

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 Обеспечение пожарной безопасности в дошкольных учреждениях с
дневным пребыванием детей

Обучающийся	<u>Д.А. Борзов</u> (Инициалы Фамилия) (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент. А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
Консультант	<u>к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Название бакалаврской работы: «Обеспечение пожарной безопасности в дошкольных учреждениях с дневным пребыванием детей».

Работа состоит из пояснительной записки на 88 страниц, включающей 11 рисунков, 22 таблицы, списка литературы из 30 наименований, графической части на 6 листах формата А1.

Цель работы – улучшение пожарной безопасности в дошкольных учреждениях с дневным пребыванием детей путем оптимизации структуры процессов и внедрения современных технологий и стандартов.

На основании поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить теоретические основы расчетов по оценке пожарного риска, выявить его сущность и место в системе безопасности;
- дать характеристику объекта защиты и оценить мероприятия объекта защиты по пожарной безопасности;
- провести анализ и оценку пожарного риска на объекте защиты: выявить частоту реализации пожарных ситуаций; построить поля опасных факторов пожара для различных сценариев его развития; оценить последствия воздействия опасных факторов на людей для различных сценариев его развития; рассчитать индивидуальный пожарный риск;
- провести исследование современных разработок по снижению пожарных рисков и разработать мероприятия по снижению пожарного риска с оценкой их экономической эффективности.

В разделе один представлена характеристика объекта защиты. Для обеспечения максимальной безопасности на объекте проводятся регулярные проверки всех элементов системы пожарной безопасности. Это помогает выявить возможные ошибки и проблемы в работе системы и своевременно предотвратить возможные аварии. Кроме того, регулярное техническое обслуживание и проверка всех элементов системы пожарной безопасности помогает сохранить их в исправном состоянии и готовность к использованию.

Раздел два посвящен анализу соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности. Для анализа разработаны зонные модели рассматриваемого объекта. Зонная модель позволяет оценить распространение дыма и тепла в помещении, а также предсказать поведение конструкций в условиях пожара. Однако также следует отметить, что данная модель не учитывает все физические процессы, связанные с пожаром, и может быть менее точной по сравнению с более сложными моделями, такими как полевые методы расчета пожара.

В разделе три представлена разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в детских дошкольных учреждениях. Обеспечение безопасности зданий и сооружений от пожаров является важной задачей, которая требует комплексного подхода и соблюдения всех необходимых мер безопасности при выборе и использовании строительных материалов.

Раздел четыре содержит анализ профессиональных рисков на рабочем месте, а также мероприятия по их устранению.

В разделе пять произведена оценка влияния предприятия на окружающую среду.

Раздел шесть включает в себя оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Показатели экономической эффективности свидетельствуют о том, что внедрение рекомендуемых мероприятий по снижению пожарного риска является выгодным и рациональным выбором для обеспечения безопасности людей и имущества.

Содержание

Введение	5
1 Характеристика объекта защиты	12
2 Анализ соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности	19
3 Разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в детских дошкольных	47
4 Охрана труда	61
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	67
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	71
Заключение	81
Список используемой литературы и используемых источников	84

Введение

Пожары на объектах с дневным пребыванием детей, а также на объектах, относящихся к дошкольным учреждениям, представляют серьезную опасность для жизни и здоровья людей, а также для имущества. На таких объектах пожары могут возникать из-за различных причин, таких как неисправность оборудования, поджог, нарушения правил эксплуатации и другие [1].

На многих объектах с дневным пребыванием детей может иметь место недостаточность оснащения средствами пожаротушения, которые могут способствовать тому, что пожар будет быстро локализован или полностью потушен.

Еще одним фактором, который может привести к пожарам в местах, где обычно находятся дети, являются нарушения правил пожарной безопасности со стороны персонала и посетителей. Некоторые из этих нарушений включают:

- использование технических устройств, повышающих риск возникновения пожара;
- неоправданное использование электрического оборудования, выходящего за пределы допустимой мощности;
- блокировка дверей и аварийных выходов, что затрудняет эвакуацию при возникновении пожарной ситуации.

Пожары на объектах также могут возникать из-за неисправности оборудования. Для предотвращения этого необходимо проводить регулярные проверки и техническое обслуживание оборудования. Также необходимо проводить регулярные инструктажи персонала по правилам эксплуатации техники и оборудования.

Пожары на объектах с пребыванием детей являются серьезной проблемой, которая может привести к гибели людей и ущербу для имущества. Основными причинами возникновения пожаров являются недостаточное

оснащение объектов средствами пожаротушения, нарушения требований противопожарной безопасности, неполадки в работе оборудования, отсутствие квалифицированного персонала, поджоги и неконтролируемое распространение пожара. Для предотвращения возникновения пожаров необходимо проводить регулярные проверки и техническое обслуживание оборудования, обучать персонал и посетителей правилам пожарной безопасности, контролировать доступность воспламеняющихся материалов и обеспечивать наличие достаточного количества средств пожаротушения. Только совместными усилиями можно обеспечить безопасность людей и предотвратить возникновение чрезвычайных ситуаций.

Цель работы – обеспечения пожарной безопасности, а также совершенствование средств обеспечения пожарной безопасности в практике управления безопасностью детских дошкольных учреждений.

На основании поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить теоретические основы расчетов по оценке пожарного риска, выявить его сущность и место в системе безопасности;
- дать характеристику объекта защиты и оценить мероприятия объекта защиты по пожарной безопасности;
- провести анализ и оценку пожарного риска на объекте защиты: выявить частоту реализации пожарных ситуаций; построить поля опасных факторов пожара для различных сценариев его развития; оценить последствия воздействия опасных факторов на людей для различных сценариев его развития; рассчитать индивидуальный пожарный риск;
- провести исследование современных разработок по снижению пожарных рисков и разработать мероприятия по снижению пожарного риска с оценкой их экономической эффективности.

Термины и определения

Автоматическая система – комплекс машин, информационных систем и средств управления ими, из которого исключён труд человека, выполняющего только лишь контрольные функции.

Автоматизированная система – комплекс машин, информационных систем, средств управления ими и человек, выполняющий контрольные и управляющие функции.

Устойчивость – способность системы компенсировать возмущения, влияющие на ход процесса, за счёт свойств самих элементов, из которых эта система состоит.

Возмущения – внешние воздействия, искажающие параметры течения процессов в системе.

Начальные условия – значения контролируемых параметров процесса, с которых начинается его ход.

Граничные условия – предельные (максимальные и минимальные) значения текущих и конечных параметров процесса, при которых выполняются различные требования, предъявляемые к этим процессам, и за пределами которых выполнение процесса теряет смысл (экономический, технический, экологический и др.).

«Загорание – неконтролируемое горение вне специального очага, без нанесения ущерба» [9].

«Угроза пожара (загорания) – ситуация, сложившаяся на объекте, которая характеризуется вероятностью возникновения пожара, превышающей нормативную» [9].

«Причина пожара (загорания) – явление или обстоятельство, непосредственно обуславливающее возникновение пожара (загорания)» [10].

Очаг пожара – место первоначального возникновения пожара.

Возникновение пожара (загорания) – совокупность процессов, приводящих к пожару (загоранию).

Вероятность возникновения пожара (загорания) – математическая величина возможности появления необходимых и достаточных условий возникновения пожара (загорания).

Опасный фактор пожара – фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу.

«Вероятность воздействия опасных факторов пожара – математическая величина возможности воздействия опасных факторов пожара с заранее заданными значениями их параметров.

Жертва пожара – погибший человек, смерть которого находится в прямой причинной связи с пожаром» [10].

Ущерб от пожара – жертвы пожара и материальные потери, непосредственно связанные с пожаром.

Развитие пожара – увеличение зоны горения и/или вероятности воздействия опасных факторов пожара.

Локализация пожара – действия, направленные на предотвращение возможности дальнейшего распространения горения и создание условий для его успешной ликвидации имеющимися силами и средствами.

Ликвидация пожара – действия, направленные на окончательное прекращение горения, а также на исключение возможности его повторного возникновения.

Тушение пожара – процесс воздействия сил и средств, а также использование методов и приемов для ликвидации пожара.

Огнетушащее вещество – вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Перечень сокращений и определений

АВД – пожарный автомобиль с насосом высокого давления, используется для подачи воды к месту возгорания и обеспечения высокого давления воды для тушения пожара. Является одним из основных средств пожаротушения и широко используется в работе пожарных служб.

АВС – аварийно-вызывная связь, которая предназначена для быстрого и надежного уведомления о возникновении аварийных ситуаций или чрезвычайных событий. АВС обеспечивает возможность быстрого связывания с экстренными службами (полицией, пожарными, скорой помощью), позволяя сообщить о происшествии и запросить необходимую помощь.

АППЗ – автоматизированная противопожарная защита предназначена для обеспечения безопасности объектов и предотвращения возможности возникновения пожаров. Включает в себя различные компоненты, такие как датчики дыма и тепла, автоматические пожарные извещатели, системы автоматического пожаротушения, системы эвакуации людей и другие элементы.

АПТ – система автоматического пожаротушения, которая предназначена для быстрого и эффективного тушения пожара на объекте. Система АПТ может включать в себя различные элементы, такие как датчики дыма и тепла, системы автоматического пожарного оповещения, системы подачи пожаротушающих веществ и другие компоненты.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость, которая может воспламениться при контакте с источником огня при комнатной температуре и давлении. ЛВЖ может быть различным химическим соединением, таким как бензин, масла, растворители, ацетон и т.д.

МЧС – министерство по чрезвычайным ситуациям это федеральный орган исполнительной власти Российской Федерации, который занимается организацией и координацией деятельности по предупреждению и

ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера: пожаров, наводнений, землетрясений, аварий на промышленных объектах и т.д.

НПБ – нормы пожарной безопасности это нормативные документы, которые содержат требования по обеспечению пожарной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации и ремонте различных объектов. НПБ устанавливают требования к организации пожарной безопасности на объектах различного назначения, а также определяют порядок проведения пожарно-технического обследования, проверки и испытаний пожарной техники и оборудования.

ПГ – пожарный гидрант предназначен для получения воды в случае пожара. Гидранты устанавливаются на улицах городов, в парках, на территориях промышленных предприятий и других объектах. Пожарный гидрант состоит из подземной водопроводной сети, клапанов и надземной части - водопроводного столба с отводящими рукавами.

СИЗ – средства индивидуальной защиты, используемые для защиты человека от вредных факторов окружающей среды, в том числе от пожара. К ним относятся, например, противогазы, спецодежда, респираторы, защитные очки, наушники и другие аналогичные средства. В случае пожара такие средства могут помочь защитить дыхательную систему и кожу человека от вредных выделений и высокой температуры.

УПЗ – установка противопожарной защиты это комплекс мероприятий и технических средств, направленных на обеспечение пожарной безопасности объектов различного назначения. УПЗ может включать в себя различные устройства, такие как: пожарная сигнализация, устройства оповещения и управления эвакуацией, автоматические системы пожаротушения, вентиляционное оборудование, средства индивидуальной защиты и т.д.

1 Характеристика объекта защиты

Здание выполнено из негоряемых материалов и имеет высокую степень огнестойкости. Кроме того, в здании предусмотрены меры пожарной безопасности, такие как рассредоточено расположенные эвакуационные выходы, достаточная ширина маршей лестничных клеток, отсутствие винтовых лестниц и забежных ступеней на путях эвакуации, наличие наружных пожарных лестниц с ограждениями и правильным углом уклона.

