматических средств пожаротушения	руб.	K	3800000	
Норма амортизационных отчислений	%	$H_{ам}$	-	5
Суммарный годовой расход	т	$W_{ов}$	-	70
Оптовая цена огнетушащего вещества	руб.	$C_{ов}$	-	110
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	-	$K_{тзср}$	-	0,55
Численность работников обслуживающего персонала	чел	\mathcal{C}	-	1
Зарботная плата 1 работника	руб.	$ЗПЛ$	-	15000
Норма дисконта	-	$НД$	-	0,1
Период реализации мероприятий	лет	T	-	50

Расчет ожидаемых потерь от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- 1 вариант с применением противопожарного водопровода выполненные из металлических труб;
- 2 вариант применение противопожарного водопровода выполненные из пластиковых противопожарных труб.

«Рассчитаем сценарий с моделируемой площадью пожара по следующей формуле (36)» [17]:

$$F_{\text{пож}} = \pi \cdot (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{св.г.}})^2 \text{ м}^2 \quad (36)$$

«Где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин.

$B_{\text{св.г.}}$ – время свободного горения, мин» [17].

$$F_{\text{пож}} = 3,14 \cdot (1,5 \cdot (4))^2 = 113 \text{ м}^2$$

«Математическое ожидание снижения потерь от пожара при выполнении противопожарных мероприятий, руб/м² в год» [17]:

$$M(\Pi)1 - M(\Pi)2 = 502\,733,08 \text{ руб} \quad (37)$$

«При использовании на объекте первичных средств пожаротушения (стационарных и передвижных) и отсутствии систем автоматического пожаротушения материальные годовые потери рассчитываются по формуле» [17]:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) = 635\,794,18 \text{ руб} \quad (38)$$

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения, руб.;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения, руб.;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения, руб» [17].

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [17]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1, \quad (39)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, 1/м² в год;

F – площадь объекта;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов руб/м²;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [17].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}}' + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_2 \quad (40)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_K – стоимость поврежденных частей здания, руб./м²;

$F_{\text{пож}}'$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [17].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F_{\text{пож}}'' + C_K) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (41)$$

«где – $F_{\text{пож}}''$ площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м²»

[17].

«Годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения $M(\Pi_2)$ » [17]:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) = 133\,061,10 \text{ руб} \quad (42)$$

где $M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения, руб.;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения, руб.;

$M(\Pi_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения, руб.

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения» [17]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1+k) \cdot (1-p_1) \cdot p_3 \quad (43)$$

«Где $F_{пож}^*$ – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м²;
 p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [17].

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [17]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{пож} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1+k) \cdot [1 - p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 \quad (44)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [17]:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{пож} + C_K) \cdot (1+k) \cdot \{ 1 - p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 \} \quad (45)$$

В первом случае $M(\Pi)1$:

$$M(\Pi_1) = 0,000016 \cdot 4000 \cdot 17000 \cdot 4 \cdot (1+1,3) \cdot 0,85 = 8\,805,16 \text{ руб/год.} \quad (46)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 4000 \cdot (17000 \cdot 113 + 94000) \cdot 0,52 \cdot (1+1,3) \cdot (1-0,85) \cdot 0,95 = 136\,813,02 \text{ руб/год.}$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 4000 \cdot (17000 \cdot 4000 + 94000) \cdot (1+1,3) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,95] = 490\,176,00 \text{ руб/год.}$$

Во втором случае $M(\Pi)2$:

$$M(\Pi_1) = 0,000016 \cdot 4000 \cdot 17000 \cdot 4 \cdot (1+1,3) \cdot 0,85 = 8\,805,16 \text{ руб/год.}, \quad (47)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 4000 \cdot 17000 \cdot 113 \cdot (1+1,3) \cdot (1-0,85) \cdot 0,86 = 36\,477,48 \text{ руб/год.},$$

$$\begin{aligned}
M(\Pi_3) &= 0,000016 \cdot 4000 \cdot (17000 \cdot 113 + 94000) \cdot (1 + 1,3) \cdot \\
&\cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 = 19\,153,82 \text{ руб/год.}, \\
M(\Pi_4) &= 0,000016 \cdot 4000 \cdot (17000 \cdot 4000 + 94000) \cdot (1 + 1,3) \cdot \\
&\cdot \{1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86 - [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95\} = 68\,624,64 \\
&\text{руб/год.}
\end{aligned}$$

«Смета затрат на противопожарные мероприятия» [17].

$$C_{(c.o.n.)} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ \quad (48)$$

$$C_{(c.o.n.)} = 12 \cdot 1 \cdot 15000 = 180000 \text{ руб/год.}$$

«Затраты на огнетушащее вещество $C_{(o.e.)}$ не учитываются» [17].

«Затраты на амортизацию» [17]:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%}, \quad (49)$$

«где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку средств тушения пожара, руб.;

H_a – норма амортизации, %» [17].

$$A = \frac{1800000 \cdot 5}{100\%} = 90\,000 \text{ руб/год.} \quad (50)$$

Пластиковые противопожарных трубы не нуждаются в эксплуатационных расходах значение $P_2 = 0$.

