

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 Исследование влияния климатических условий на эффективность
противопожарных систем

Обучающийся

Д.А. Малыхин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.Н. Жуков

(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)

Аннотация

Тема работы: «Исследование влияния климатических условий на эффективность противопожарных систем».

В разделе «Анализ современных технологий противопожарных систем» производится анализ существующих исследований и практического опыта в области противопожарных систем и климатических условий и анализ влияния климатических условий на работу противопожарных систем.

В разделе «Методика исследования» представлено описание методов исследования климатических условий и их влияния на эффективность противопожарных систем.

В разделе «Результаты исследования влияния климатических условий на эффективность противопожарных систем» представлены результаты исследования влияния климатических условий на эффективность противопожарных систем, влияния климата на эффективность противопожарных систем и предлагаются возможные улучшения и модификации противопожарных систем для повышения их эффективности в различных климатических условиях.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

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

Объем работы составляет 60 страниц, 15 таблиц, 1 рисунок.

Содержание

Введение	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений	7
1 Анализ современных технологий противопожарных систем	8
2 Методика исследования	12
3 Результаты исследования влияния климатических условий на эффективность противопожарных систем	20
4 Охрана труда	35
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	41
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	48
Заключение	55
Список используемых источников	58

Введение

Основными факторами, сдерживающими распространение пожара, являются ветер и влажность наземной растительности.

Обычно осадки, низкие температуры и высокая относительная влажность воздуха в течение скандинавских зим создают неблагоприятные условия для возникновения и распространения пожара. Однако периоды изменения климатических условий с высоким риском снижения эффективности противопожарных систем действительно существуют и могут стать более частыми с изменением климата [3].

Цель исследования – предложить к внедрению возможные улучшения и модификации противопожарных систем для повышения их эффективности в различных климатических условиях.

Задачи:

- провести анализ существующих исследований и практического опыта в области противопожарных систем и климатических условий;
- описать современные технологии и материалы в области пожарной безопасности;
- раскрыть основные понятия и теоретические аспекты, связанные с противопожарными системами и их эффективностью;
- произвести анализ влияния климатических условий на работу противопожарных систем;
- описать методы исследования климатических условий и их влияния на эффективность противопожарных систем;
- обосновать выбранные методы исследования;
- провести сравнение по изучению влияния различных климатических условий на работу противопожарных систем;
- провести анализ полученных результатов;
- представить результаты исследования влияния климатических условий на эффективность противопожарных систем и влияния

климата на эффективность противопожарных систем;

- проанализировать данные, полученные в ходе исследования, и сформулировать выводы, имеющие практическое значение для обеспечения пожарной безопасности;
- разработать рекомендации по выбору и установке противопожарных систем в различных климатических условиях.
- произвести оценку уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия;
- определить антропогенную нагрузку предприятия на окружающую среду;
- оформить результаты производственного экологического контроля по предприятию;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Нормативные документы по пожарной безопасности – национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности [2].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [7].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [7].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [7].

Система предотвращения пожара – «комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты» [7].

Системная безопасность – это использование комбинации методов управления и системной инженерии, которая интегрирована в оценку и снижение рисков в системе, эксплуатации или процессе.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

НППВ – наружное противопожарное водоснабжение.

ОРО – объект размещения отходов.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

ТКО – твёрдые коммунальные отходы.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

IoT – интернет вещей.

1 Анализ современных технологий противопожарных систем

Нет сомнений в том, что изменение климата может проявляться во многих областях. Одной из них является область безопасности, особенно область противопожарной защиты. Повышение температуры может вызвать увеличение числа пожаров на открытом воздухе (например, в лесах). Снижение влажности почвы может привести к более быстрому распространению пожаров на открытом воздухе. Более низкий уровень местного водоснабжения, которое чаще всего используется для тушения пожаров, может затруднить борьбу с пожарами и продлить их продолжительность.

Однако изменение климата также может оказывать влияние на пожарную безопасность зданий.

Территория России характеризуется большим разнообразием различных климатических зон со сложными погодными условиями. В этих районах проживает большое количество людей. Строятся новые города. Обеспечение комфортных условий проживания людей в зданиях различного назначения имеет большое значение для реализации социальных программ, принятых правительством Российской Федерации на ближайшую перспективу. Практика строительства выработала определенный подход к материалам и конструкциям, которые защищают здания от воздействия различных климатических факторов, таких как экстремально высокие или низкие температуры. Однако резкое изменение климата, происходящее на нашей планете в последние десятилетия, привело к дополнительным исследованиям и поиску новых структурных и архитектурных решений.

В современных зданиях используются многочисленные системы противопожарной защиты. Активные системы, такие как спринклерные, предназначены для борьбы с развивающимся пожаром. Системы обнаружения и сигнализации предназначены для обеспечения раннего предупреждения жильцов здания и пожарных о пожаре. Ручные системы, включая стояки,

шкафы для шлангов и огнетушители, помогают пожарным в тушении пожаров. Системы эвакуации позволяют жильцам здания безопасно покинуть здание во время пожара. Стены отсека удерживают огонь и замедляют его распространение [15].

Пассивные системы противопожарной защиты предназначены для защиты конструктивных элементов от серьезных повреждений или обрушения во время пожара. Примеры включают нанесенные распылением огнестойкие материалы для конструкционной стали, гипсокартонных сборок или бетонной оболочки конструктивных элементов. Обычно пассивные системы противопожарной защиты проектируются и уточняются архитектором проекта при незначительном участии инженера-строителя или вообще без него. Однако растет консенсус в отношении того, что общественная безопасность была бы лучше обеспечена, если бы инженеры-строители играли более активную роль в проектировании.

В настоящее время некоторые строители продвигают деревянные конструкции как возможность снижения выбросов CO₂ при строительстве в целом.

Поиск более устойчивой и эффективной строительной отрасли заставил обратить большее внимание на увеличенный спрос на деревянные конструкции за последние годы, что, похоже, является сохраняющейся тенденцией. Это, помимо прочего, увеличило спрос на конструкции на основе сшитой древесины. Но существует большая разница в свойствах отдельных изделий из сшитой древесины, что затрудняет обобщение сшитой древесины как универсального материала [16].

Оптимизация конструкции стальных конструкций обычно осуществляется путем выбора профиля, который минимизирует количество стали в соответствии с границами несущих механических нагрузок и соответствует максимально допустимым перемещениям. Проверка на огнестойкость обычно выполняется на более поздней стадии проектирования путем нанесения количества изоляции, необходимого для поддержания

профиля ниже его критической температуры во время пожара.

Эта стратегия сводит к минимуму затраты на сталь, но часто приводит к относительно высоким затратам на изоляцию конструкции, что может свести на нет масштаб первоначальной оптимизации конструкции. Типичным примером является использование двутавровых профилей, которые обладают самым высоким модулем упругости и пластического сопротивления при 20 °С, но самым низким модулем огнестойкости, [12] из-за быстрого нагрева, вызванного высоким соотношением поверхности к объему.

Поэтому в работе необходимо рассмотреть влияния климатических условий на работу систем пассивной противопожарной защиты (которые являются тепловым барьером против огня) – огнезащитные покрытия деревянных и металлических элементов конструкций зданий и сооружений.

Автоматические спринклерные системы являются эффективным способом снижения риска возникновения пожаров в зданиях. Системы продемонстрировали очень высокую эксплуатационную надежность, а нормы проектирования открыли новые возможности для внедрения спринклеров в проектирование зданий. Для надежных и пожаробезопасных конструктивных решений очень важно, чтобы уровни надежности спринклеров и используемые методы проектирования, основанные на производительности, были хорошо обоснованы. Университет Тампере провел исследование для определения уровней надежности спринклерных систем в типовых строительных проектах [13].

Надежность спринклерной системы – это вероятностный показатель гарантии того, что система будет работать в полевых условиях по назначению, когда потребуется. Успешная эксплуатация и общая надежность (действенность) спринклерной системы описываются тремя компонентами: эксплуатационная надежность, доступность и эксплуатационная надежность. Эксплуатационная надежность – это показатель того, что система работает, когда это необходимо.

Эксплуатационная надежность спринклерных систем обычно определяется количественно двумя различными способами: с помощью системной статистики событий или с помощью компонентного подхода. Системный подход оценивает надежность всей системы непосредственно на основе прошлой производительности при реальных пожарах.

В работе также необходимо рассмотреть влияния климатических условий на работу систем активной противопожарной защиты – автоматических систем пожаротушения.

Вывод по разделу.

В разделе предложено рассмотреть влияния климатических условий на работу:

- систем пассивной противопожарной защиты (которые являются тепловым барьером против огня) – огнезащитные покрытия деревянных и металлических элементов конструкций зданий и сооружений;
- систем активной противопожарной защиты – автоматических систем пожаротушения.