Также в здании отсутствует использование технического подполья для хранения сгораемых материалов, двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания, а в «лестничных клетках отсутствуют складские помещения и оборудование, которые могут способствовать возникновению пожара» [2].

«Здание обладает высокой степенью пожарной безопасности и соответствует требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности» [24, 25, 26].

В здании использованы негоряемые материалы при возведении основных строительных конструкций, таких как фундамент, стены, перекрытия, покрытия и крыша. Облицовка поверхностей конструкций выполнена из негорючих отделочных материалов или из материалов, для которых сертификация не является обязательной.

На путях эвакуации в здании обеспечена достаточная ширина маршей лестничных клеток, количество эвакуационных выходов выполнено более двух, а наружные пожарные лестницы имеют ограждения и правильный угол уклона [28].

Кроме того, в здании отсутствует использование технического подполья для хранения сгораемых материалов, а двери из помещений и коридоров в лестничные клетки в открытом положении не уменьшают расчетную ширину эвакуационных проходов.

Данные меры пожарной безопасности создают благоприятные условия для минимизации рисков возникновения пожаров в здании и обеспечивают безопасную эвакуацию людей в случае возникновения пожарной угрозы. Однако, для более точного анализа пожарной безопасности объекта, необходимо провести дополнительную инспекцию и оценку соответствия объекта требованиям пожарной безопасности.

В соответствии с Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации на объекте защиты должна присутствовать система пожарной безопасности, которая направлена на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и их вторичных проявлений.

СПБ представляет собой комплекс мер, которые направлены на защиту людей от возможного воздействия пожара. В ее состав могут входить различные автоматические системы, такие как системы пожаротушения и пожарной сигнализации, противодымные и вентиляционные системы и другие средства. Эта система должна соответствовать всем установленным законодательством Российской Федерации требованиям, а также регулярно проходить проверку и обслуживание высококвалифицированными специалистами для обеспечения эффективности и надежности в случае возникновения пожара [29].

Осуществление функционирования подобных систем применительно к Дворцу молодежи может быть необходимым условием для обеспечения безопасной жизнедеятельности людей и сохранения имущества. Поэтому, ее наличие и правильная работа охраняет жизни людей и осуществляет профилактику непредвиденных ситуаций в случае пожара.

На объекте с дневным пребыванием детей (50 и более человек) важно не только иметь схематический план эвакуации, но и разработать инструкцию, которая определяет действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей [3].

Инструкция должна содержать подробный алгоритм действий персонала в случае возникновения пожара или другой аварии. В ней должны быть указаны роли и обязанности каждого работника, ответственного за эвакуацию людей, а также порядок уведомления службы пожарной охраны и других экстренных служб.

Кроме того, важно проводить практические тренировки для всех задействованных в эвакуации работников не реже одного раза в полугодие. Это помогает персоналу научиться быстро и правильно реагировать на возможные аварийные ситуации и эффективно организовывать эвакуацию людей.

Ежедневно в установленное Государственной противопожарной службой время, в пожарную часть, которая находится в районе выезда находящегося на объекте, передается информация о количестве людей, находящихся на нем [4].

Это необходимо для обеспечения безопасности на объекте и своевременного реагирования на возможные аварийные ситуации, такие как пожар или другие бедствия. Информация о количестве людей помогает определить необходимый объем мер по предотвращению возникновения пожара, а также планировать эвакуацию людей в случае необходимости.

Кроме того, передача информации о количестве находящихся на объекте людей является частью системы мониторинга, которая позволяет следить за изменениями в количестве людей и своевременно принимать соответствующие меры для обеспечения их безопасности.

При выполнении различного рода мероприятий, имеющих основную цель - гарантия безопасности людей на объектах, открытых для посещения широким кругом населения, необходимо учитывать множество факторов. Приоритетный фактор - наличие системы пожарной безопасности. Ее цель заключается в предотвращении негативного влияния опасных факторов пожара и его последствий на людей, находящихся на объекте [30].

СПБ служит единым целым в случае выполнения всей совокупности организационных и технических решений, направленных на предупреждение любого влияния пожара на процессы жизнедеятельности людей. В ее состав могут входить автоматические системы пожаротушения, системы пожарной сигнализации, противодымные системы, вентиляционные системы, а также другие элементы и устройства, способствующие обеспечению безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций.

В Российской Федерации существует ряд требований, установленных законодательством, которые необходимо соблюдать при разработке системы пожарной безопасности. Так, согласно Правилам пожарной безопасности, где присутствует более 50 человек, необходимо разработать инструкции по эвакуации людей и проводить тренировки для персонала, ответственного за эвакуацию. Кроме того, на объектах с дневным пребыванием детей (более 500) ежегодно должны проводиться пожарные инструктажи для всех сотрудников.

Одним из важных элементов системы пожарной безопасности является схематический план эвакуации людей при возникновении пожара или другой аварийной ситуации. Схема должна содержать информацию о местах расположения выходов, путях эвакуации и местах сбора людей в случае чрезвычайной ситуации. Для удобства использования схематический план эвакуации должен быть размещен в заметном месте и легко доступен для персонала и посетителей объекта.

Однако, не только разработка и реализация системы пожарной безопасности важны для обеспечения безопасности на объекте. Также необходимо обеспечить правильное использование элементов системы пожарной безопасности, а также ее контроль и обслуживание. Это включает в себя регулярные проверки и техническое обслуживание системы, а также проведение инструктажей по правилам пожарной безопасности для персонала [5].

Одним из способов обеспечения контроля за состоянием системы пожарной безопасности является передача информации о количестве людей, находящихся на объекте, в пожарную часть, которая находится в районе выезда находящегося на объекте. Это позволяет следить за изменениями в количестве людей на объекте и своевременно принимать меры для обеспечения их безопасности.

Одним из ключевых аспектов при обеспечении пожарной безопасности является обучение персонала правилам пожарной безопасности и проведение тренировок по эвакуации людей. Персонал должен знать свои роли и обязанности в случае возникновения чрезвычайной ситуации и уметь быстро и правильно реагировать на какие-либо изменения, связанные с возможными аварийными ситуациями.

Важно также не забывать о том, что система пожарной безопасности должна соответствовать всем требованиям законодательства и регулярно проверяться профессиональными специалистами. Регулярные проверки и техническое обслуживание помогают выявить возможные неисправности и проблемы в работе системы пожарной безопасности и своевременно их устранить [6].

Кроме того, на объектах с дневным пребыванием детей (более 500) необходимо проводить ежегодный пожарный инструктаж сотрудников. Это помогает повысить уровень осведомленности персонала в области пожарной безопасности, а также улучшить их реакцию при возникновении аварийных ситуаций.

Важным элементом системы пожарной безопасности является схематический план эвакуации людей. Он должен быть разработан с учетом специфики объекта и содержать информацию о местах расположения выходов, путях эвакуации и местах сбора людей в случае чрезвычайной ситуации. Схематический план эвакуации должен быть доступен для персонала и посетителей объекта и размещен в заметном месте.

Помимо этого, в таких зданиях предупреждение любого влияния пожара на процессы жизнедеятельности людей зависит от правильной работы персонала при возникновении аварийных ситуаций.

Наконец, передача информации о количестве людей на объекте в пожарную часть является одним из способов обеспечения контроля за состоянием системы пожарной безопасности. Это позволяет своевременно реагировать на изменения в количестве людей и предотвращать возможные аварийные ситуации.

В здании с дневным пребыванием детей необходимо предусмотреть меры безопасности на случай возникновения чрезвычайных ситуаций, включая отключение электроэнергии, пожар или другие аварийные ситуации. Одним из способов обеспечения безопасности является наличие электрических фонарей, которые могут использоваться в случае отключения основного источника освещения [6].

Количество электрических фонарей определено исходя из особенностей объекта, количества людей в здании и наличия дежурного персонала. Кроме того, учтены особенности объекта и опасности, которые могут возникнуть при отключении электроэнергии, чтобы определить необходимое количество электрических фонарей и их расположение.

При разработке системы пожарной безопасности необходимо учитывать также наличие объемных самосветящихся знаков пожарной безопасности с автономным питанием, используемых на путях эвакуации. Эти знаки должны постоянно находиться в исправном состоянии и быть включенными, чтобы обеспечить максимальную видимость при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Одним из важных элементов системы пожарной безопасности являются пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода. Пожарные краны должны быть укомплектованы рукавами и стволами, чтобы обеспечить быстрое подключение пожарных рукавов к кранам и стволам. Кроме того,

необходимо проводить регулярные проверки и техническое обслуживание пожарных кранов для обеспечения их готовности к использованию в случае пожара [7].

Обеспечение пожарной безопасности требует комплексного подхода и учета всех факторов, которые могут повлиять на безопасность людей. Важно правильно разработать систему пожарной безопасности, правильно ее использовать, контролировать и обслуживать. Только так можно обеспечить высокий уровень безопасности и предотвратить возможные аварии.

Важным элементом системы пожарной безопасности является также тренировка персонала по правилам эвакуации людей. Персонал должен знать свои роли и обязанности в случае возникновения чрезвычайной ситуации и уметь быстро и правильно реагировать на какие-либо изменения, связанные с возможными аварийными ситуациями.

На данном объекте проводится ежегодный пожарный инструктаж сотрудников. Это помогает повысить уровень осведомленности персонала в области пожарной безопасности, а также улучшить и реакцию персонала при возникновении чрезвычайных ситуаций. Передача информации о количестве людей на объекте в пожарную часть также является одним из способов обеспечения контроля за состоянием системы пожарной безопасности [8].

Важным элементом системы пожарной безопасности является также схематический план эвакуации людей. Он должен быть разработан с учетом специфики объекта и содержать информацию о местах расположения выходов, путях эвакуации и местах сбора людей в случае чрезвычайной ситуации. Схематический план эвакуации должен быть доступен для персонала и посетителей объекта и размещен в заметном месте.

Одним из важных элементов системы пожарной безопасности является наличие пожарных дверей и окон, которые обеспечивают дополнительный доступ для эвакуации людей и предотвращение распространения огня. Эти

двери и окна должны быть разработаны с учетом требований пожарной безопасности и имеют соответствующую сертификацию.

Кроме того, на объекте проводятся регулярные учения по ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций. Это позволяет персоналу получить опыт работы в условиях чрезвычайных ситуаций и улучшить свои навыки по принятию решений в экстремальных условиях.

Важным аспектом обеспечения пожарной безопасности является также сотрудничество с органами государственного пожарного надзора.

Вывод по разделу один. На примере рассматриваемого объекта можно сделать вывод о том, что для обеспечения максимальной безопасности на объекте проводятся регулярные проверки всех элементов системы пожарной безопасности. Основная цель данных мероприятий – выявление корректности работы системы обеспечения пожарной безопасности. Кроме того, регулярное техническое обслуживание и проверка всех элементов системы пожарной безопасности помогает сохранить их в исправном состоянии и готовность к использованию.

С целью улучшения пожарной безопасности в дошкольных учреждениях с дневным пребыванием детей путем оптимизации структуры процессов и внедрения современных технологий и стандартов, в том числе на примере объекта защиты, для дальнейшего исследования в данной работе, рекомендуем провести анализ соответствия объекта требованиям пожарной безопасности, на основании которого предложить решения по разработке системы противопожарной защиты в детских дошкольных учреждениях.

2 Анализ соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности

Один из важных элементов системы противопожарной защиты - это внутренний противопожарный водопровод, который был установлен в здании.

Всего было установлено 9 пожарных кранов, которые оборудованы рукавами и стволами. Краны расположены на разных этажах здания и обеспечивают быстрое подключение пожарных рукавов к водопроводу в случае возникновения пожара. Такая система позволяет быстро локализовать очаг возгорания и предотвратить распространение огня по зданию.