«Экономический эффект от монтажа системы противопожарного водоснабжения, выполненного из пластиковых многослойных противопожарных труб, составит» [17]:

$$I = \sum_{t=0}^T I_t, \quad (51)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);
 I_t – чистый дисконтированный поток доходов на t -м году проекта» [17].

$$I_t = (|M(\Pi)1 - M(\Pi)2| - |P_2 - P_1|) \cdot 1/(1 + НД)^t - (K_2 - -K_1), \quad (52)$$

«где t – год осуществления затрат;
 $НД$ – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал;
 $M(\Pi 1), M(\Pi 2)$ – расчетные годовые материальные потери в первом и втором вариантах, руб/год;
 $K1, K2$ – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в первом и втором вариантах (только на первом году реализации проекта), руб.;
 $P1, P2$ – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб/год» [17].

Расчёт денежных потоков представлен в таблице 23 [17].

Таблица 24 – Расчет денежных потоков за период времени

Год осуществления проекта	$M(\Pi 1) - M(\Pi 2)$	$P2 - P1$	$1/(1+НД)^t$	$[(M(\Pi 1) - M(\Pi 2)) - (P2 - P1)] * 1/(1+НД)^t$	$K2 - K1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
2	502733,08	275400,00	0,91	206 873,10	3800000	-3593126,9
3	502733,08	-	0,83	417268,46	-	417268,46
4	502733,08	-	0,75	377049,81	-	377049,81
5	502733,08	-	0,68	341858,5	-	341858,5
6	502733,08	-	0,62	311694,51	-	311694,51
7	502733,08	-	0,56	281530,53	-	281530,53
8	502733,08	-	0,51	256393,88	-	256393,88
9	502733,08	-	0,47	236284,55	-	236284,55
10	502733,08	-	0,42	211147,9	-	211147,9
11	502733,08	-	0,38	191038,58	-	191038,58
12	502733,08	-	0,35	175956,58	-	175956,58

Продолжение таблицы 24

13	502733,08	-	0,31	155847,26	-	155847,26
14	502733,08	-	0,28	140765,27	-	140765,27
15	502733,08	-	0,26	130710,61	-	130710,61
16	502733,08	-	0,24	120655,94	-	120655,94
17	502733,08	-	0,22	110601,28	-	110601,28
18	502733,08	-	0,20	100546,62	-	100546,62
19	502733,08	-	0,18	90491,96	-	90491,96
20	502733,08	-	0,16	80437,3	-	80437,3
21	502733,08	-	0,15	75409,97	-	75409,97
22	502733,08	-	0,14	70382,64	-	70382,64
23	502733,08	-	0,12	60327,97	-	60327,97
24	502733,08	-	0,11	55300,64	-	55300,64
25	502733,08	-	0,10	50273,31	-	50273,31
26	502733,08	-	0,09	45245,98	-	45245,98
27	502733,08	-	0,08	40218,65	-	40218,65
28	502733,08	-	0,08	40218,65	-	40218,65
29	502733,08	-	0,07	35191,32	-	35191,32
30	502733,08	-	0,07	35191,32	-	35191,32
31	502733,08	-	0,06	30163,99	-	30163,99
32	502733,08	-	0,06	30163,99	-	30163,99
33	502733,08	-	0,05	25136,66	-	25136,66
34	502733,08	-	0,04	20109,33	-	20109,33
35	502733,08	-	0,04	20109,33	-	20109,33
36	502733,08	-	0,04	20109,33	-	20109,33
37	502733,08	-	0,03	15082	-	15082
38	502733,08	-	0,03	15082	-	15082
39	502733,08	-	0,03	15082	-	15082
40	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
41	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
42	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
43	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
44	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
45	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
46	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
47	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
48	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
49	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
50	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
33	502733,08	-	0,05	25136,66	-	25136,66
34	502733,08	-	0,04	20109,33	-	20109,33
35	502733,08	-	0,04	20109,33	-	20109,33
36	502733,08	-	0,04	20109,33	-	20109,33
37	502733,08	-	0,03	15082	-	15082
38	502733,08	-	0,03	15082	-	15082
39	502733,08	-	0,03	15082	-	15082
40	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
41	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
42	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
43	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
44	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
45	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67
46	502733,08	-	0,02	10054,67	-	10054,67

Продолжение таблицы 24

47	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
48	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
49	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
50	502733,08	-	0,01	5027,34	-	5027,34
Итого интегральный экономический эффект (И):						4544707,33

В пятом разделе произведен расчет экономической выгоды, вытекающей из совершенствования системы противопожарного водоснабжения объекта защиты. Предлагаемые мероприятия направлены на исправление пробелов и повышение эффективности в сфере осуществления пожарно-профилактического обследования на производственном объекте, что даст возможность достигнуть совокупного экономического результата в сумме 4544707,33 рублей.