2 Методика исследования

Мы использовали протоколы обзоров, основанных на фактических данных, чтобы найти соответствующую литературу, которая существует по этой предметной области. Строки поиска по ключевым словам и несколько баз данных были использованы для определения соответствующих публикаций о взаимодействии климата и пожара и воздействии климата на тяжесть пожаров. Были изучены пять независимых научно-ориентированных онлайн-поисковых систем (CAB Abstracts, ProQuest, BIOSIS, Web of Science и Google Scholar), а в литературе приведены разделы соответствующих публикаций до апреля 2023 года. Было решено, чтобы документы, включенные в этот анализ, специально моделирующие влияние климата на тяжесть пожаров, были сосредоточены в различных областях РФ [14].

Мы оценили объем литературы, выявленный в ходе поиска в пяти научно обоснованных базах данных, изучающих влияние климата на тяжесть пожаров. Мы добавили дополнительные статьи, не найденные в наших поисковых строках, но позже были признаны соответствующими тематике. В этом обобщении мы обсуждаем, как измеряются и определяются пожары высокой степени тяжести, исследуем влияние климата на режимы пожаров и рассматриваем типы моделей пожар-эффективность систем пожарной безопасности. Затем мы обобщаем модельные исследования будущих прогнозов влияния климата на эффективность систем пожарной безопасности.

Представленный пример, в котором температура внутри здания выше (20 °C), а снаружи ниже (10 °C), имитирует условия зимой, когда естественная вентиляция достигает наивысшей эффективности.

Тематическое исследование показывает, что система естественной вентиляции очень чувствительна к изменениям условий наружного воздуха. В этом контексте ясно, что изменение климата, приводящее к повышению средней температуры, может повлиять на системы естественной вентиляции защищенных путей эвакуации. Однако, поскольку ежегодное повышение

температуры составляет порядка десятичных долей одного градуса Цельсия, можно предположить, что воздействие на естественную вентиляцию защищенных путей эвакуации не будет значительным. Проявятся и другие влияния (например, ветер) [17].

Задачей данного исследования было изучить влияние атмосферных воздействий на характеристики вспучивающихся огнезащитных покрытий на деревянных изделиях. Воздействие атмосферных воздействий включало первичные (солнечное облучение, влажность и температура) и вторичные (загрязняющие вещества окружающей среды) параметры через различные промежутки времени.

Существующие решения для уменьшения ущерба, причиняемого пожарами, включают защиту конструкций от возгорания и сведение к минимуму распространения огня от одной конструкции к другой. Эти решения можно разделить на две основные категории: системы активной противопожарной защиты и системы пассивной противопожарной защиты. В пассивных системах либо используются предварительно нанесенные смачивающие вещества (вода, гель или пена), либо добавляется дополнительный слой (композитные покрытия). Методы обработки огнезащитных покрытий можно разделить на пропитанные (проникающие) и вспучивающиеся категории. Вспучивающиеся покрытия просты в нанесении, экономичны и имеют лучший внешний вид по сравнению с другими пассивными методами противопожарной защиты, и они находятся в центре внимания данного исследования.

Испытания на атмосферостойкость используются для оценки долговечности и скорости разрушения покрытий и материалов в естественных или лабораторных условиях. Ключевыми параметрами атмосферостойкости являются солнечная энергия, температура и влажность. Методы воздействия на окружающую среду обычно делятся на три теста: испытание на естественное выветривание, ускоренное испытание на естественное выветривание и ускоренное лабораторное испытание на выветривание.

Результаты таких испытаний дают лучшее представление о материале, чтобы отслеживать изменения свойств материала в процессе атмосферных воздействий [18].

Ускоренное выветривание – это воздействие атмосферных воздействий на открытом воздухе с использованием солнца в качестве источника излучения, и для сокращения времени тестирования некоторые параметры могут быть усилены с помощью другого оборудования (например, зеркала для усиления ультрафиолетового излучения). В качестве примера, если необходимо смоделировать воздействие атмосферных воздействий определенного периода, можно провести ускоренное испытание на атмосферостойкость для ускорения процесса.

Длительное воздействие образцов при испытаниях на открытом воздухе не всегда дает желаемый результат. Иногда необходимо получить результаты быстрее. В таких случаях лучшим вариантом является испытание на искусственное воздействие атмосферных воздействий.

В лабораторных ускоренных испытаниях на атмосферостойкость используются специально разработанные атмосферостойкие камеры, использующие газоразрядные (ксеноновые) лампы, электрическую (угольную) дугу или люминесцентные лампы для имитации или ускорения солнечного света. Другими параметрами атмосферостойкости, включая температуру и влажность, можно манипулировать в ходе испытаний на искусственное атмосферостойкость. Основным преимуществом этого метода является повторяемость тестов, хотя искусственное выветривание не обязательно полностью отражает естественные условия [20].

Естественное атмосферное воздействие – это воздействие неконцентрированного солнечного света на материалы снаружи с целью изучения воздействия окружающей среды на другие визуальные и функциональные параметры образцов.

Испытания на естественную устойчивость к атмосферным воздействиям обычно проводятся на открытом воздухе на стойках с фиксированным углом

наклона или ограждениях в местах с заранее определенной ориентацией (например, на север и юг) для оценки воздействия компонентов атмосферных воздействий, в частности солнечной радиации. Тремя основными естественными факторами воздействия атмосферных воздействий являются

- солнечная энергия;
- температура;
- влажность.

Испытания обычно разрабатываются таким образом, чтобы воздействие атмосферных воздействий было максимальным для дальнейшей оценки. Обычно для получения значительных результатов в естественных условиях испытаний на атмосферное воздействие требуется больше времени по сравнению с другими методами испытаний на атмосферное воздействие.

Воздействие солнечной энергии состоит из двух частей: дневного света (который представляет собой поглощенную энергию непосредственно из солнечных лучей) и светового потока в крыше (отраженное рассеяние из атмосферы). Известно, что солнечное излучение оказывает наибольшее влияние среди четырех факторов (солнечная энергия, влажность, температура и атмосферные загрязнители) на покрытия; такие эффекты, как выцветание, изменение цвета, эрозия поверхности и потеря блеска. Интенсивность излучения определяется как мощность излучения на единицу площади, падающего на приемник [19].

Существует несколько параметров, которые определяют воздействие солнечной энергии на покрытия; включая интенсивность, угол воздействия, высоту и длину волны. Лучистая энергия солнца состоит из фотонов, которые распространяются в пространстве в виде волн. Соотношение энергии фотона и длины волны обратное; означает, что чем больше длина волны, тем ниже относительная энергия фотона. Поглощение излучения приводит к фотохимической реакции на поверхности покрытий. Согласно закону Гроттуса-Дрейпера (известному как первый закон фотохимии), только излучение, поглощенное системой, может вызвать химические изменения.

Повышение или понижение температуры по-своему влияют на покрытия. Если температура опускается ниже точки росы, образуется роса, которая воздействует на покрытия (описано в следующем разделе). При повышении температуры реакция гидролиза ускоряется. Обратите внимание, что устойчивость к гидролизу является важным критерием хороших атмосферостойких свойств лакокрасочной пленки. При повышении температуры фотохимические реакции протекают быстрее и проще. На основе уравнения Аррениуса протекают вторичные (нетермохимические) реакции (наряду с первичными фотохимическими реакциями), которые являются последующими стадиями реакции. Скорость реакции примерно удваивается с каждым повышением температуры материала на 10 °С. Поглощающая способность поверхности зависит от цвета; чем темнее цвет, тем больше поглощение. Степень поглощения тепла (и, следовательно, повышение температуры) зависит от теплопроводности и теплоемкости поверхности.

В зависимости от местоположения, атмосферных условий и температуры окружающей среды влага может воздействовать на покрытия в различных формах. Эти воздействия включают (но не ограничиваются ими) дождь, град, снег, росу, влажность и иней. Цикл ночной конденсации –дневной сушки на солнце, который повторяется каждый день, приводит к увеличению механических нагрузок на открытые образцы. Приложенное напряжение в результате этого повторяющегося цикла (набухание-высыхание) может вызвать растрескивание, разрыв связи между покрытием и подложкой и деформацию. Кроме того, если влага остается на покрытиях в течение значительного периода времени, она может действовать как растворитель. В отличие от водопоглощения, слои также могут терять воду. Эти потери приводят к тенденции к сжатию слоев и поверхности, и, в конечном итоге, на поверхности появляются трещины. Последним воздействием влаги на покрытия является цикл замораживания-оттаивания. Вода во внутренних слоях образцов может замерзнуть и вызывать расширение. Это расширение

создает нагрузку на внешние слои и способствует растрескиванию и отслаиванию.