Наружная система пожаротушения также предусмотрена на объекте. Для этих целей были установлены пожарные гидранты № 32 и 26 на магистральных сетях водопровода вдоль проспекта Ст. Разина на расстоянии 60 метров и 90 метров соответственно от стен здания. Это позволяет быстро подключить пожарную технику к наружной системе пожаротушения и быстро ликвидировать возникший пожар [11].

Кроме того, при монтаже электропроводки в здании соблюдались все правила, установленные Правилами устройства электроустановок (издание 6) [9]. В соответствии с этими правилами конструктивные элементы здания, замкнутые каналы и пустоты, которые использовались для прокладки проводов и кабелей, являются несгораемыми. Это обеспечивает дополнительную защиту от возможных пожаров и гарантирует безопасность персонала и посетителей здания.

Однако, чтобы обеспечить высокий уровень пожарной безопасности, необходимо проводить регулярные проверки и обслуживание всех систем и оборудования, связанных с противопожарной защитой. Такие проверки помогают выявлять возможные проблемы и недостатки в работе системы и своевременно предотвращать возможные аварии.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (издание 7) конструктивные элементы здания, замкнутые каналы и пустоты которого использованы для прокладки проводов и кабелей, являются несгораемыми.

Соединения, ответвления и оконцевания жил проводов и кабелей произведены при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т. п.) в соответствии с действующими инструкциями, утвержденными в установленном порядке (п. 2.1.21 ПУЭ) [9].

Соединения и ответвления проводов и кабелей, выполнены в соединительных и ответвительных коробках, в специальных нишах строительных конструкций, внутри корпусов электроустановочных изделий (п. 2.1.26 ПУЭ) [9].

В местах прохода проводов и кабелей через стены, междуэтажные перекрытия или выхода их наружу обеспечена возможность смены электропроводки.

Для этого проходы выполнены в трубах. С целью предотвращения проникновения и скопления воды и распространения пожара в местах прохода через стены, перекрытия или выхода наружу, зазоры между проводами, кабелями и трубой, а также резервные трубы, заделаны легко удаляемой массой из несгораемого материала.

Заделка допускает замену, дополнительную прокладку новых проводов и кабелей и обеспечивает предел огнестойкости проема не менее предела огнестойкости стены (перекрытия) (п. 2.1.58 ПУЭ издание 7)

Светильники эвакуационного освещения в здании (независимо от наличия или отсутствия в них естественного освещения) присоединены к сети, не зависящей от сети рабочего освещения, начиная от щита подстанции (распределительного пункта освещения), или при наличии только одного ввода в здание, начиная от этого ввода [10].

Световые указатели эвакуационных или запасных выходов в здании, снабжены резервными источниками питания (п. 6.1.12 ПУЭ).

Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей с помощью указанной системы обеспечен, и составляет не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека, а допустимый уровень пожарной опасности для людей не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения в год в расчете на одного человека.

Обоснования выполнены по утвержденным в установленном порядке методикам [6, 15].

Как изложено в пункте два Правил проведения расчетов по оценке пожарного риска, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 22 июля 2020 г. N 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» расчеты проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [14].

Величина допустимого индивидуального риска регламентирована статьей 79 Федерального Закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», в соответствии с которой индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и строениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения и строения точке [12].

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H, \quad (1)$$

где Q_B^H – нормативное значение индивидуального пожарного риска,

$$Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1} [1];$$

Q_B – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Статистические данные о частоте возникновения пожара в здании берутся для детских дошкольных учреждений (детский сад, ясли, дом ребенка) и принимается равной $9,72 \cdot 10^{-5}$ в расчете на одного учащегося.

Учитывая, что максимально возможное количество детей в здании равно 245 и обслуживающего персонала 69 (всего 314 человек), то частота возникновения пожара равна:

$$9,72 \cdot 10^{-5} \cdot 314 = 3,1 \cdot 10^{-2} [2, 13].$$

В процессе оценки опасных факторов пожара в помещении, применяются различные методы, такие как интегральные, зонные и полевые модели. Интегральные модели предсказывают средние значения параметров состояния в помещении для любого момента развития пожара. Их используют для общей оценки опасности пожара и условий работы людей в помещении.

Зонные модели на основе характеристических пространственных зон, возникающих в помещении при пожаре, предсказывают размеры зон и средние значения параметров состояния в них на любой момент развития пожара. Такие зоны, например, могут быть припотолочной областью, областью восходящего потока нагретых газов и зоной незадымленного прохладного воздуха. Зонные модели позволяют точнее определить зоны опасности и принять необходимые меры для защиты людей и имущества [14].

Полевые (дифференциальные) модели пожара прогнозируют распределение температур, скоростей газовой среды, концентрации компонентов среды, давлений и плотностей в любой точке помещения. Их применяют для более точного прогнозирования опасных факторов пожара и определения наиболее опасных участков помещения. Они также используются для моделирования различных сценариев развития пожара и оценки эффективности мер по борьбе с ним.

Для проведения расчетов, необходимо проанализировать следующие данные:

- объемно-планировочных решений объекта;
- теплофизических характеристик ограждающих конструкций и размещенного на объекте оборудования;
- вида, количества и расположения горючих материалов;
- количества и вероятного расположения людей в здании;
- материальной и социальной значимости объекта;
- систем обнаружения и тушения пожара, противодымной защиты и огнезащиты, системы обеспечения безопасности людей.

При этом учитывается:

- вероятность возникновения пожара;
- возможная динамика развития пожара;
- наличие и характеристики систем противопожарной защиты (СППЗ);
- вероятность и возможные последствия воздействия пожара на людей, конструкцию здания и материальные ценности;
- соответствие объекта и его СППЗ требованиям противопожарных норм.

Далее необходимо обосновать сценарий развития пожара.

Формулировка сценария развития пожара включает в себя следующие этапы:

- выбор места расположения первоначального очага пожара и закономерностей его развития;
- задание расчетной области (выбор рассматриваемой при расчете системы помещений, определение учитываемых при расчете элементов внутренней структуры помещений, задание состояния проемов);
- задание параметров окружающей среды и начальных значений параметров внутри помещений.

1) Модель интегральная. Поскольку пожары в зданиях и сооружениях можно считать, что обладают высокой вероятностью возникновения и являются угрозой для жизни и здоровья людей, а также для имущества, разработка эффективных методов прогнозирования опасных факторов пожара имеет особую важность для обеспечения безопасности. Использование интегральных моделей пожара - один из этих методов, который позволяет оценить опасные факторы пожара в помещении.

Интегральные модели пожара представляют собой математические модели, которые описывают изменение параметров состояния среды в помещении при развитии пожара. Они основаны на принципе сохранения массы, энергии и импульса [15].

Основные параметры состояния среды, которые учитываются в интегральных моделях пожара, включают температуру, концентрацию продуктов горения, скорость движения воздуха и давление. Для описания этих параметров используются уравнения переноса, которые учитывают тепловой поток, массовый поток и импульс.

Для прогнозирования опасных факторов пожара на основе интегральных моделей необходимо знать начальные условия, такие как размеры помещения, материалы стен и перекрытий, виды использования помещения и другие характеристики. Также для расчета нужны данные о характеристиках пожара, таких как его мощность, скорость развития и продолжительность [16].

Интегральные модели пожара позволяют прогнозировать средние значения параметров состояния среды в помещении для любого момента развития пожара. Они обычно не учитывают пространственное распределение параметров состояния среды, что может быть недостатком при оценке опасности пожара в больших помещениях или помещениях с сложной конфигурацией [17].

Одним из главных преимуществ интегральных моделей пожара является их относительная простота и быстрота расчетов. Они позволяют быстро получить оценку опасных факторов пожара при различных условиях развития пожара.

Кроме того, интегральные модели пожара могут быть использованы для оценки эффективности различных мер по борьбе с пожаром, таких как системы автоматического пожаротушения или вентиляционные системы.

Однако у интегральных моделей пожара есть и недостатки. Во-первых, они не учитывают пространственное распределение параметров состояния среды в помещении, что может быть недостатком при оценке опасности пожара в больших помещениях или помещениях с сложной конфигурацией. Во-вторых, интегральные модели могут быть менее точными, чем более сложные полевые модели, которые учитывают пространственное распределение параметров [20].

Также интегральные модели пожара могут быть неприменимы в случаях, когда наличие нескольких источников тепла и продуктов горения приводит к сложному взаимодействию потоков воздуха и газов в помещении. В этом случае может использоваться более сложная полевая модель пожара.

Интегральные модели пожара широко используются для прогнозирования опасных факторов пожара в различных зданиях и сооружениях. Они могут использоваться для оценки общей опасности пожара и допустимости условий работы людей в помещении.

Также интегральные модели пожара могут использоваться для оценки эффективности различных мер по борьбе с пожаром, таких как системы автоматического пожаротушения или вентиляционные системы. Они позволяют определить наиболее эффективные меры для минимизации опасных факторов пожара и защиты людей и имущества [19].

Интегральные модели пожара также могут использоваться для оценки рисков при проектировании новых зданий и сооружений или при изменении условий эксплуатации. Это может помочь уменьшить риск возникновения пожара и повысить безопасность людей и имущества.

Таким образом, интегральные модели пожара являются одним из ряда приемов, которые применяются для прогнозирования опасных факторов пожара в помещениях. Они основаны на сохранении массы, энергии и импульса, и позволяют предсказывать средние значения параметров состояния окружающей среды в зданиях на любом этапе развития пожара.

Интегральные модели пожара имеют свои преимущества и недостатки. Они относительно просты в использовании и позволяют быстро получить оценку опасных факторов пожара в различных условиях. Однако они могут быть менее точными, чем более сложные полевые модели, и не учитывать пространственное распределение параметров состояния среды в помещении.

Интегральные модели пожара широко используются для оценки опасности пожара и эффективности мер по борьбе с ним. Они также могут использоваться для оценки рисков при проектировании новых зданий и сооружений или при изменении условий эксплуатации [22].

2) Зонная модель пожара. Зонные модели пожара являются одним из вариативных алгоритмов, используемых для оценки опасных факторов пожара в помещении. Они представляют собой математические модели, которые описывают пространственно-временное распределение параметров состояния среды в помещении при развитии пожара. В частности, статья посвящена зонным моделям пожара, их основным принципам работы, преимуществам и недостаткам, а также областям применения.

Зонные модели пожара представляют собой математические модели, которые описывают изменение параметров состояния среды в помещении в характерных зонах, возникающих при пожаре. Эти зоны могут быть связаны с

направлением движения газов и воздуха, температурными градиентами и другими характеристиками процесса горения [18].

Зонные модели пожара используются для учета основных параметров состояния окружающей среды при пожаре в помещении, таких как концентрация продуктов горения, температура, скорость движения воздуха и давление. Для описания этих параметров применяются уравнения переноса, которые учитывают массовый поток, импульс и тепловой поток.

При использовании зонных моделей пожара возможно прогнозировать размеры характерных зон, образующихся в помещении при развитии пожара, а также определить средние значения параметров состояния окружающей среды в этих зонах на любой этап развития пожара. Некоторые примеры таких зон - область нагретого потока газов, припотолочная область и холодная зона без задымления.

Такие модели используются для прогнозирования опасных факторов пожара в помещении.

На основе зонных моделей необходимо знать начальные условия, такие как размеры помещения, материалы стен и перекрытий, виды использования помещения и другие характеристики. Также для расчета нужны данные о характеристиках пожара, таких как его мощность, скорость развития и продолжительность. Схема для зонной модели пожара представлена на рисунке 1 [21].