Заключение

В результате проведённого анализа объекта защиты ООО «ПК Венткомплекс» в первом разделе были выявлены особенности и уязвимые места, которые могут привести к возгоранию и пожару. Руководство должно обратить внимание на такие ситуации и принять соответствующие меры для обеспечения пожарной безопасности, а также внедрить систему мониторинга и контроля за состоянием пожарной безопасности на объектах, чтобы оперативно выявлять и устранять возможные угрозы возгорания. Сравнительный анализ статистики возгораний на производственных и складских объектах показал, что проблемы пожарной безопасности актуальны для обоих типов объектов, и требуют постоянного контроля и внимания со стороны ответственных лиц.

Вторым разделом установлено, что на территории ООО «ПК Венткомплекс» имеются различные здания, строения и сооружения, оснащённые системами противопожарной защиты. Однако существующая сеть противопожарного водоснабжения не соответствует требованиям пожарной безопасности, так как используется комбинированное водоснабжение, включающее хозяйственно-питьевое. Это может привести к проблемам во время пожара, поэтому необходимо провести модернизацию системы противопожарного водоснабжения для обеспечения безопасности работников и посетителей предприятия.

Проведенный в третьем разделе процесс идентификации потенциальных угроз для безопасности водителя погрузчика, электрика и грузчика позволил создать карту профессиональных рисков для указанных специальностей, благодаря которому разработан план основных мероприятий, направленных на снижение уровня профессиональных рисков, а также снизят вредные и опасные производственные факторы на работников.

В четвертом разделе проведена оценка влияния, которое оказывает ООО «ПК Венткомплекс» на окружающую природу с точки зрения антропогенной активности. Исходя из результатов исследования, самыми значимыми факторами, влияющими на экосистемы, являются промышленные отходы и сбросы воды, образованные в результате хозяйственной деятельности данного объекта. Сточные воды, образующиеся на рассматриваемом объекте, с учетом применения очистных сооружений не приведут к токсическому поражению экосистемы.

В пятом разделе произведен расчет экономической выгоды, вытекающей из совершенствования системы противопожарного водоснабжения объекта защиты. Предлагаемые мероприятия направлены на исправление пробелов и повышение эффективности в сфере осуществления пожарно-профилактического обследования на производственном объекте, что даст возможность достигнуть совокупного экономического результата.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алексеев М.В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств.- М.: Высш. шк. МВД СССР, 1972.- 340 с.
2. Графкина, М. В. Охрана труда : учебник / М. В. Графкина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 210, [1] с.
3. Кузнецова А.Е. Внутреннее противопожарное водоснабжение, М., Стройиздат, 1972. .- 179 с.
4. Катникова Ю. С. Анализ и выбор средств предупреждения пожаров // Технические науки. 2021. №3. С. 31-34.
5. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение: Уч. для вузов. М.: Стройиздат, 1995.- 675 с.
6. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 (ред. от 24.10.2022). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/ (дата обращения: 20.03.2024).
7. Об утверждении Программы профилактики рисков причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в области пожарной безопасности при осуществлении федерального государственного пожарного надзора органами государственного пожарного надзора на 2023 год [Электронный ресурс] : Распоряжение МЧС России от 7 декабря 2022 г. № 1345 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405818645/> (дата обращения: 21.02.2024).
8. Об утверждении типовых дополнительных профессиональных программ в области пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 5 сентября 2021 г. № 596 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402825835/> (дата обращения: 22.02.2024).

9. 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 2021 г. № 806 URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403011685/> (дата обращения: 27.03.2024).

10. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 7 от 10 июля 2002 г. URL: <https://base.garant.ru/12125350/> (дата обращения: 22.04.2024).

11. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. № 776н URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403111292/> (дата обращения: 15.04.2024);

12. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 декабря 2021 г. № 926 URL: <https://base.garant.ru/403330985/> (дата обращения: 19.04.2024).

13. Об утверждении федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242 URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=466404> (дата обращения: 19.04.2024).

14. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 89 24 июня 1998 г. URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=465676> (дата обращения: 10.02.2024).

15. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 69 от 21 декабря 1994 г. (ред. от 21.11.2022). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 10.03.2024).

16. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 14 июня 2018 г. № 261 (ред. от 23.06.2020). URL: <https://docs.cntd.ru/document/542627825> (дата обращения: 26.04.2024).

17. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс] : Методические указания. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=9972> (дата обращения: 05.04.2024).

18. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 30 марта 2020 г. № 225 URL: <https://base.garant.ru/74019590/> (дата обращения: 14.04.2024).

19. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 27 июля 2020 № 559 URL: <https://base.garant.ru/74794520/> (дата обращения: 10.04.2024).

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон №123 от 22 июля 2008 г. (ред. от 25.12.2023). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 22.03.2024).

21. Статистика пожаров // Пожарная безопасность. 2023. № 12. С. 199-207.