В атмосфере присутствуют многочисленные загрязняющие вещества. Как правило, эти загрязняющие вещества можно разделить на две части: во-первых, промышленные загрязнители (такие как NO_x , оксиды серы и углеводороды) и, во-вторых, твердые частицы (такие как грязь, сажа, песок и пыль). Каждое из этих загрязняющих веществ может по отдельности или в сочетании с другим фактором атмосферных воздействий (например, влагой) воздействовать на покрытия. Те сочетания, которые образуют кислоту (например, кислотные дожди), могут быстро реагировать с полимерными соединениями и вызывать сшивание и охрупчивание наряду с изменением цвета.

Это исследование фокусируется на том, как проектирование систем противопожарной защиты и водоснабжения должно начать включать концепцию изменения климата, в частности нехватки воды или стресса, при обсуждении надежности систем.

Спринклерные водяные системы автоматического пожаротушения почти полностью зависят от наличия достаточного количества воды для контроля или тушения пожара. Кроме того, местные пожарные службы также полагаются на противопожарное водоснабжение как на средства пожаротушения. Если каким-либо образом будут недоступны источники наружного или внутреннего пожаротушения или повреждена инфраструктура снабжения их водой, система защиты не будет работать должным образом, и, таким образом, надежность систем пожаротушения в значительной степени зависит от надёжности системы водоснабжения.

В рамках этого исследования проводится подробный обзор литературы о текущей практике водоснабжения, проектировании систем пожаротушения, зависящих от использования водоснабжения, и воздействии нехватки воды на системы водоснабжения, а также анализ пробелов в том, какие области

нуждаются в дополнительном изучении с точки зрения систем противопожарной защиты и изменения климата.

Задачей исследования также является изучение того, как данные, генерируемые датчиками, используемыми в системах ОВКВ, могут быть использованы для повышения пожарной безопасности зданий и помещений и для поддержки деятельности пожарно-спасательных служб.

Задача второго этапа исследования – предоставить актуальную информацию о том, как решения в области пожарной безопасности были интегрированы в разработку недавних проектов интеллектуальных зданий, каковы наиболее важные потребности ключевых участников в отношении новых технологий пожарной безопасности и каковы основные проблемы, связанные с использованием новых технологий.

Исследование включало обзор интервью с различными строительными проектными группами и официальными лицами в городах РФ.

Эти интервью были дополнены интернет-опросом, проведенным для более широкого круга экспертов. Роли и опыт опрошенных были связаны с развитием «умного города», градостроительством, управлением зданиями, спасательными службами, пожарной инженерией.

Судя по результатам, на данный момент оборудование и системы пожарной безопасности обычно рассматриваются как небольшая отдельная часть.

Предполагается, что путем разработки комплексной концепции противопожарной защиты, охватывающей весь жизненный цикл здания, может быть установлено равновесие состояния противопожарной защиты зданий с учетом основных параметров «здание-человек-пожар». Согласно его гипотезе, путем анализа пространственного и временного воздействия разнородных субъектов противопожарной защиты друг на друга на протяжении всего жизненного цикла может быть разработана комплексная противопожарная защита с применением современных электронных систем.

Вывод по разделу.

Задачей первого этапа исследования было изучить влияние атмосферных воздействий на характеристики вспучивающихся огнезащитных покрытий на деревянных изделиях и влияние засухи аномальных морозов на надёжность систем противопожарного водоснабжения.

Задача второго этапа исследования – предоставить актуальную информацию о том, как решения в области пожарной безопасности были интегрированы в разработку недавних проектов интеллектуальных зданий, каковы наиболее важные потребности ключевых участников в отношении новых технологий пожарной безопасности и каковы основные проблемы, связанные с использованием новых технологий.

Поскольку системы водоснабжения относятся к системам противопожарной защиты, проведено не так много исследований о последствиях нехватки воды для систем противопожарной защиты, независимо от того, являются ли эти системы защиты такими элементами, как АУПТ, или они играют более активную роль в тушении пожарными подразделениями. Отсутствие надёжной системы водоснабжения резко снизит эффективность систем противопожарной защиты в зданиях, а также будет препятствовать активным усилиям пожарных по тушению, когда у них нет необходимой воды для борьбы с чрезвычайным пожаром.

Отсутствие включения этих систем в планы является недостатком, который вызовет проблемы, если пожар произойдет одновременно с нехваткой воды. Однако страны по-прежнему не осознают последствий потери доступа к системам противопожарной защиты при нехватке воды.

3 Результаты исследования влияния климатических условий на эффективность противопожарных систем

Воздействие, которое климатические факторы оказывают на эффективность противопожарных систем, становится весьма значительным. Это особенно заметно в наши дни в связи с глобальным изменением климата на планете. События, произошедшие в 2021 году в Техасе, США, могут быть использованы в качестве примера климатических аномалий. В этом штате произошел значительный снегопад и резкое понижение температуры, в то время как эта территория всегда отличалась сухим и жарким климатом. В связи с этим возникает необходимость в проведении дальнейших исследований и разработке дополнительной архитектурной планировки и конструктивных практик, конструкций, включая не только новые строительные материалы для покрытия или ограждающих конструкций, но и разработку специальных конструктивных решений, защищающих строительные объекты от негативных климатических воздействий. В этой сфере проводятся различные исследования, ведется поиск новых структур как в России, так и за рубежом. Все вышесказанное подтверждает актуальность и необходимость постановки подобных вопросов.

Задачей первого этапа исследования было изучить влияние атмосферных воздействий на характеристики вспучивающихся огнезащитных покрытий [9].

Антипирены – это соединения, добавляемые в такие материалы, как отделка поверхностей, текстиль и покрытия, которые ограничивают, подавляют или задерживают образование пламени с целью уменьшения распространения и разрастания пожара. Необходимо обратить внимание, что пламя и пожар имеют разные определения: пожар – это химическая реакция, а пламя – видимая форма этой реакции. Также существует разница между огнестойким материалом и огнезащитным материалом. Огнестойкие материалы по своей природе устойчивы к возгоранию, но антипирены

представляют собой химически обработанные материалы (например, дерево, сталь). В целом, существует два типа антипиренов: аддитивные и реакционноспособные.

Как говорилось ранее, существует два типа систем противопожарной защиты: пассивная противопожарная защита (которая является тепловым барьером против огня) и активная противопожарная защита (с использованием огнетушащего вещества). Огнезащитные покрытия относятся к категории пассивной противопожарной защиты.

Огнезащитные покрытия используются для трех основных целей на ранних стадиях пожара:

- замедляют время до воспламенения;
- снижают скорость тепловыделения при горении;
- ограничивают распространение пламени по поверхности (за счет контроля свойств воспламеняемости горючих предметов).

Вспучивающиеся покрытия на основе азота широко используются с учетом их экологических аспектов. Они выделяют меньше дыма и токсичных газов; фактически, выделяющимися газами соединений на основе азота являются аммиак и азот. Реакции сшивания происходят в конденсированной фазе в присутствии меламина и предотвращают образование горючих газов. Остатки полимера легче утилизировать, а дым менее токсичен.

В настоящее время для защиты промышленных и жилых конструкций используется несколько систем пассивной противопожарной защиты. Однако воздействие различных условий окружающей среды может повлиять на производительность таких систем. Различные параметры атмосферных воздействий, такие как солнечное излучение, влажность, температура и нахождение в агрессивной среде, являются причинами изменения поведения таких систем. Огнезащитные покрытия учитывают вышеупомянутые воздействия как одна из наиболее применимых систем пассивной противопожарной защиты.

Существуют две основные проблемы, связанные с влиянием

атмосферных воздействий на эксплуатационные характеристики огнезащитных покрытий:

- воздействие атмосферных воздействий может снизить стойкость покрытия к воспламенению;
- слой покрытия сам по себе может стать горючим материалом для воспламенения конструкции и увеличить рост пожара после воспламенения, и огонь может распространиться на близлежащие конструкции.

Разрушение материала при атмосферных воздействиях начинается под воздействием прямого солнечного излучения. Некоторые исследователи заявили, что это солнечное излучение разрушает органические связи в полимерах и сопровождается многими причинами, такими как выцветание цвета, потеря веса, придание поверхности шероховатости, ухудшение механических свойств и охрупчивание. Разрушение начинается, когда количество поглощенной энергии превышает энергию связи. Стойкость вспучивающегося покрытия определяется, когда слой покрытия стабилен и в нем нет признаков трещин.

Учитывая ориентацию, объекты, расположенные с юга на север в северном полушарии, поглощают больше солнечных лучей в южной части, а не на севере. Это вызвано траекторией движения солнца в разное время года.

Следует отметить, что синергия всех вышеупомянутых эффектов воздействия атмосферных воздействий приводит к разрушению вспучивающихся покрытий. Существует очень ограниченное количество исследований о влиянии атмосферных воздействий на огнестойкость вспучивающихся покрытий. Было проведено исследование пропитанных огнезащитных покрытий, используя образцы четырех различных типов для изучения горючести, атмосферостойкости и защиты огнезащитных химикатов от выщелачивания после 2000 часов ускоренного выветривания. Их исследование показало, что пигментированные и проникающие покрытия показали наилучшие характеристики при испытании на огнестойкость.