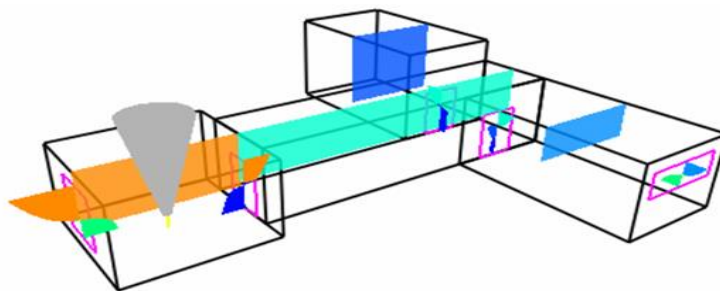


Рисунок 1 – Схема для зонной модели пожара

Одним из главных преимуществ зонных моделей пожара является их способность учитывать пространственное распределение параметров состояния среды в помещении. Они позволяют более точно определить зоны опасности и принять необходимые меры по защите людей и имущества [22].

Кроме того, зонные модели пожара могут быть более точными, чем интегральные модели, которые не учитывают пространственного распределения параметров. Они также могут быть менее сложными, чем полевые модели, которые учитывают пространственное распределение параметров, но требуют большего количества данных для расчетов.

Однако у зонных моделей пожара есть и недостатки. Они могут быть менее точными, чем полевые модели пожара, которые учитывают более детальное пространственное распределение параметров состояния среды в помещении. Также зонные модели могут быть неприменимы для сложных конфигураций помещений или больших зданий, где пространственное распределение параметров может быть значительно изменчивым и сложным [23].

Еще одним недостатком зонных моделей пожара является то, что они не учитывают динамические процессы, связанные с течением воздуха и продуктов горения в помещении. Это может привести к неточности в прогнозировании опасных факторов пожара и требовать больших допущений при расчетах [24].

Зонные модели пожара широко используются для оценки опасных факторов пожара в различных зданиях и сооружениях. Они могут использоваться для оценки общей опасности пожара и допустимости условий работы людей в помещении.

Также зонные модели пожара могут использоваться для оценки эффективности различных мер по борьбе с пожаром, таких как системы автоматического пожаротушения или вентиляционные системы. Они

позволяют определить наиболее эффективные меры для минимизации опасных факторов пожара и защиты людей и имущества.

Зонные модели пожара также могут использоваться для оценки рисков при проектировании новых зданий и сооружений или при изменении условий эксплуатации. Это может помочь уменьшить риск возникновения пожара и повысить безопасность людей и имущества.

Таким образом, зонные модели пожара являются одним из методов алгоритмов определения степени возможного нанесения вреда здоровью граждан и имуществу. Они позволяют прогнозировать характеристики пространственных зон, возникающих при пожаре, и средние значения параметров состояния среды в этих зонах на любом этапе развития пожара.

Зонные модели пожара имеют свои преимущества и недостатки. Они учитывают пространственное распределение параметров состояния среды в помещении и могут быть менее сложными, чем полевые модели пожара, но при этом могут быть менее точными. Однако они широко используются для оценки опасности пожара, эффективности мер по борьбе с ним, а также для оценки рисков при проектировании новых зданий и сооружений [26].

3) Полевой (дифференциальный) метод расчета. Полевой (дифференциальный) метод расчета пожара является одним из наиболее точных и сложных методов для моделирования процессов, связанных с пожарами в помещениях. В данной статье рассматриваются основные принципы работы полевого метода расчета пожара, его преимущества и недостатки, а также области применения.

Полевой метод расчета пожара основан на численном решении систем дифференциальных уравнений, описывающих пространственно-временное распределение параметров состояния среды в помещении при развитии пожара. Основными параметрами состояния среды, которые учитываются в полевых моделях пожара, являются температура, концентрация продуктов горения, скорость движения воздуха и давление [25].

Для описания этих параметров используются уравнения Навье-Стокса, уравнение теплопереноса и другие уравнения, которые учитывают течение воздуха и продуктов горения, тепловой поток и другие связанные с пожаром процессы.

Полевой метод расчета пожара позволяет определить пространственное распределение параметров состояния среды в помещении для каждого момента времени развития пожара. Это позволяет более точно определить зоны опасности, вычислить температуры поверхностей, оценить степень дымообразования и другие характеристики пожара.

Для численного решения уравнений применяются методы конечных элементов, методы конечных объемов и другие методы численного анализа. Для этого необходимо задать начальные условия, такие как размеры помещения, материалы стен и перекрытий, виды использования помещения и другие характеристики, а также граничные условия, которые определяют взаимодействие с окружающей средой.

Одним из основных преимуществ полевого метода расчета пожара является его высокая точность. Он позволяет учитывать все физические процессы, связанные с пожаром, и определять пространственное распределение параметров состояния среды в помещении для любого момента времени. Расчеты пожара с помощью полевой модели представлены на рисунке 2.

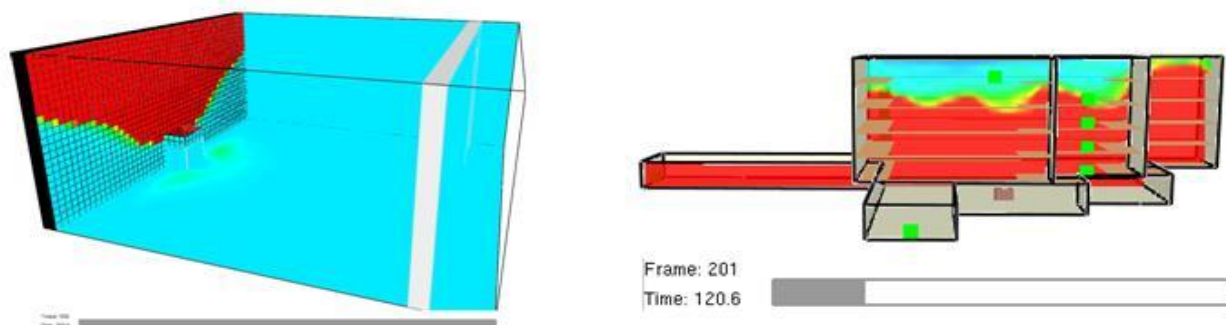


Рисунок 2 – Расчеты с помощью полевой модели

Еще одним преимуществом полевого метода расчета пожара является его способность учитывать сложные геометрические конфигурации помещения, различные материалы стен и перекрытий, а также другие факторы, влияющие на процесс горения. Это позволяет более точно определить зоны опасности и принять необходимые меры по защите людей и имущества.

Однако у полевого метода расчета пожара есть и недостатки. Он требует значительных вычислительных ресурсов и специального программного обеспечения для численного решения систем дифференциальных уравнений. Также необходимо иметь достаточно точные данные о начальных и граничных условиях, что может быть непросто в случае сложных конфигураций помещения или больших зданий.

Еще одним недостатком полевого метода расчета пожара является то, что он требует значительной экспертизы и опыта в области моделирования процессов сгорания и теплообмена. Это может усложнить его использование для проектирования новых зданий и сооружений или при изменении условий эксплуатации.

Полевой метод расчета пожара широко используется для оценки опасных факторов пожара в различных зданиях и сооружениях, особенно в крупных и сложных объектах. Он может использоваться для оценки общей опасности пожара и допустимости условий работы людей в помещении, а также для определения наиболее эффективных мер по борьбе с пожаром.

Также полевой метод расчета пожара может использоваться для оценки рисков при проектировании новых зданий и сооружений или при изменении условий эксплуатации. Он может помочь уменьшить риск возникновения пожара и повысить безопасность людей и имущества [27].

Полевой метод расчета пожара также может использоваться для оценки эффективности различных мер по защите от пожара, таких как системы

автоматического пожаротушения, системы вентиляции и другие средства защиты. Он позволяет оценить воздействие этих мер на параметры состояния среды в помещении и определить наиболее эффективные меры для минимизации опасных факторов пожара.

Полевой (дифференциальный) метод расчета пожара является одним из наиболее точных и сложных методов для моделирования процессов, связанных с пожарами в помещениях. Он основан на численном решении систем дифференциальных уравнений, описывающих пространственно-временное распределение параметров состояния среды в помещении при развитии пожара.

Полевой метод расчета пожара обладает своими преимуществами и недостатками. Он позволяет учитывать все физические процессы, связанные с пожаром, и определять пространственное распределение параметров состояния среды в помещении для любого момента времени, что делает его очень точным. Однако требования к вычислительным ресурсам и экспертизе в области моделирования могут быть довольно высокими.

Полевой метод расчета пожара широко используется для оценки опасных факторов пожара в различных зданиях и сооружениях, а также для оценки эффективности мер по борьбе с пожаром и защите от него.

Выбор конкретной модели расчета времени блокирования путей эвакуации должен производиться с учетом ряда предпосылок, которые влияют на безопасность людей и эффективность эвакуации. Некоторые из таких предпосылок могут включать в себя:

- характеристики помещения: размеры, форма, количество выходов, местоположение и прочие факторы, влияющие на возможности и условия эвакуации;
- тип здания: назначение здания, наличие специализированных систем защиты от пожара (автоматических систем тушения пожара,

дымоудаления, аварийных выходов и т.д.), тип материалов стен, перекрытий и других элементов конструкции;

- наличие людей: количество людей, находящихся в помещении, их возраст, физические возможности, знание маршрутов эвакуации и др.;
- риск возникновения пожара: вероятность возникновения пожара, его интенсивность, скорость развития и другие факторы, влияющие на время, необходимое для эвакуации;
- наличие препятствий на пути эвакуации: мебель, оборудование, другие материалы и предметы, которые могут затруднять движение людей;
- специфика работы или деятельности, проводимой в здании: наличие опасных веществ, газов, жидкостей, токсичных и взрывоопасных материалов и прочее;
- требования к безопасности и срокам эвакуации: требования законодательства и регламенты по охране труда, пожарной безопасности и т.д., а также возможные ограничения по времени для эвакуации.

На основе вышеуказанных предпосылок можно выбрать подходящую модель расчета времени блокирования путей эвакуации. Различные модели могут использоваться в зависимости от конкретных условий и требований. Например, для помещений с небольшим количеством людей и простой конструкцией может быть достаточно использовать упрощенную модель, основанную на среднем времени прохождения пути эвакуации. Однако для более сложных зданий, с большим количеством людей и наличием препятствий, может потребоваться более сложная модель, учитывающая множество факторов и сценариев. В нашем случае используем зональную модель (рисунок 3) [28].

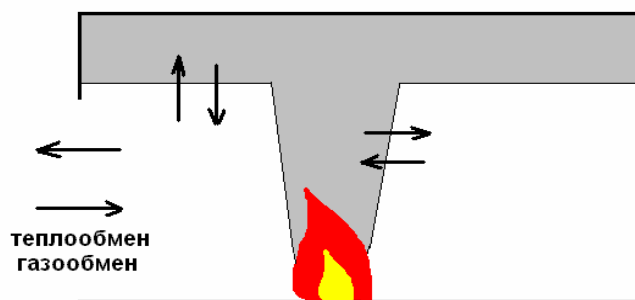


Рисунок 3 – Зонная модель

Для расчета процессов пожара в помещении в зонной модели принимаются следующие допущения.

Первое заключается в том, что помещение разделяется на зоны, которые включают в себя дымовой слой, незадымленный слой и конвективную колонку. В каждой зоне термодинамические параметры считаются однородными.

Второе – допущение о регулировании пожара нагрузкой. Это означает, что количество кислорода в помещении не учитывается в модели, то есть изменение концентрации кислорода относительно времени и пространства игнорируется. Такое допущение может быть обосновано для случаев, когда пожар возникает в закрытом помещении, где постоянное количество материала поджигается и генерирует постоянный объем продуктов горения.

Третье – пожар начинается в центре нагрузки и распространяется радиально с постоянной скоростью. Это допущение может быть использовано для моделирования пожара, возникшего в частично задымленном помещении, где пожар не имеет явного источника воспламенения или существует только один источник воспламенения.

Следует отметить, что зонная модель позволяет оценить распространение дыма и тепла в помещении, а также предсказать поведение конструкций в условиях пожара. Однако также следует отметить, что данная модель не учитывает все физические процессы, связанные с пожаром, и может

быть менее точной по сравнению с более сложными моделями, такими как полевые методы расчета пожара [29]. Сценарий 1 показан в таблице 1.

Таблица 1 - Сценарий 1. Расчет проводился при условии блокирования основных лестничных клеток 1 типа

Этаж 01. Помещение 10. Поверхность горения 01		
Параметр	Ед. изм.	Значение
Площадь возгорания	м ²	1
Типовая горючая нагрузка		Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия
η - Коэффициент полноты горения		0,97
Q - Низшая теплота сгорания	МДж/кг	13,8
ψ_F - Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м ² ·с)	0,0145
v - Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
L _{O2} - Удельный расход кислорода	кг/кг	1,03
Dm - Дымообразующая способность горящего материала	Нп·м ² /кг	270
Макс. выход CO ₂	кг/кг	0.203
Макс. выход CO	кг/кг	0.0022
Макс. выход HCl	кг/кг	0.014
Критерий возгорания		Время
Время моделирования	с.	600
Начальная температура	°C	20

1) Расчет времени блокирования. Расчет произведен в соответствии с [1].

Вид модели для сценария 1 показан на рисунке 4.

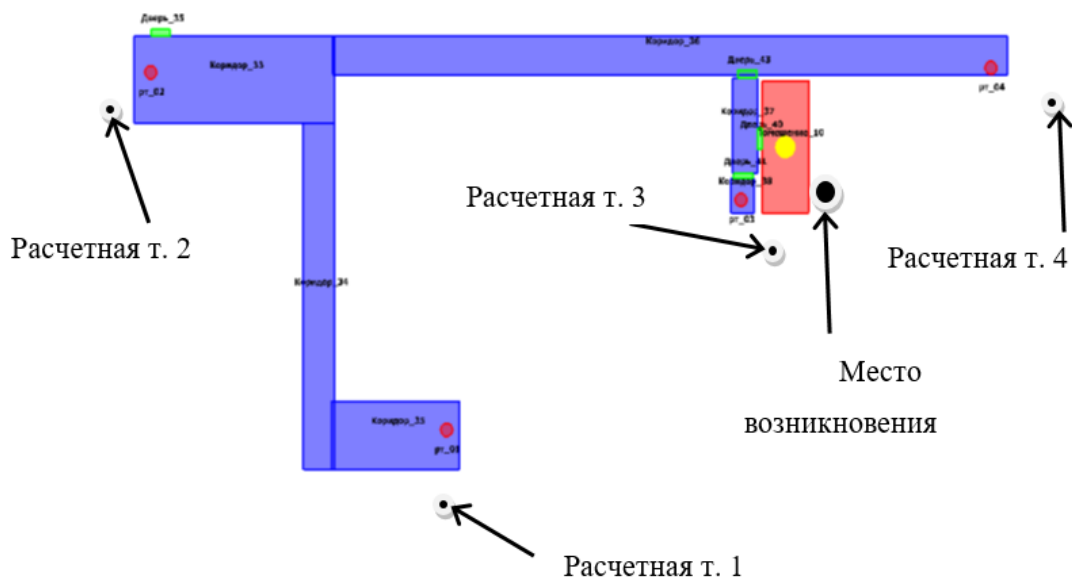


Рисунок 4 – Вид модели для сценария 1

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Таблица результатов

Имя	В	Т	V	O ₂	CO ₂	CO	HCl	AT
рт_02	99	Не опасно	99	397	Не опасно	Не опасно	123	Не опасно
рт_01	141	Не опасно	141	Не опасно	Не опасно	Не опасно	172	Не опасно
рт_04	74	Не опасно	74	126	Не опасно	Не опасно	81	Не опасно
рт_03	37	Не опасно	37	62	Не опасно	Не опасно	53	Не опасно

Где: В - Время блокирования; Т - по повышенной температуре; V - по потере видимости; O₂ - по пониженному содержанию кислорода; CO₂ - по CO₂; CO - по CO; HCl - по HCl; AT - По тепловому потоку

График процесса для точки РТ 02 показан на рисунке 5.

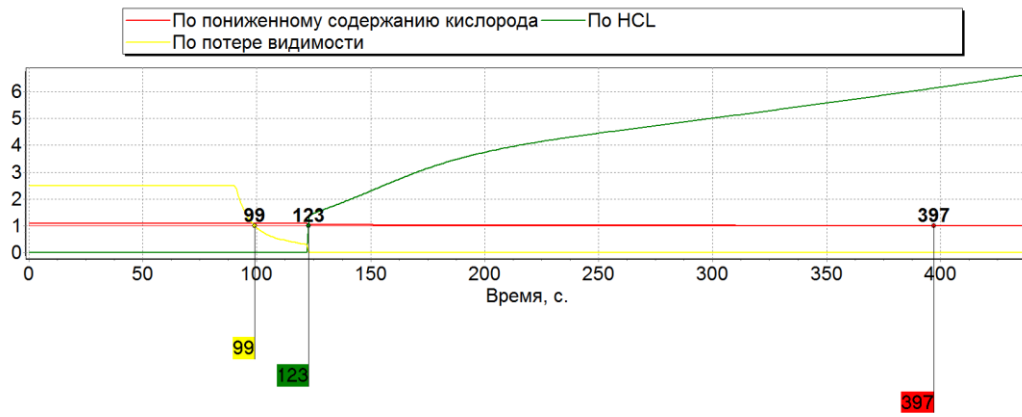


Рисунок 5 – График процесса для точки РТ 02

График процесса для точки РТ 01 представлен на рисунке 6.

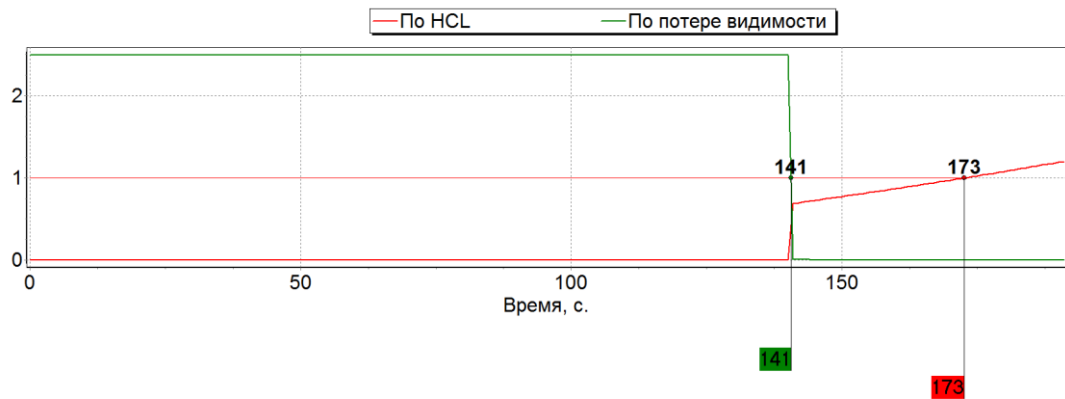


Рисунок 6 – График процесса для точки РТ 01

График процесса для точки РТ 04 представлен на рисунке 7. График процесса для точки РТ 03 показан на рисунке 8.

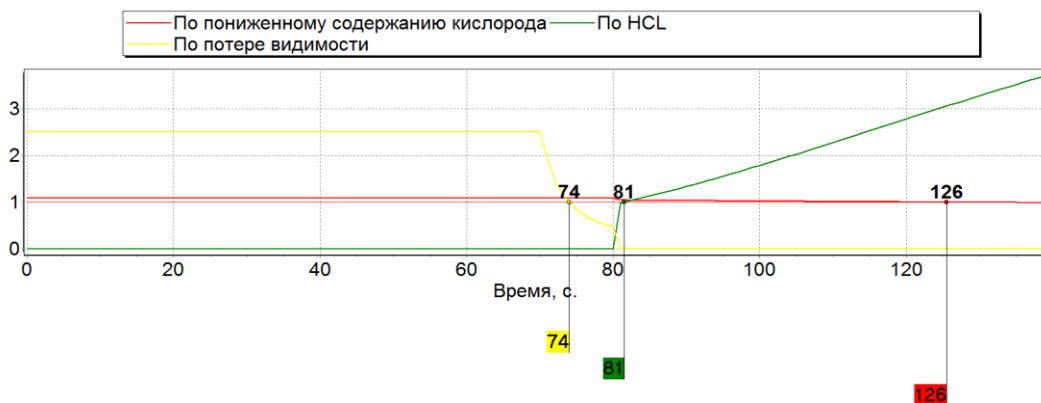


Рисунок 7 – График процесса для точки РТ 04

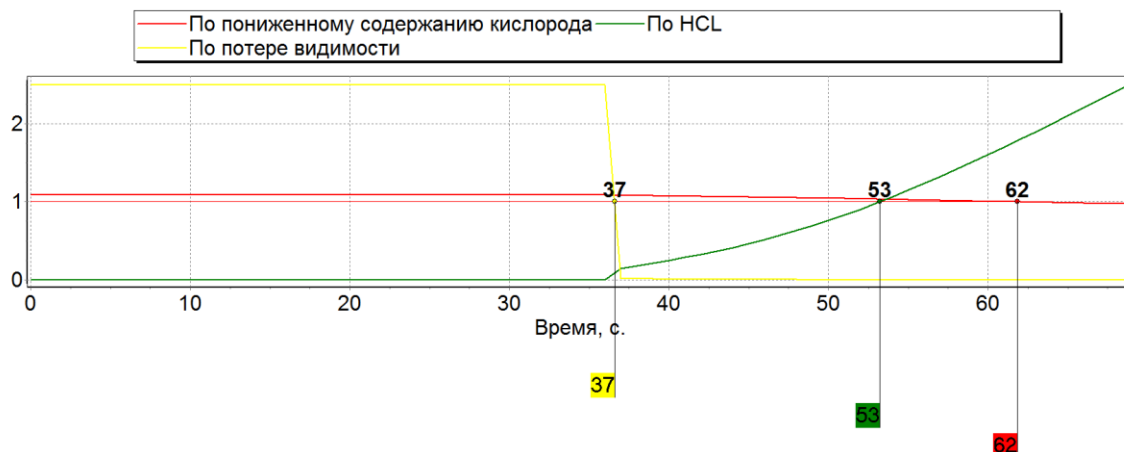


Рисунок 8 – График процесса для точки РТ 03

Анализ графиков позволяет сделать вывод:

Время блокирования – 0,61 мин

Вывод по сценарию №1. Место возникновения пожара - медпункт.

Сценарий 2 показан в таблице 3.