Другое исследование определило влияние старения на огнестойкость огнестойких полимеров. Было рассмотрено шесть параметров как наиболее важные для изменения поведения при пожаре: температуру, влажность, ультрафиолетовое излучение, ионизирующее излучение, химический растворитель и физическое напряжение. Основным предложением было использование стабилизаторов для ограничения влияния старения на огнестойкость. Исследователи также обсудили вышеуказанные параметры один за другим и указали, что радиационное старение и влияние рециркуляции на огнестойкость покрытий следует изучать более подробно, поскольку в этих областях нет адекватной литературы.

Было также проведено 10-летнее исследование шести эпоксидных вспучивающихся и одного цементирующего продукта для стальных конструкций. Хотя основное внимание в исследовании уделялось морским конструкциям и рассматривалась коррозия как основная проблема таких конструкций, результаты значительны, и в некоторых случаях их рекомендации аналогичны исследованиям по дереву, включая надлежащую обработку кромок и надлежащую подготовку основания.

Holmes and Knispel провели 5-летнее исследование деревянной черепицы и трясучки. Значимые и приемлемые результаты для их исследования были получены после двухлетнего воздействия, за исключением эталонной обработки пирестоном. Они протестировали образцы с помощью burning brand и модифицированного Schlyter. Тест Шлайтера – это метод измерения характеристик вертикального распространения пламени материала, который полезен для оценки огнестойкости покрытий. Все системы показали слабые стороны в тесте Шлайтера.

Danilius провел сравнительное исследование наружных покрытий, в котором исследуемым параметром был полиэфирный состав. Он провел испытания на устойчивость к гидролизу, УФ-синтезу и TGA-тестам на различных образцах, включая образцы, подвергшиеся воздействию ускоренному воздействию атмосферных воздействий после 2016 часов

воздействия атмосферных воздействий. Образцы также подвергались естественному атмосферному воздействию в течение 15 месяцев. Результаты показали визуальные повреждения (на более поздних стадиях) и снижение эксплуатационных характеристик. Кроме того, он протестировал образцы, окрашенные вспучивающимися покрытиями и подвергнутые искусственному воздействию атмосферных воздействий для 240 часов. В этом тесте Пентаэритрит был получен путем капсулирования полифосфата аммония в непосредственной близости от него с целью повышения огнестойкости. Результаты показали, что отсутствие неорганических солей можно заменить нанесением верхнего слоя. Однако, основываясь на испытаниях на огнестойкость, верхний слой снизил противопожарные характеристики. Наконец, он предположил, что повышение степени наполнения вспучивающихся добавок может привести к улучшению огнезащитных свойств.

Леван и Холмс провели 10-летнее исследование эффективности огнезащитной обработки черепицы. Покрытия были либо пропитаны давлением, либо нанесены на поверхность черепицы. Они исследовали эффективность огнезащитной обработки в четыре различных временных интервала: без воздействия атмосферных воздействий, через 2, 5, и 10 лет. Они провели два испытания: испытание на горение марки класса С (на основе ASTM E108) и испытание на распространение пламени по Шлайтеру. Результаты показали, что большинство образцов прошли испытание на обжиг класса С после 10 лет, но они не показали приемлемых характеристик в тесте Шлайтера.

Хименес провел исследование воздействия старения на вспучивающееся покрытие на основе эпоксидной смолы, которое наносил на стальные покрытия. Он подверг один набор образцов воздействию условий ускоренного выветривания при 80 % влажности и 70 °С в течение 2 месяцев, а другой набор погрузили в ванну с NaCl и без него (5 г/л) при 20 °С в течение одного месяца. Оба набора были протестированы в печи небольшого размера (уровень

теплового потока = 35 кВт/м²), и результаты показали снижение температуры разрушения стальных образцов и отсутствие образования вспучивания после погружения и воздействия атмосферных воздействий.

Подводя итог всем предыдущим разделам и делая обзор предыдущих исследований, важно отметить, что воздействие атмосферных воздействий и старения на вспучивающиеся огнезащитные покрытия на деревянных подложках досконально не изучены.

Хотя были проведены некоторые замечательные исследования пропитанных огнезащитных покрытий, для вспучивающихся покрытий таких исследований нет. Кроме того, влияние повышения уровня теплового потока на физический и химический механизм вспучивания полностью неизвестно. Задачей данного исследования – восполнить существующий пробел в оценке характеристик вспучивающихся систем и обеспечить лучшее понимание влияния различных уровней НФ на вспучивающиеся покрытия.

Было проведено ограниченное количество исследований по нанесению вспучивающихся покрытий на деревянные конструкции и их характеристикам после длительного воздействия атмосферных воздействий.

Были выбраны три вспучивающихся покрытия, которые подвергались воздействию естественных атмосферных воздействий в течение трех различных временных интервалов. На образцах были проведены два типа испытаний: испытание на горючесть состояло из оценки характеристик в лабораторном масштабе с использованием конусного калориметра и испытание на термическое разложение с использованием метода одновременной дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа. Для каждого типа покрытия и периода воздействия атмосферных воздействий при испытаниях на горючесть использовались три различных уровня теплового потока. Данные, полученные в результате испытаний, включая воспламеняемость и тепловые свойства, были собраны, проанализированы и сравнены с образцами, не подверженными атмосферным воздействиям.

Результаты выявили видимое влияние атмосферных воздействий на воспламеняемость до воспламенения и свойства вспучивания, особенно снижение времени до воспламенения, времени до вспучивания и высота вспучивания в образцах, подвергшихся атмосферным воздействиям. Эти результаты показали, что стойкость слоев покрытия к воспламенению снизилась после воздействия атмосферных воздействий. С другой стороны, полученные результаты для образцов, подвергшихся атмосферным воздействиям, в отношении свойств воспламеняемости после воспламенения, особенно пиковой скорости тепловыделения и эффективной теплоты сгорания, не показали заметной разницы по сравнению с образцами, не подвергшимися атмосферным воздействиям. Эти результаты показали, что слой покрытия, подверженный атмосферным воздействиям, вряд ли будет выступать в качестве дополнительного горючего материала, увеличивающего распространение огня. Кроме того, результаты показали, что повышение уровня теплового потока сильно повлияло на механизм вспучивания в выдержанных образцах, где механизм не соответствовал последовательности формирования и был остановлен на определенном этапе. Однако порог, при котором изменялась последовательность механизма вспучивания, пока неизвестен.

Многие системы противопожарной защиты почти полностью зависят от наличия достаточного количества воды, которая необходимо для того, чтобы тушить пожар. Системы водоснабжения представляют собой обширные подземные сети труб, подключенных к источнику воды. Если этот источник воды каким-либо образом пропадет или эти трубы будут повреждены, система защиты не будет работать должным образом. Как правило, в сельской местности имеется только один источник воды, и у них может не хватить ресурсов для быстрого устранения любых проблем с водоснабжением. Если в этих районах произойдут какие-либо изменения климата, даже такие, как засуха, у них может не быть достаточного водоснабжения для функционирования систем противопожарной защиты. Проблемы изменения

климата и нехватки воды обычно касаются бытовых, сельскохозяйственных и промышленных целей. Системы противопожарной защиты обычно не рассматриваются в контексте изменения климата. Таким образом, данное исследование является важной областью для изучения.

Используя эти источники, люди обеспечиваются пресной водой, а системы противопожарной защиты также обеспечиваются достаточным количеством воды для адекватной работы в соответствии с проектом. Если источник воды пересыхает, например озеро, у муниципалитетов не будет воды до тех пор, пока они не найдут другое решение. Без воды системы противопожарной защиты выйдут из строя. Если случится засуха или что-то еще повлияет на снабжение, это может иметь последствия для систем противопожарной защиты.

Сельские районы, такие как сельскохозяйственные районы, представляют собой свой собственный набор проблем, связанных с водоснабжением. Плотность населения в сельской местности гораздо ниже, чем в городах. Сельские районы также могут быть расположены на гораздо большей территории, что может создавать проблемы при попытке обеспечить все районы достаточным водоснабжением.

Помогаева и Васильева в 2020 обнаружили, что сельские водообеспечивающие организации, обслуживающие деревни в России, сталкиваются с множеством проблем, таких как поддержание качества водоснабжения на пригодном для питья уровне различными способами, поддержание надежности крупной распределительной сети и удаление источников воды. Поддержание трубопровода в надлежащем состоянии оказывается самой большой проблемой для российских организаций. Инспекция, тестирование и техническое обслуживание распределительной системы указаны как крупнейшая проблема, поскольку это единственный способ гарантировать надежность сети и способность обеспечивать чистую воду высокого качества.