Таблица 3 - Сценарий 2

Этаж 01. Помещение 02. Поверхность горения 01		
Параметр	Ед. изм.	Значение
Площадь возгорания	м ²	1
Типовая горючая нагрузка		Здания I-II ст. огнест.; мебель+бытовые изделия
Коэффициент полноты горения		0,97
Q - Низшая теплота сгорания	МДж/кг	13,8
F- Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м ² ·с)	0,0145
v - Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0108
L _{O2} - Удельный расход кислорода	кг/кг	1,03
D _m - Дымообразующая способность горящего материала	Нп·м ³ /кг	270
Макс. выход CO ₂	кг/кг	0.203
Макс. выход CO	кг/кг	0.0022
Макс. выход HCl	кг/кг	0.014
Критерий возгорания		Время
Величина критерия возгорания	с.	0
Время моделирования	с.	600
Начальная температура	°C	20

Сценарий №2. Расчет проводился при условии блокирования лестничных клеток 3 типа (Рисунок 9).

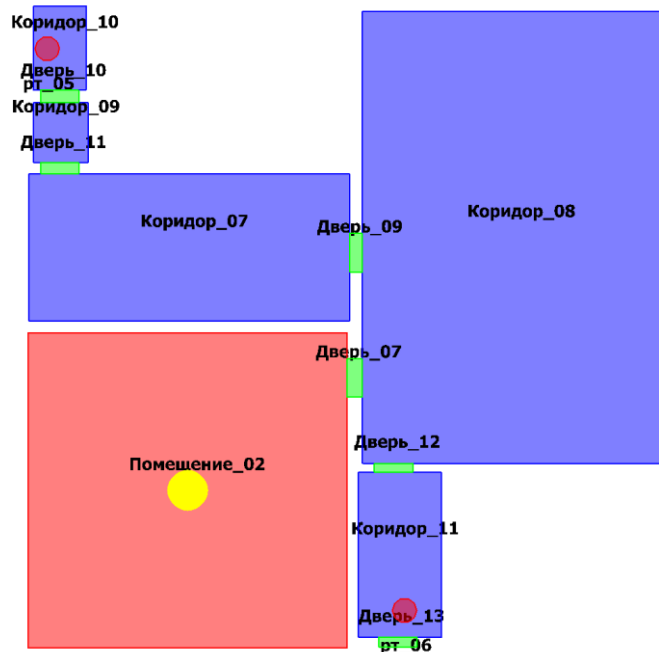


Рисунок 9 – Вид модели для сценария 2

Результаты расчетов представлены в таблице 4

Таблица 4 - Таблица результатов

Имя	V	T	V	O2	CO2	CO	HCl	AT
рт_05	201	Не опасно	201	Не опасно	Не опасно	Не опасно	320	Не опасно
рт_06	137	Не опасно	137	329	Не опасно	Не опасно	169	Не опасно

Графики развития ОФП представлены ниже (рисунок 10).

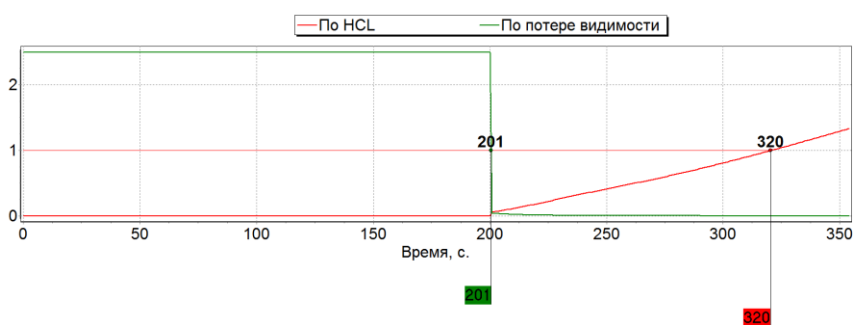


Рисунок 10 – График процесса для точки РТ 05
 Графики развития ОФП для точки РТ 06 представлены ниже (Рисунок 11).

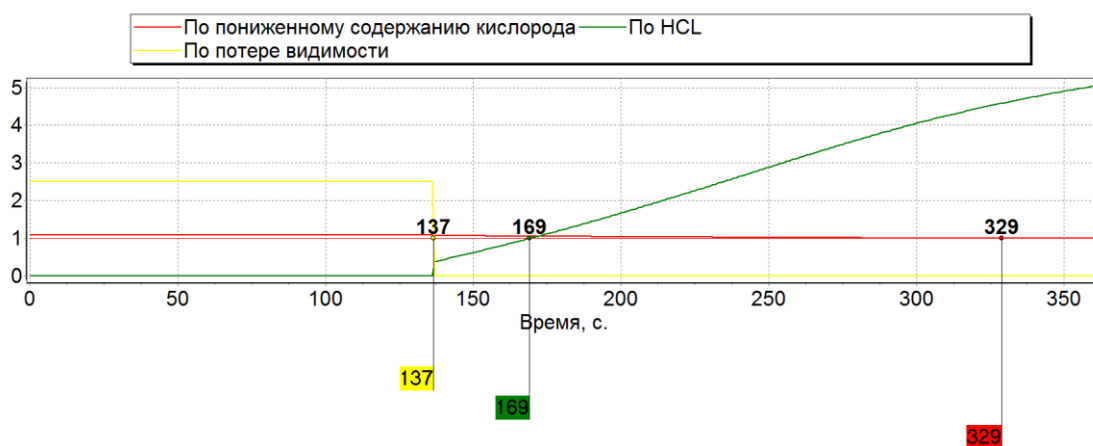


Рисунок 11 – График процесса для точки РТ 06

Время блокирования – 2,28 мин

Сценарий №2. Место возникновения пожара - спальня на первом этаже.

В соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной Приказом МЧС от 30 июня 2009 г. N 382, расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_v в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_v = Q_{п} \cdot (1 - R_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_{э}) \cdot (1 - P_{пз}), \quad (2)$$

где $Q_{п}$ – частота возникновения пожара в здании в течение года;

$R_{ап}$ – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ).

Значение параметра $R_{ап}$ определяется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. АУПТ в здании не предусмотрены.

$R_{пр}$ – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения $R_{пр} = t_{функц}/24$, где $t_{функц}$ – время нахождения людей в здании в часах. Принято $R_{пр} = t_{функц}/24 = 12/24 = 0,5$ (12 часовой учебный (воспитательный) день) [2, п.8];

$R_э$ – вероятность эвакуации людей.

Вероятность эвакуации $R_э$ рассчитывают по формуле:

$$R_э = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (3)$$

где t_p – расчетное время эвакуации людей, мин.

$t_{нэ}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин. В здании функционирует система оповещения III типа, принято $t_{нэ} = 4$ мин [2];

$t_{бл}$ – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{ск}$ – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5);

$R_{пз}$ – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, рассчитывается по формуле:

$$R_{пз} = 1 - (1 - R_{обн} R_{СОУЭ}) (1 - R_{обн} R_{ПДЗ}), \quad (4)$$

где $R_{обн}$ – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{COУЭ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

$R_{ПДЗ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

В здании отсутствуют системы противодымной защиты.

Результаты расчета для сценария 1:

$$t_{бл}=0,61 \text{ мин (прил. 1)}$$

$$t_p=1,58 \text{ мин (прил. 3) наихудший вариант движения}$$

$$t_{нэ}=4 \text{ мин [2, прил. №5]}$$

$$t_{ск}=0,37 \text{ мин (прил. 3)}$$

$$P_3 = 0$$

$$\text{т.к. } 1,58 > 0,8 \cdot 0,61 \rightarrow 1,58 > 0,448$$

Таблица параметров представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Таблица параметров

Параметр	Значение	Описание
$Qп$	0,031	частота возникновения пожара в течение года
$R_{ап}$	0	вероятность эффективного срабатывания АУПТ
$t \text{ функ}$	12	время нахождения людей в здании в часах
$R_{пр}$	0,5	вероятность присутствия людей в здании
$R_э$	0	вероятность эвакуации людей
$R_{обн}$	0,98	вероятность эффективного срабатывания АПС
$R_{соуэ}$	0,98	условная вероятность эффективного срабатывания СОУЭ
$R_{пдз}$	0	условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты
$R_{п.з}$	0,9604	вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты
$Qв$	$6,1 \cdot 10^{-4}$	расчетная величина индивидуального пожарного риска

$$6,1 \cdot 10^{-4} > 10^{-6}$$

Вывод: Индивидуальный пожарный риск превышает допустимое значение [1] .

$P_3 = 0,999$ - отсутствует воздействие опасных факторов пожара на людей.
Результаты расчета для сценария 1 показаны в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчета для сценария 1

Параметр	Значение
$P_{пр}$	0,50
$R_{соуэ}$	0,98
Q_v	$0,61 \times 10^{-7}$
$P_{п.з}$	0,9604
$R_{пдз}$	0,0
$t_{функ}$	12,0
$Q_{п}$	0,031
$R_{обн}$	0,98
$R_{ап}$	0,0
$P_э$	0,999

Данная таблица содержит параметры:

$P_{пр}$ - вероятность присутствия людей в здании;

$R_{соуэ}$ - условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения и управления эвакуацией;

Q_v - расчетная величина индивидуального пожарного риска;

$P_{п.з}$ - вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты;

$R_{пдз}$ - условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты;

$t_{функ}$ - время нахождения людей в здании в часах;

$Q_{п}$ - частота возникновения пожара в течение года;

$R_{обн}$ - вероятность эффективного срабатывания автоматической пожарной сигнализации;

$R_{ап}$ - вероятность эффективного срабатывания автоматических установок пожаротушения;

$P_э$ - вероятность эвакуации людей.

Значение каждого параметра является важным при расчете риска возникновения пожара в здании и может быть использовано при разработке мер по улучшению пожарной безопасности.

Индивидуальный пожарный риск соответствует допустимому значению [2, 30]. Результаты расчета для сценария 2 показаны в таблице 7.

Таблица 7 - Результаты расчета для сценария 2

Параметр	Значение
Qп	0,031
Rап	0,0
t функ	12,0
Rпр	0,5
Rэ	0,0
Rобн	0,98
Rсоуэ	0,98
Rпдз	0,0
Rп.з	0,9604
Qв	$6,1 \times 10^{-4}$

Данная таблица содержит параметры:

Qп - частота возникновения пожара в течение года;

Rап - вероятность эффективного срабатывания автоматических установок пожаротушения;

t функ - время нахождения людей в здании в часах;

Rпр - вероятность присутствия людей в здании;

Rэ - вероятность эвакуации людей (равна 0);

Rобн - вероятность эффективного срабатывания автоматической пожарной сигнализации;

Rсоуэ - условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения и управления эвакуацией;

Rпдз - условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты;

Rп.з - вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты;

Q_v - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

$t_{бл}$ - 2,28 минут, время блокировки дверных проемов при пожаре;

t_p - 2,22 минуты, наихудший вариант движения при эвакуации;

$t_{нэ}$ - 4 минуты;

$t_{ск}$ - 1,48 минуты.

Значение каждого из параметров может быть использовано для определения риска возникновения пожара и разработки мер по улучшению пожарной безопасности здания.

Индивидуальный пожарный риск превышает допустимое значение [2] .

На объекте необходимо установить противопожарные двери и двери, обеспечивающие газодымопроницаемость с устройствами для самозакрывания.

$P_3 = 0,999$ - отсутствует воздействие опасных факторов пожара на людей в здании. Результаты расчетов параметров показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты расчетов параметров

Параметр	Значение
P_3	0,999
$R_{пр}$	0,5
Q_p	0,031
$R_{соуэ}$	0,98
$R_{ап}$	0
$t_{функ}$	12
$R_{п.з}$	0,9604
$R_{обн}$	0,98
$R_{пдз}$	0
Q_v	$0,61 \times 10^{-7}$

Данная таблица содержит параметры:

P_3 - вероятность эвакуации людей;

$R_{пр}$ - вероятность присутствия людей в здании;

Q_p - частота возникновения пожара в течение года;

$R_{соуэ}$ - условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения и управления эвакуацией;

$R_{ап}$ - вероятность эффективного срабатывания автоматических установок пожаротушения;

$t_{функ}$ - время нахождения людей в здании в часах;

$R_{п.з}$ - вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты;

$R_{обн}$ - вероятность эффективного срабатывания автоматической пожарной сигнализации;

$R_{пдз}$ - условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты;

$Q_{в}$ - расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Значение каждого параметра является важным при расчете риска возникновения пожара в здании и может быть использовано при разработке мер по улучшению пожарной безопасности [2].

Вывод по разделу два. К рассматриваемому объекту с целью проведения анализа соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, применена зонная модель, которая показала, что несмотря на соответствие нормативно-правовым нормам, а также техническим требованиям, в случае возникновения рассмотренных сценариев развития пожара, индивидуальный пожарный риск превышает допустимые значения, что свидетельствует о том, что необходимы дополнительные меры повышения пожарной безопасности объекта.

Кроме того, необходимо отметить, что зонная модель позволяет оценить распространение дыма и тепла в помещении, а также предсказать поведение конструкций в условиях пожара. Данная модель не учитывает все физические процессы, связанные с пожаром, и может быть менее точной по сравнению с более сложными моделями, такими как полевые методы расчета пожара.

3 Разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в детских дошкольных

Важно отметить, что поведение утеплителей из пенополистиролов разных марок в реальных условиях эксплуатации может значительно отличаться от результатов лабораторных испытаний. Это связано с тем, что в лабораторных условиях практически невозможно полностью воспроизвести все возможные факторы, которые могут повлиять на поведение материала в реальной жизни. Например, при эксплуатации здания могут возникнуть такие факторы, как воздействие атмосферных осадков, механические повреждения, изменения температуры и др.

Кроме того, совмещенные покрытия, которые состоят из стального профиля в качестве основы и утеплителя из пенополистирольных плит, могут быть классическим примером конструкции, представляющей опасность при пожаре. Дело в том, что без дополнительной огнезащиты со стороны возможного теплового воздействия, такая конструкция может способствовать распространению пламени с высокими скоростями. В результате, пожар может быстро распространиться на другие части здания, что повышает риск возникновения катастрофических последствий [13].

В связи с этим, при использовании пенополистирольных утеплителей в качестве материала для совмещенных покрытий, необходимо принимать соответствующие меры по обеспечению пожарной безопасности.

Для совмещенных покрытий рекомендуется:

- Можно использовать специальные огнезащитные материалы, которые наносятся на поверхность утеплителя. Эти материалы могут быть в виде жидких составов, пены или красок, которые обладают высокими свойствами огнестойкости.
- Применение несгораемых материалов. Другим способом защиты от пожара может быть применение несгораемых материалов в качестве

основы для совмещенных покрытий. Несгораемые материалы могут быть выполнены из стекла, металла, камня или других материалов, которые не поддерживают горение. Это значительно повышает уровень пожарной безопасности конструкции.

- Установка систем автоматического пожаротушения. Для дополнительной защиты от пожара можно установить системы автоматического пожаротушения, такие как спринклерные системы или системы пенообразования. Эти системы могут быстро обнаруживать возгорание и эффективно тушить огонь, что существенно уменьшает риск возникновения пожара и минимизирует его последствия.
- Использование огнестойких элементов крепления. Огнестойкие элементы крепления могут быть использованы для увеличения устойчивости совмещенных покрытий при возникновении пожара. Такие элементы могут выдерживать высокие температуры и не терять свои свойства при нагревании, что предотвращает разрушение конструкции и способствует сохранению ее целостности в условиях пожара.
- Обеспечение эвакуационных мероприятий. Одним из ключевых аспектов обеспечения пожарной безопасности является обеспечение эвакуационных мероприятий в случае возникновения пожара. Для совмещенных покрытий с утеплителями из горючих пенополистиролов необходимо предусмотреть дополнительные выходы, такие как пожарные лестницы или аварийные выходы, чтобы быстро и эффективно эвакуировать людей в случае возникновения пожара.

Таким образом, для обеспечения дополнительной огнезащиты совмещенных покрытий с утеплителями из горючих пенополистиролов необходим комплексный подход, включающий в себя соответствующий

выбор материалов, применение специальных огнезащитных составов и систем автоматического пожаротушения, а также проведение испытаний и проверок для обеспечения соответствия конструкции всем необходимым требованиям.

Выбор материалов для совмещенных покрытий должен основываться на их горючести и свойствах огнестойкости. Желательно использовать материалы с низкой горючестью и высокой огнестойкостью, которые обладают хорошей термостойкостью и не поддерживают горение в условиях пожара [30].

Применение специальных огнезащитных составов может значительно повысить уровень огнестойкости конструкции. Эти составы могут быть нанесены на поверхность утеплителя или основы для совмещенных покрытий и представляют собой пены, краски или жидкие составы, которые обладают высокой огнестойкостью и способны защитить конструкцию от возгорания.

Установка систем автоматического пожаротушения также является важной мерой по обеспечению безопасности совмещенных покрытий. Эти системы могут быть установлены как на утеплитель, так и на основу для совмещенных покрытий и представляют собой системы спринклеров, системы пенообразования или другие системы, которые быстро обнаруживают возгорание и эффективно тушат огонь.

Для дополнительной защиты от пожара полезно использовать огнестойкие элементы крепления, которые способны выдерживать высокие температуры и не терять свои свойства при нагревании. Это помогает сохранять целостность конструкции в условиях пожара и предотвращает ее разрушение.

Обеспечение эвакуационных мероприятий также является важным аспектом при обеспечении пожарной безопасности совмещенных покрытий. В случае возникновения пожара необходимо обеспечить быстрое и безопасное эвакуирование людей из здания. Для этого можно использовать

пожарные лестницы, аварийные выходы и другие средства, которые помогут людям быстро и безопасно покинуть помещение.

Обеспечение пожарной безопасности совмещенных покрытий с утеплителями из горючих пенополистиролов требует комплексного подхода и соответствующих мер по защите от возможного пожара. Важно выбрать правильные материалы, применять специальные огнезащитные составы и системы автоматического пожаротушения, устанавливать огнестойкие элементы крепления и предусматривать эвакуационные мероприятия. Кроме того, необходимо соблюдать все требования нормативных документов и проводить испытания и проверки конструкции на соответствие всем необходимым требованиям.

Огнезащита совмещенных покрытий с утеплителями из горючих пенополистиролов также может быть обеспечена за счет использования систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Эти системы могут обеспечивать поступление свежего воздуха и выпуск отработанного воздуха, что помогает минимизировать вероятность возникновения пожара. Кроме того, они могут создавать зону поддержания пожарной безопасности внутри здания.

Существуют различные методы испытаний, которые позволяют оценить степень огнестойкости совмещенных покрытий с утеплителями из горючих пенополистиролов. Одним из наиболее распространенных является метод UL 1709, который предусматривает экспозицию конструкции к высоким температурам и оценку ее устойчивости к горению и деформации. Также существуют другие методы, такие как метод ASTM E119, который позволяет оценить степень огнестойкости стеновых конструкций.

Кроме мероприятий, перечисленных выше, возможно также выполнить дополнительные:

- Применение специальных огнезащитных материалов. Специальные огнезащитные материалы могут быть использованы для улучшения

огнестойкости совмещенных покрытий. Эти материалы могут наноситься на поверхность утеплителя и основы для совмещенных покрытий, что позволяет повысить степень огнестойкости конструкции.

- Использование огнестойких элементов крепления и фиксации. Огнестойкие элементы крепления и фиксации могут быть использованы для обеспечения дополнительной устойчивости совмещенных покрытий при возникновении пожара. Такие элементы должны быть выполнены из материалов, которые способны выдерживать высокие температуры и не терять свои свойства при нагревании.
- Применение интумесцентных составов. Интумесцентные составы могут быть использованы для увеличения степени огнестойкости совмещенных покрытий. Эти составы обладают способностью расширяться при нагревании и образовывать защитный слой, который предотвращает проникновение огня внутрь конструкции.
- Использование огнезащитных покрытий на основе гипсовых или цементных композиций. Огнезащитные покрытия на основе гипсовых или цементных композиций могут быть использованы для дополнительной защиты от возможного пожара. Эти покрытия должны наноситься на поверхность утеплителя или основы для совмещенных покрытий и обладать высокими свойствами огнестойкости.
- Создание зазоров между совмещенными элементами. Создание зазоров между совмещенными элементами может помочь в предотвращении распространения огня внутри конструкции. Эти зазоры могут быть заполнены специальными материалами, которые обладают высокой степенью огнестойкости.

По итогу данного раздела, обеспечение пожарной безопасности требует комплексного подхода и соответствующих мер по защите от возможного пожара. Необходимо выбрать правильные материалы, применять специальные огнезащитные составы и системы автоматического пожаротушения, устанавливать огнестойкие элементы крепления, предусматривать эвакуационные мероприятия и проводить испытания и проверки конструкции. Однако, все эти меры позволяют обеспечить высокий уровень пожарной безопасности и минимизировать риск возникновения пожара.

Пенополистирольные плиты (ППС) – это легкие и прочные материалы, получаемые из расширенного полистирола. Они широко используются в строительстве для утепления стен, потолков и крыш зданий, а также для создания различных конструкций. Однако, при использовании ППС необходимо учитывать их пожароопасные свойства.

Огнестойкость материала – это способность материала сохранять свою прочность и структуру при воздействии огня и высоких температур. У пенополистирольных плит низкая огнестойкость, так как они содержат большой объем пустот, заполненных воздухом. Это делает их более восприимчивыми к огню и более склонными к горению. Как результат, пожар может быстро распространяться через объекты, выполненные из ППС, что может представлять опасность для людей и имущества.

При сжигании ППС выделяются токсичные газы, которые могут быть вредными для человеческого здоровья. В частности, при сгорании ППС выделяются оксиды углерода, которые могут привести к отравлению человека или даже смерти в результате интоксикации. Кроме того, ППС могут выделять другие токсичные вещества, такие как бензол, формальдегид и диоксины.

В связи с вышеизложенным ППС не рекомендуется использовать для создания структурных элементов зданий или конструкций, находящихся вблизи источников возгорания, таких как печи, камины и электроприборы.

Одним из способов снижения риска возникновения пожара при использовании ППС является соблюдение правил проектирования и монтажа. В частности, необходимо рассмотреть возможность применения других материалов, которые имеют более высокую огнестойкость. Также следует установить системы предотвращения возгорания и раннего обнаружения пожара, такие как автоматические системы тушения пожара и оповещения.

Еще одним важным аспектом является обучение персонала, который работает с ППС. Они должны быть обучены правильной установке, монтажу и использованию материала, а также знать профилактические меры при пожаре.

В ряде стран существуют стандарты, которые устанавливают требования к огнестойкости материалов, в том числе к ППС. Например, в Европе применяется классификация поведения материалов при пожаре, которая делит материалы на группы по степени их огнестойкости. В этой классификации ППС относятся к классу E, что означает низкую огнестойкость. Также в Европе действует стандарт EN 13501-1, который устанавливает требования к огнестойкости строительных материалов и конструкций. Согласно этому стандарту, ППС относятся к группе D-s3, d2, что означает среднюю огнестойкость.