Сеть малых деревень в России может быть сопоставима со многими другими сельскими районами по всему миру. Проблемы инфраструктуры нехватки водоснабжения являются глобальной проблемой, а не ограничиваются каким-то одним регионом или страной. Пундир в 2021 провел оценку рисков для водоснабжения в сельской местности, чтобы проанализировать реализацию плана обеспечения безопасности в обеспечении водой и то, как этот план снижает риск для системы водоснабжения. В настоящее время некоторые сельские распределительные системы используют гидравлическую модель для определения надежности сети и настройки системы для обеспечения спроса там, где это необходимо. Эти системы дороги и не находят широкого применения в сельской местности, но они представляют собой очень мощный инструмент для поставщиков водоснабжения, обеспечивающий целостность их соответствующих систем. Использование гидравлических моделей, гораздо более распространено в городских условиях, где система трубопроводов обычно обслуживает гораздо меньшую площадь участка, но обычно является значительно более сложной [16].

Городские районы характеризуются большой плотностью населения на гораздо меньшей площади земли. Городское водоснабжение используется для многих целей, включая, но не ограничиваясь: бытовое использование, промышленное использование и общее коммерческое использование по всей урбанизированной территории. Это приводит к тому, что сети водоснабжения и распределительные сети, как правило, намного сложнее, чем те, которые обслуживают сельские районы. Распространенной системой, используемой в распределительных сетях этого типа, является система гидравлического моделирования, которая использует автоматизацию и информационные технологии, помогающие этим системам поддерживать и эффективно снабжать водой все населенные пункты региона. Системы гидравлического моделирования могут автоматически запускать насосы для отвода воды в различные регионы, обслуживаемые системой, для учета максимумов и

минимумов спроса и предложения. Эти системы, как правило, очень сложные и работают в режиме реального времени для учета спроса и предложения.

Основная причина нехватки воды была вызвана зимними периодами с очень низкими температурами, при этом заморозилось подавляющее большинство труб и было выведено из строя большая часть существующей инфраструктуры системы противопожарного водоснабжения. При этом электросеть также была частично отключена. Отключение электросети также затронуло водонасосные станции, которые подавали бы воду, если бы трубы не были заморожены.

Это привело к полному отсутствию доступа к воде для большей части населения, включая меры реагирования на чрезвычайные ситуации. Если бы произошел пожар, то единственная доступная вода в этой ситуации была бы из автоцистерн пожарных, которые могут поставлять только ограниченное количество воды.

Пробел в литературе очевиден, когда речь заходит о воздействии нагрузки на водоснабжение, связанной с системами противопожарной защиты. Таким образом, обсуждение систем противопожарной защиты и проблем с водоснабжением находится на начальной стадии с инженерным сообществом по противопожарной защите. Был разработан краткий обзор, чтобы начать понимать перспективы проблем с водоснабжением и воздействия на системы противопожарной защиты [8].

Современная противопожарная защита, используемая сегодня, не охватывает полностью весь жизненный цикл здания, принимая во внимание влияние, которое оказывают друг на друга профилактика, тушение и расследование пожара. Мы систематически не занимаемся оценкой жизненного цикла, в результате чего неоднородная противопожарная защита фрагментируется как в пространстве, так и во времени, образуя белые пятна в области пожарной безопасности.

Концепция противопожарной защиты, созданная на этапе проектирования здания, не соответствует последовательно динамично

меняющимся обстоятельствам ни с течением времени, ни с точки зрения человека, пожара или основного фактора здания, что может привести к неустойчивому равновесию противопожарной защиты. Мы не создаем всеобъемлющую концепцию жизненного цикла для данного здания.

В дополнение к вышеупомянутой временной дифференциации, участники противопожарной защиты также представлены сильно рассредоточенными и в разнообразном составе, что не всегда покрывает необходимые потребности в противопожарной защите на текущем этапе жизненного цикла.

Сотрудники противопожарной защиты знают только статические результаты, которых в крайних случаях может быть столько, сколько участников задействовано в процессе. Возможности, закодированные в электронных системах, не используются ни членами гражданского общества, ни членами профессионального сообщества. Интеллектуальные здания не создаются комплексно с точки зрения противопожарной защиты, что обеспечивало бы более высокий уровень пожарной безопасности, даже, несмотря на то, что эта возможность интегрирована в приложения.

Из-за отсутствия процедур и практик планирования жизненного цикла, легкодоступной системной информации для органов власти, проектировщиков, технического обслуживания и пользователей, а также практических примеров доступных преимуществ и экономии средств интеграция систем пожарной безопасности в интеллектуальную среду эксплуатации зданий была затруднена. Было также признано, что существует потенциал в незначительных (на единицу) технологических улучшениях, если совокупное воздействие велико, например, в крупномасштабных проектах реконструкции зданий.

С целью изучения возможностей использования данных, генерируемых системами автоматизации зданий и мониторинга, для повышения пожарной безопасности зданий и поддержки работы аварийно-спасательных служб необходимо разработать новые услуги и приложения в области пожарной

безопасности, которые также могут быть легко и надежно интегрированы в другие интеллектуальные системы автоматизации зданий.

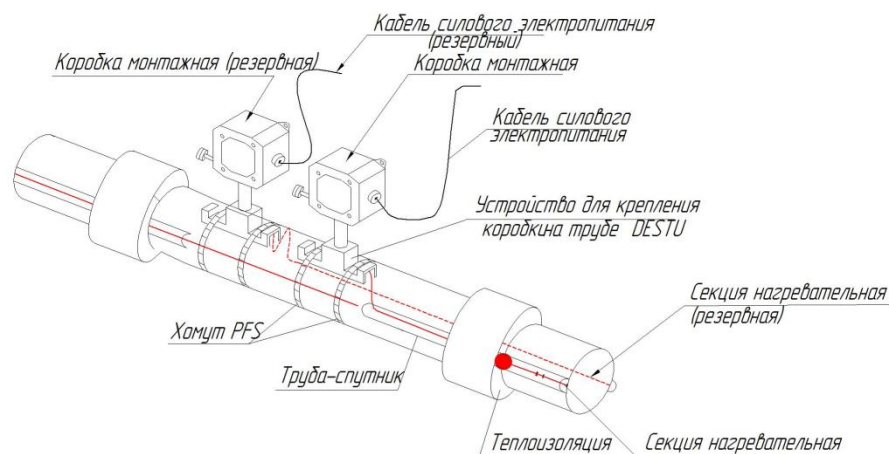
Первый этап – это оценка отношения и потребностей в отношении интеллектуальных решений в области пожарной безопасности и их интеграции в современные интеллектуальные здания. На втором этапе будут изучены потенциальные новые решения и услуги на основе результатов первого этапа.

Например, для отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения предлагается в трубопроводы НППВ установить многожильный саморегулирующийся кабель Drexan HeatTracer, который бы управлялся системой по технология «Умного здания».

Многожильный саморегулирующийся кабель Drexan HeatTracer предназначен для защиты от замерзания наземных и заглубленных подводящих труб, пожарных стояков, ответвлений и магистралей систем автоматического водяного пожаротушения при прокладке в зонах, потенциально подверженных воздействию низких температур.

Drexan предлагает 4 варианта номинальной выходной мощности многожильного кабеля для систем пожаротушения: 3 Вт, 5 Вт, 8 Вт и 10 Вт для приложений с напряжением 100-130 В и 208-277 В. Выбор правильной выходной мощности для данного размера линии гарантирует, что спринклерные системы не перегреваются и эффективно используется электроэнергия, обеспечивая при этом необходимую надежную защиту от замерзания.

Схема монтажа греющего многожильного саморегулирующегося кабеля Drexan HeatTracer на систему водоснабжения изображена на рисунке 1.



*Узел монтажа нагревательного кабеля на трубопроводе.
Поперечная укладка двух ниток кабеля.*

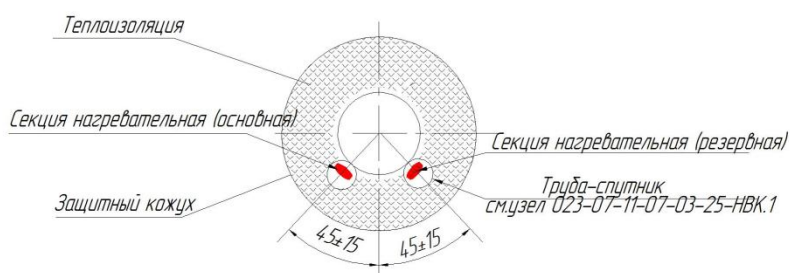


Рисунок 1 – Схема монтажа греющего многожильного саморегулирующегося кабеля Drexan HeatTracer на систему водоснабжения

Правильно спроектированная и конкретизированная система будет включать следующее:

- нагревательный кабель правильно подобран в соответствии с размером линии при расчетных минимальных температурах окружающей среды;
- силовые соединения, тройники и торцевые уплотнения в зависимости от конфигурации трубопровода;
- система мониторинга и управления;
- распределительные панели питания в комплекте с соответствующим оборудованием для защиты от замыканий на землю;
- принадлежности, включая крепежные ленты и предупреждающие

надписи;

- инструменты, необходимые для полной установки и пусконаладочных испытаний.

Технология «Умного здания» и условия эксплуатации открывают возможности для оперативного наблюдения, охраны зданий и помещений. Цифровые технологии и Интернет вещей (IoT) позволяют создавать новые решения для упреждающего предупреждения пожаров, обнаружения возгораний, аварийно-спасательных работ, тушения пожаров и технического обслуживания систем и компонентов [15]. Интеллектуальная среда и технологии в зданиях также создают новые проблемы и риски, связанные с пожарной безопасностью. Для обеспечения здоровой и безопасной среды обитания эти новые риски необходимо выявлять и снижать.

Выводы по разделу.

Было заявлено, что покрытия, использованные в этом исследовании, способны выдерживать воздействие атмосферных воздействий до 5 лет. Некоторые производители предоставили требования к проверке через определенное время. Производителям рекомендуется также предоставить руководства по оценке и процедуры (при необходимости) повторного нанесения покрытия. Одним важным наблюдением в ходе этого исследования было влияние теплового потока на характеристики вспучивающихся покрытий. Пока что пороговое значение уровня теплового потока, при котором вспучивание не может образоваться, все еще неизвестно. Этот порог зависит от химического состава каждого покрытия, а также от воздействия атмосферных воздействий. Рекомендуется указывать значение этого порога для уточнения области применения и ограничений каждого покрытия.

В разделе проанализирован потенциал новых, инновационных систем интеллектуальных зданий с интеллектуальными системами противопожарной защиты. Разработан способ развития сети противопожарной защиты. Определяя структуру сети противопожарной защиты, исследована ее интеграция в «умные здания» и, в более широком смысле, ее интеграцию в

«умные города». Например, для отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения предлагается в трубопроводы НППВ установить многожильный саморегулирующийся кабель Drexan HeatTracer, который бы управлялся системой по технология «Умного здания».

В области инновационного порядка управления внутренней противопожарной охраной и административных процедур в рамках цифрового государства и соответствующих систем электронного администрирования, а также пожарной безопасности интеллектуальных зданий, созданных инновационными инженерными методами, развития сети противопожарной защиты в инновационных системах и исследования включения умных городов в программу необходимо:

- используя инновационный инженерный метод, можно достичь долгосрочной устойчивой пожарной безопасности на протяжении всего жизненного цикла зданий, а проектная информация этого плана может переноситься и динамически трансформироваться на протяжении всего периода эксплуатации;
- информация о противопожарной защите, закодированная в динамических моделях на основе BIM, созданных с использованием инновационных инженерных технологий, может быть использована для создания интеллектуальных зданий, которые являются интеллектуальными с точки зрения противопожарной защиты и имеют новый, более высокий уровень пожарной безопасности, чем текущий, с более полным качеством пожарной безопасности;
- создавать стабильную ситуацию противопожарного равновесия, комплексно расширенную на весь жизненный цикл интеллектуального с точки зрения противопожарной защиты здания.

4 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [3] произведём оценку профессиональных рисков.

Четыре способа определения опасностей:

- физический осмотр – обойти рабочее место, используя контрольный список для выявления опасностей и управления ими;
- анализ задач – определить опасности, связанные с каждой задачей задания;
- анализ процесса – выявление опасностей на каждом этапе процесса производства или предоставления услуг;
- анализ расследования несчастных случаев – выявление опасностей и причинных факторов в ходе расследований, связанных с аналогичными видами работ.

Реестр опасностей представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Реестр опасностей

Опасность	ID	Опасное событие
2. Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
3. Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
3. Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот

Продолжение таблицы 1

Опасность	ID	Опасное событие
9. Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
9. Воздействие на кожные покровы смазочных масел	9.2	Заболевания кожи (дерматиты)
9. Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	9.3	Заболевания кожи (дерматиты)
9. Контакт с высокоопасными веществами	9.4	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ
9. Образование токсичных паров при нагревании	9.5	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ
10. Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	10.1	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва
12. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
	12.5	Воздействие на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества
20. Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.2	События, связанные с возможностью не услышать звуковой сигнал об опасности

Оценка вероятности представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	«Практически исключено» [4] «Зависит от следования инструкции» [4] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [4]	1
2	Маловероятно	«Сложно представить, однако может произойти» [4] «Зависит от следования инструкции» [4] «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [4]	2

Продолжение таблицы 2

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
3	Возможно	«Иногда может произойти» [4] «Зависит от обучения (квалификации)» [4] «Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая» [4]	3
4	Вероятно	«Зависит от случая, высокая степень возможности реализации» [4] «Часто слышим о подобных фактах» [4] «Периодически наблюдаемое событие» [4]	4
5	Весьма вероятно	«Обязательно произойдет» [4] «Практически несомненно» [4] «Регулярно наблюдаемое событие» [4]	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	«Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек)» [4] «Несчастный случай на производстве со смертельным исходом» [4] «Авария» [4] «Пожар» [4]	5
4	Крупная	«Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней)» [4] «Профессиональное заболевание» [4] «Инцидент» [4]	4
3	Значительная	«Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней» [4] «Инцидент» [4]	3
2	Незначительная	«Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь» [4]. «Инцидент» [4] «Быстро потушенное загорание» [4]	2
1	Приемлемая	«Без травмы или заболевания» [4] «Незначительный, быстроустраняемый ущерб» [4]	1

«В соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 по результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняется Анкета» [4].

Анкета рисков представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Лаборант	2	2.1	4	4	4	4	16	Высокий
	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
	9	9.1	3	3	4	4	12	Средний
	9	9.3	3	3	4	4	12	Средний
	9	9.4	3	3	5	5	15	Средний
	10	10.1	3	3	5	5	15	Средний
	12	12.3	3	3	4	4	12	Средний
	12	12.5	3	3	4	4	12	Средний
	20	20.2	3	3	5	5	15	Средний
Подсобный рабочий	2	2.1	3	3	4	4	12	Высокий
	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
	9	9.1	2	2	4	4	8	Низкий
	9	9.3	3	3	4	4	12	Высокий
	9	9.5	2	2	4	4	8	Низкий
	10	10.1	2	2	5	5	10	Средний
	12	12.3	2	2	5	5	10	Средний
Слесарь	2	2.1	3	3	4	4	12	Средний
	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
	3	3.2	4	4	4	4	16	Средний
	3	3.4	4	4	3	3	12	Средний
	9	9.2	3	3	3	3	9	Средний
	9	9.3	2	2	3	3	6	Низкий

Количественная оценка профессионального риска рассчитывается по формуле 1.

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

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [4].

Теперь необходимо обезопасить работников от выявленных значительных опасностей [10].

Выбрать наилучший метод работы для устранения, изоляции или минимизации потенциального вреда, возникающего в результате значительной опасности (в таком порядке).

Возможно, потребуются использовать комбинацию элементов управления для контроля опасности.

Там, где используются неохранные эстакады или платформы или работа будет выполняться с лестницы или стремянки, риск причинения вреда должен быть сведен к минимуму с помощью управленческого контроля и проведения соответствующего обучения. Управленческий контроль включает эффективные протоколы ведения процесса и четкие процедуры безопасного использования оборудования.

Помимо иерархии элементов управления, необходимо подумать об элементах управления, которые защищают от падения нескольких человек. Это групповые элементы управления. Наилучшие методы работы – это те, которые не требуют активного осуждения со стороны работников для обеспечения собственной безопасности, такие как защита краев, строительные леса и подъемные рабочие платформы.

Средства персонального контроля присматривают только за отдельными лицами и полагаются на активное осуждение пользователя для обеспечения их безопасной работы (например, ремни безопасности при падении).

Обучение, инспекция и техническое обслуживание оборудования имеют решающее значение для эффективности этих мер личного контроля.

Меры управления рисками представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Меры управления рисками

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	Травмирующие источники опасности	Обеспечить работников средствами защиты в соответствии с воздействующими опасными факторами на рабочих местах
Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	Обезжиривающие и чистящие вещества	Обеспечить работников, работающих с обезжиривающими и чистящими веществами средствами защиты рук (перчатки)

Вывод по разделу.

В разделе определено, что высокий риск на рабочих местах идентифицирован от опасностей воздействия обезжиривающих и чистящих веществ на кожу рук работников, поэтому в качестве мер снижения воздействия предложено обеспечить работников, работающих с обезжиривающими и чистящими веществами средствами защиты рук (перчатки).

Риск следует постоянно оценивать, чтобы убедиться в эффективности мероприятий по охране труда и соответствии поставленной цели. Это может означать проведение регулярных проверок мер контроля, обсуждение мер контроля на переговорах и совещаниях на стройплощадке с подрядчиками, а также активный надзор за ходом работ.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Согласно ФЗ РФ от 10.01.2002 г № 7-ФЗ [1] проведём оценку антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду таблица 6.

Таблица 6 – Антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Лаборатория	Отдел оценки	Газообразные	Сточные воды	ТКО
Количество в год		0,07 т	250 тыс. м ³	136,902 т

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты соответствия технологий на производстве [6]

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Лаборатория	Технологии обращения с отходами	Не соответствует

Перечень загрязняющих веществ источников выбросов представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень загрязняющих веществ источников выбросов

Номер ЗВ	Наименование загрязняющего вещества
1	Серная кислота
2	Соляная кислота
3	Метилбензол (Толуол)
4	Этановая кислота (Уксусная кислота)

Результаты производственного контроля представлены в таблицах 9-11.

Таблица 9 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
1	Лаборатория	1	Вентустановка	Серная кислота	0,0000267	0,000014	-	23.03.2023	-	-
				Соляная кислота	0,0001320	0,000071	-	23.03.2023	-	
				Метилбензол (Толуол)	0,0000811	0,000044	-	23.03.2023	-	
				Этановая кислота (Уксусная кислота)	0,0001920	0,000104	-	23.03.2023	-	
Итого					0,0021018	0,001135	-	-	-	-

Таблица 10 – 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
Очистные сооружения отсутствуют												

Таблица 11 – 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	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства)	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,003	0	0	0,003
2	Отходы минеральных масел промышленных [5]	40613001313	3	0	0	20,00	0	20,00	0
3	Мусор и смет производственных помещений малоопасный	73321001724	4	0	0	50,00	0	50,00	0

Продолжение таблицы 11

№ 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				
4	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15 % и более) [5]	91920401603	3	0	0	3,00	0	3,00	0
5	Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	91920102394	4	0	0	8,00	0	8,00	0

Продолжение таблицы 11

№ строк	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						
	Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	
	11	12	13	14	15	16	
1	0,003	0	0	0,003	0	0	
2	20,00	0	0	0	0	20,00	
3	50,00	0	0	0	0	50,00	
4	3,00	0	0	0	0	3,00	
5	8,00	0	0	0	0	8,00	
№ строк	Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
	Всего	хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	захоронение на собственных ОРО	хранение на сторонних ОРО	захоронение на сторонних ОРО	хранение	накопление
	17	18	19	20	21	22	23
1	0,003	0	0	0	0,003	0	0
2	20,00	0	0	0	20,00	0	0
3	50,00	0	0	0	50,00	0	0
4	3,00	0	0	0	3,00	0	0
5	8,00	0	0	0	8,00	0	0

Вывод по разделу.

Изменение климата оказывает серьезное влияние на различные сферы жизни, включая безопасность людей. Повышение температуры, которое может увеличить частоту и развитие пожаров на открытом воздухе, наряду с сокращением водных ресурсов для тушения пожаров, являются одними из многих его последствий. В то же время сами пожары, которые сопровождаются образованием продуктов сгорания, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и в конечном итоге способствуют возникновению негативных изменений климата.

Можно ли безопасно утилизировать материалы, содержащие антипирены, вместе с городскими отходами?

Можно ли их сжигать в установках для сжигания бытовых отходов?

Да, они могут. Материалы, обработанные антипиренами, могут перерабатываться в установках для сжигания муниципальных отходов, вырабатывая энергию. Антипирены задерживают и подавляют горение; они не делают материалы негорючими. Таким образом, сжигание отходов само по себе не является проблемой.

При отправке бытовых отходов на свалку антипирены в основном остаются в составе обрабатываемых материалов, поскольку они химически или физически связаны с ними, так что вымывание или потеря значительных количеств FRS со свалок очень маловероятны.

Антипирены в пластиковых отходах также совместимы с валоризацией на металлургических заводах и восстановлением содержания драгоценных металлов и меди в смешанных отходах этим путем.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В разделе проанализирован потенциал новых, инновационных систем интеллектуальных зданий с интеллектуальными системами противопожарной защиты. Разработан способ развития сети противопожарной защиты. Определяя структуру сети противопожарной защиты, исследована ее интеграция в «умные здания» и, в более широком смысле, ее интеграцию в «умные города». Например, для отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения предлагается в трубопроводы НППВ установить многожильный саморегулирующийся кабель Drexan HeatTracer, который бы управлялся системой по технология «Умного здания».

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 12.

Таблица 12 – План реализации мероприятий

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения	Август 2024 года
Закупка программного обеспечения «Умного здания»	Август 2024 года
Монтаж системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения	Сентябрь 2024 года
Пуско-наладочные работы	Ноябрь 2024 года

Варианты расчёта ожидаемых потерь от пожаров:

- 1 вариант – все системы пожаротушения не сработали из-за обмерзания водопровода;
- 2 вариант – системы пожаротушения (автоматические и пожарные гидранты) находятся в исправном состоянии за счёт подогрева труб водоснабжения многожильным саморегулирующимся кабелем Drexan HeatTracer.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Единицы измерения	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [11]	м ²	F	1710	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [11]	руб./м ²	Ст	60000	60000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	Ск	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [11]	м ²	F'' пож	380	
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [11]	м ²	F*пож	-	2
«Вероятность возникновения пожара» [11]	1/м ² в год	J	2·10 ⁻⁴	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [11]	м ²	Fпож	4	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [11]	-	p1	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [11]	-	p2	0,95	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [11]	-	p3	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [11]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [11]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [11]	м/мин	υл	1,5	
«Время свободного горения» [11]	мин	Всвг	10	
«Норма текущего ремонта» [11]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [11]	%	На	-	10
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗП1	0	36000
«Период реализации мероприятия» [11]	лет	T	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 2:

$$F'_{пож} = \pi \times (\upsilon_{л} \cdot B_{свг})^2, \text{ м}^2, \quad (2)$$

где $\upsilon_{л}$ – «линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{свг}$ – время свободного горения, мин.» [11].

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (1,5 \cdot 10)^2 = 706,5 \text{ м}^2$$

Так как площадь объекта меньше площади пожара, то площадь пожара при тушении привозными средствами будет равна общей площади здания.

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формуле 3.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (3)$$

где $M(\Pi_1)$ – «математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;
 $M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;
 $M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [11];

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F'_{\text{пож}} \cdot (1+k) \cdot p_1; \quad (4)$$

где J – «вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м^2 ;

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [11].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1+k) \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (5)$$

где p_2 – «вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [11].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (6)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 .

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot \{1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (7)$$

Для первого варианта:

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= 2 \times 10^{-4} \times 1710 \times 60000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 163716 \text{ руб./год}; \\ M(\Pi_2) &= 2 \times 10^{-4} \times 1710 \times (60000 \times 182,4 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,95 = \\ &= 983024,38 \text{ руб./год}. \\ M(\Pi_3) &= 2 \times 10^{-4} \times 1710 \times (60000 \times 1710 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ &\times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = 284275,42 \text{ руб./год}. \end{aligned}$$

Для второго варианта:

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= 2 \times 10^{-4} \times 1710 \times 60000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 163716 \text{ руб./год}; \\ M(\Pi_2) &= 2 \times 10^{-4} \times 1710 \times 60000 \times 2 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ &= 18713,38 \text{ руб./год}; \\ M(\Pi_3) &= 2 \times 10^{-4} \times 1710 \times (60000 \times 182,4 + 30000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times \\ &\times 0,95 = 270061,64 \text{ руб./год}. \\ M(\Pi_4) &= 2 \times 10^{-4} \times 1710 \times (60000 \times 1710 + 30000) \times (1+1,63) \times \{1-0,79 - (1- \\ &- 0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 16108,94 \text{ руб./год}. \end{aligned}$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

– если все системы пожаротушения не сработали из-за обмерзания водопровода:

$$M(\Pi)_1 = 163716 + 983024,38 + 284275,42 = 1431015,8 \text{ руб./год};$$

- если системы пожаротушения (автоматические и пожарные гидранты) находятся в исправном состоянии за счёт подогрева труб водоснабжения многожильным саморегулирующимся кабелем Drexan HeatTracer:

$$M(\Pi)_2 = 163716 + 18713,38 + 270061,64 + 16108,94 = 468599,96 \text{ руб./год.}$$

Стоимость монтажа автоматической системы пожаротушения представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Стоимость монтажа системы пожаротушения

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения	50000
Монтаж системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения	200000
Стоимость оборудования	550000
Пуско-наладочные работы	30000
Итого:	830000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения по формуле 8:

$$P = A + C \quad (8)$$

где А – «затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

С – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт), руб./год» [11].

$$P = 60000 + 30000 = 90000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 9:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} \quad (9)$$

где « $C_{т.р.}$ – затраты на текущий ремонт;

$C_{c.o.n.}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [11].

$$C_2 = 25000 + 5000 = 30000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 10:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (10)$$

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

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %» [11].

$$C_{m.p.} = \frac{500000 \cdot 5}{100\%} = 25000 \text{ руб.}$$

Обслуживание средств отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения.

$$C_{c.o.n.} = 5000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем рассчитываются по формуле 11:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (11)$$

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

H_a – норма амортизации, %» [11].

$$A = \frac{600000 \cdot 10}{100\%} = 60000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения составит:

$$I = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - [P_2 - P_1]]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (12)$$

где T – «горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

НД – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

M(Π₁), M(Π₂) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K₁, K₂ – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P₁, P₂ – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [11].

Расчёт денежных потоков представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	M(Π ₁)-M(Π ₂)	P ₂ -P ₁	1/(1+НД) ^t	[M(Π ₁)-M(Π ₂)-(C ₂ -C ₁)]* 1/(1+НД) ^t	K ₂ -K ₁	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта
1	962415,84	90000	0,91	793898,41	830000	-36101,59
2	962415,84	90000	0,83	724105,15	-	724105,15
3	962415,84	90000	0,75	654311,88	-	654311,88
4	962415,84	90000	0,68	593242,77	-	593242,77
5	962415,84	90000	0,62	540897,82	-	540897,82
6	962415,84	90000	0,56	488552,87	-	488552,87
7	962415,84	90000	0,51	444932,08	-	444932,08
8	962415,84	90000	0,47	410035,44	-	410035,44
9	962415,84	90000	0,42	366414,65	-	366414,65
10	962415,84	90000	0,39	340242,18	-	340242,18

Вывод по разделу 6.

В разделе определено, что интегральный экономический эффект от монтажа системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения за десять лет составит 4526633,25 рублей.

Заключение

В начале работы предложено рассмотреть влияния климатических условий на работу:

- систем пассивной противопожарной защиты (которые являются тепловым барьером против огня) – огнезащитные покрытия деревянных и металлических элементов конструкций зданий и сооружений;
- систем активной противопожарной защиты – автоматических систем пожаротушения.

На первом этапе исследования изучено влияние атмосферных воздействий на характеристики вспучивающихся огнезащитных покрытий на деревянных изделиях и влияние засухи аномальных морозов на надёжность систем противопожарного водоснабжения.

Одним важным наблюдением в ходе этого исследования было влияние теплового потока на характеристики вспучивающихся покрытий. Пока что пороговое значение уровня теплового потока, при котором вспучивание не может образоваться, все еще неизвестно. Этот порог зависит от химического состава каждого покрытия, а также от воздействия атмосферных воздействий. Рекомендуется указывать значение этого порога для уточнения области применения и ограничений каждого покрытия.

По результатам второго этапа исследования предоставлена актуальная информация о том, как решения в области пожарной безопасности могли бы быть интегрированы в разработку новых проектов в области обеспечения пожарной безопасности.

Установлено, что отсутствие надежной системы водоснабжения резко снизит эффективность систем противопожарной защиты в зданиях, а также будет препятствовать активным усилиям пожарных по тушению, когда у них нет необходимой воды для борьбы с чрезвычайным пожаром. Отсутствие включения этих систем в планы является недостатком, который вызовет

проблемы, если пожар произойдет одновременно с нехваткой воды. Однако страны по-прежнему не осознают последствий потери доступа к системам противопожарной защиты при нехватке воды.

На основе результатов анализа потенциала новых, инновационных систем интеллектуальных зданий с интеллектуальными системами противопожарной защиты был разработан способ развития сети противопожарной защиты. Определяя структуру сети противопожарной защиты, исследована ее интеграция в «умные здания» и, в более широком смысле, ее интеграцию в «умные города». Например, для отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения предлагается в трубопроводы НППВ установить многожильный саморегулирующийся кабель Drexan HeatTracer, который бы управлялся системой по технология «Умного здания».

По результатам оценки эффективности предложенных мероприятий определено, что интегральный экономический эффект от монтажа системы отслеживания температуры воды в системе противопожарного водоснабжения за десять лет составит 4526633,25 рублей.

В четвертом разделе определено, что высокий риск на рабочих местах идентифицирован от опасностей воздействия обезжиривающих и чистящих веществ на кожу рук работников, поэтому в качестве мер снижения воздействия предложено обеспечить работников, работающих с обезжиривающими и чистящими веществами средствами защиты рук (перчатки).

Риск следует постоянно оценивать, чтобы убедиться в эффективности мероприятий по охране труда и соответствии поставленной цели. Это может означать проведение регулярных проверок мер контроля, обсуждение мер контроля на переговорах и совещаниях на стройплощадке с подрядчиками, а также активный надзор за ходом работ.

В пятом разделе определено, что изменение климата оказывает серьезное влияние на различные сферы жизни, включая безопасность людей.

Повышение температуры, которое может увеличить частоту и развитие пожаров на открытом воздухе, наряду с сокращением водных ресурсов для тушения пожаров, являются одними из многих его последствий. В то же время сами пожары, которые сопровождаются образованием продуктов сгорания, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и в конечном итоге способствуют возникновению негативных изменений климата. Материалы, обработанные антипиренами, могут перерабатываться в установках для сжигания муниципальных отходов, вырабатывая энергию. Антипирены задерживают и подавляют горение; они не делают материалы негорючими. Таким образом, сжигание отходов само по себе не является проблемой.

При отправке бытовых отходов на свалку антипирены в основном остаются в составе обрабатываемых материалов, поскольку они химически или физически связаны с ними, так что вымывание или потеря значительных количеств FRS со свалок очень маловероятны.

Антипирены в пластиковых отходах также совместимы с валоризацией на металлургических заводах и восстановлением содержания драгоценных металлов и меди в смешанных отходах этим путем.

Список используемых источников

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 12.02.2024).
2. Об установлении правил противопожарного режима в Российской Федерации : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=443384> (дата обращения: 12.02.2024).
3. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=1d8jr94kat939272210> (дата обращения: 12.02.2024).
4. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 12.02.2024).
5. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 12.02.2024).
6. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377676&ysclid=1dsbgkxui183890770> (дата обращения: 12.02.2024).

7. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/3254/?ysclid=lga9r9fn5z366382597> (дата обращения: 12.02.2024).

8. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 10.02.2024).

9. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963?ysclid=17hqwyvw68251196235> (дата обращения: 18.02.2024).

10. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 12.02.2024).

11. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.

12. Gannon, B. M., Wei, Y., Thompson, M. P., Scott, J. H., & Short, K. C. (2021). System Analysis of Wildfire-Water Supply Risk in Colorado, USA with Monte Carlo Wildfire and Rainfall Simulation. doi:10.1111/risa.13762

13. Huang, Y.-C., Lee, C.-M., & Hong, Y.-R. (2021). Water supply portfolio planning and policy evaluation under climate change: A case study of central Taiwan. *Water (Switzerland)*, 13(4). doi:10.3390/w13040567

14. Khan, M., Dahal, V., Jeong, H., Markus, M., & Bhattarai, R. (2021). Relative Contribution of Climate Change and Anthropogenic Activities to Streamflow Alterations in Illinois. *Water*, 13(22), 3226. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/22/3226> (дата обращения: 12.02.2024).

15. Mala-Jetmarova, H., Barton, A., & Bagirov, A. (2020). A history of Water distribution systems and their optimisation. *Water Science and Technology: Water Supply*, 15(2), 224-235. doi:10.2166/ws.2014.115
16. Pundir, S., Singh, R., Singh, P., & Kandari, V. (2021). Risk assessment and water safety planning for rural water supply in Uttarakhand, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(12). doi:10.1007/s10661-021-09609-7
17. Pérez-de-la-Cruz, F.-J., Trapote-Jaume, A., Melgarejo-Moreno, J., & Chazarra-Zapata, J. (2020). A Century of Water Supply Companies and Their Influence on the Development of Spanish Society (1842-1942). *Water*, 12(9), 2634. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/9/2634> (дата обращения: 12.02.2024).
18. Sousa Junior, W., Baldwin, C., Camkin, J., Fidelman, P., Silva, O., Neto, S., & Smith, T. F. (2016). Water: Drought, Crisis and Governance in Australia and Brazil. *Water*, 8(11), 493. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/11/493> (дата обращения: 12.02.2024).
19. Westerling, A.L., M.G. Turner, E.A.H. Smithwick, and M.G. Ryan. 2011. Continued warming could transform Greater Yellowstone fire regimes by mid- 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (32): 13165-13170. <https://doi.org/10.1073/pnas.1110199108> (дата обращения: 12.02.2024).
20. Zhang, Z., Getahun, E., Mu, M., & Chandrasekaran, S. (2021). Water Supply Planning Considering Uncertainties in Future Water Demand and Climate: A Case Study in an Illinois Watershed. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, n/a(n/a). doi:<https://doi.org/10.1111/1752-1688.12948> (дата обращения: 12.02.2024).