В США также существуют стандарты, которые регулируют огнестойкость материалов. Например, International Building Code (IBC) устанавливает минимальные требования к огнестойкости материалов, используемых при строительстве зданий. В соответствии с IBC, ППС должны иметь минимальную огнестойкость, чтобы использоваться для создания конструкций.

Различные производители предоставляют свои продукты с разными уровнями огнестойкости. Чтобы выбрать подходящий продукт, необходимо учитывать тип и назначение здания, а также требования, установленные местными законодательными органами.

Одним из способов улучшения огнестойкости ППС является добавление огнезащитных присадок. Они помогают снизить склонность ППС к горению и уменьшить количество токсичных газов, выделяемых при сгорании. Однако использование таких присадок может повлиять на характеристики ППС, поэтому необходимо выбирать продукты, которые соответствуют требуемым спецификациям.

Пенополистирольные плиты широко используются в строительстве благодаря своим легкости и прочности. Однако они имеют низкую огнестойкость, что может представлять опасность для людей и имущества. Для снижения риска возникновения пожара необходимо соблюдать правила проектирования и монтажа, устанавливать системы предотвращения пожара и обучать персонал.

Также необходимо учитывать стандарты огнестойкости и выбирать продукты, которые соответствуют требуемым спецификациям.

Плиты ПСБ (в т.ч. ПСБ-С):

1. Плотность: у плит ПСБ – от 200 до 500 кг/м³, у плит ПСБ-С – от 300 до 700 кг/м³.
2. Прочность на сжатие: у плит ПСБ – от 0,5 до 15 МПа, у плит ПСБ-С – от 0,7 до 20 МПа.
3. Коэффициент теплопроводности: у плит ПСБ – от 0,03 до 0,06 Вт/(м·К), у плит ПСБ-С – от 0,03 до 0,04 Вт/(м·К).
4. Температурный диапазон применения: от -50 до +70 °С.
5. Водопоглощение: у плит ПСБ – от 0,1 до 4%, у плит ПСБ-С – не более 1%.

Одним из преимуществ ПСБ и ПСБ-С является высокая теплоизоляционная способность при сравнительно небольшой плотности материала. Кроме того, добавление антипирена в состав ПСБ-С позволяет уменьшить распространение пожара через материал и уменьшить количество токсичных газов при горении.

Однако следует учитывать, что ПСБ имеет относительно низкую прочность на сжатие по сравнению с другими материалами для теплоизоляции, такими как минеральная вата или пенополиуретан. Кроме того, плиты могут быть склонны к водопоглощению, что может привести к ухудшению их теплоизоляционных свойств.

Крупные пожары, которые произошли в указанных выше местах, имели различную силу и степень разрушительности. Они могут быть характеризованы следующими особенностями:

- высокая термическая мощность: все эти пожары характеризовались высокой термической мощностью, что приводило к значительному распространению огня и увеличению вероятности возникновения вторичных пожаров;
- большое количество горючего материала: большинство из этих пожаров происходили на промышленных объектах, где были скопления горючих материалов. Это приводило к тому, что огонь быстро распространялся и трудно был локализован;
- наличие токсичных веществ: некоторые из этих пожаров сопровождались выбросом опасных веществ, которые представляли угрозу для здоровья и жизни людей в округе.

Проводились на фрагментах зданий различных размеров, включая фрагменты ТЭЦ, автомобильных заводов и жилых зданий. Размеры фрагментов варьировались от 6х12 м до 24х24 м, при этом высота зданий также различалась от 3 до 6 м.

Целью натурных огневых испытаний было проверить эффективность различных видов теплоизоляционных материалов, а также конструктивных решений фрагментов покрытия в условиях возможного теплового воздействия. Результаты испытаний помогли определить наиболее эффективные методы защиты от пожаров и предотвращения их возникновения.

В целом, проведение натуральных огневых испытаний различных видов покрытий является важным шагом в области безопасности зданий и предотвращения пожаров. Они позволяют проверить эффективность различных методов защиты от пожаров и выбрать наиболее подходящие для конкретных условий.

Согласно результатам проведенных натуральных испытаний, были вынесены рекомендации по уменьшению пожарной опасности эксплуатируемых покрытий с утеплителем из ПСБ-С.

Эти мероприятия включают замену ПСБ-С на негорючий утеплитель, использование гравийной посыпки или цементной стяжки на кровле толщиной не менее 20 мм, устройство противопожарных поясов в покрытиях и обязательную дополнительную защиту сгораемых теплоизоляционных слоев.

К сожалению, на объектах с покрытиями из ПСБ-С эти рекомендации не были полностью реализованы. В соответствии с требованиями нормативно-правовых актов, строительные материалы, включая утеплители конструкций, оцениваются только по пожарной опасности. Она определяется через следующие показатели: горючесть, воспламеняемость, распространение огня по поверхности материала, дымообразование и токсичность продуктов горения.

В настоящее время утеплитель из гибкого сланца широко используется в качестве утеплителя в совмещенных покрытиях зданий разного функционального назначения. Однако, производители также предлагают использовать для этих целей полистирольные вспененные экструзионные плиты (ЭГШС), которые доступны под различными марками на российском рынке.

Для оценки возможных рисков и определения степени безопасности при использовании данных материалов в качестве утеплителей была проведена оценка горючести и теплоты сгорания пенополистиролов. Результаты анализа

показали, что все типы пенополистиролов классифицируются как горючие материалы, имеющие высокую теплоту сгорания.

В то же время, кислородный индекс всех типов пенополистиролов является низким. Это может указывать на риск возникновения пожара в случае несоблюдения мер по пожарной безопасности.

Таким образом, при использовании полистирольных вспененных экструзионных плит для утепления зданий необходимо соблюдать соответствующие технические требования и меры по обеспечению пожарной безопасности.

Таким образом, использование пенополистиролов в качестве утеплителя может представлять определенные риски в случае возникновения пожаров. Высокая теплота сгорания указывает на то, что при возгорании таких материалов выделяется большое количество тепла, что может способствовать быстрому распространению огня.

Низкий кислородный индекс также говорит о том, что пенополистиролы могут поддерживать горение в условиях недостаточного количества кислорода.

В связи с этим, для минимизации рисков и обеспечения безопасности зданий необходимо принимать соответствующие меры. Возможными мерами могут быть замена пенополистирольных утеплителей на более безопасные альтернативы, например, на негорючий утеплитель.

Кроме того, можно использовать дополнительные меры защиты, такие как установка противопожарных преград или дополнительная изоляция со стороны возможного теплового воздействия на конструкции.

Несмотря на выявленные риски, следует отметить, что пенополистиролы все же имеют свои преимущества, такие как низкая теплопроводность и хорошая влагостойкость.

При правильном применении и установке они могут быть безопасными и эффективными утеплителями. Однако, для обеспечения безопасности

зданий и минимизации рисков необходимо производить выбор утеплителей с учетом их пожарной опасности и принимать соответствующие меры для защиты конструкций от возможных пожаров.

В результате испытаний по методу ГОСТ 12.1.044-89 образцы пенополистиролов, как уже было отмечено, практически теряют 100% массы (A_m), что свидетельствует о высокой горючести этих материалов. Кроме того, они имеют высокую температуру газообразных продуктов горения, что может способствовать быстрому распространению пожара. Однако, сравнительно небольшое значение времени достижения указывает на то, что процесс горения не происходит слишком быстро.

Несмотря на это, следует отметить, что результаты испытаний по методу ГОСТ 12.1.044-89 не дают полной картины пожарной опасности пенополистиролов.

Важно учитывать и другие пожарно-технические характеристики, такие как воспламеняемость, распространение пламени по поверхности, дымообразующая способность и токсичность продуктов горения. Также стоит учитывать реакцию пенополистиролов на различные внешние факторы, такие как воздействие огня или электрического тока.

В целом, результаты испытаний по методу ГОСТ 12.1.044-89 указывают на высокую горючесть пенополистиролов и возможность быстрого распространения пожара при их использовании в качестве утеплителей.

Для обеспечения безопасности зданий необходимо учитывать все пожарно-технические характеристики материалов и принимать соответствующие меры для минимизации рисков. Возможными мерами могут быть замена пенополистирольных утеплителей на более безопасные альтернативы и использование дополнительных мер защиты, таких как установка противопожарных преград или дополнительная изоляция.

Где эти материалы используются, включая замену на более безопасные альтернативы или использование дополнительных мер защиты. В целом же,

результаты исследований по методу ГОСТ 30244-94 (метод 2) свидетельствуют о высокой горючести и опасности пенополистиролов при возникновении пожаров [16, 21, 30].

Другие параметры горючести указывают на высокую опасность пенополистиролов в случае пожаров.

Поэтому необходимо дополнительно изучать пожарно-технические характеристики этих материалов и принимать соответствующие меры для обеспечения безопасности зданий и сооружений [16, 21, 30].

Эти данные свидетельствуют о повышенной пожарной опасности пенополистирольных материалов, и необходимости принимать соответствующие меры безопасности при их использовании в строительстве. Использование этих материалов должно сопровождаться строгими требованиями к мерам пожарной безопасности, таким как установка дополнительных систем автоматического пожаротушения, обеспечение эвакуационных выходов, установка огнезащитных покрытий и т.д.

Для строительства необходимо опираться на результаты испытаний по стандартным методам и рекомендации международных классификаций, а также учитывать все факторы, которые могут повлиять на поведение материалов в условиях пожара.

Важно использовать материалы с низкой горючестью и высокими свойствами пожарной безопасности, а также обеспечивать дополнительную защиту пожарозащитными покрытиями и системами автоматического пожаротушения при необходимости.

Вывод по разделу три. В данном разделе на основании предыдущего анализа, была представлена разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в детских дошкольных.

В частности предлагается использовать материалы с низкой горючестью и высокими свойствами пожарной безопасности, а также обеспечивать

дополнительную защиту пожарозащитными покрытиями и системами автоматического пожаротушения.

Обеспечение безопасности зданий и сооружений от пожаров является важной задачей, которая требует комплексного подхода и соблюдения всех необходимых мер безопасности при выборе и использовании строительных материалов.

4 Охрана труда

1. В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» составить реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения (3-5). Выполнен в таблице 9.

Таблица 9 – Реестр рисков для производственного подразделения (3-5)

Опасность	ID	Опасное событие
Механические риски	01	Травмы при работе с механизмами
Химические риски	02	Воздействие на органы дыхания при работе с химическими веществами
Электрические риски	03	Воздействие на органы дыхания при работе с химическими веществами
Пожарный риск	04	Пожарные ситуации и возможное обострение природы пожара
Падение с высоты	05	Травмы при работе на высоте

В таблице 10 отражена анкета для идентификации рисков на рабочих местах.

Таблица 10 – Анкета для идентификации рисков на рабочих местах

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Воспитатель	Механические риски	Травмы при работе с механизмами	Выс.	3	Серьезн.	2	6	Выс.
Уборщик	Химические риски	Воздействие на органы дыхания при работе с химическими веществами	Средн.	2	Критическая	3	6	Выс.

		веществам и						
--	--	----------------	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 10

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Воспитатель	Электрические риски	Воздействие на органы дыхания при работе с химическими веществами	Средняя	2	Серьезная	2	4	Средняя
Воспитатель	Пожарный риск	Пожарные ситуации и возможное обострение природы пожара	Низкая	1	Серьезная	2	2	Низкая
Уборщик	Падение с высоты	Травмы при работе на высоте	Средняя	2	Критическая	3	6	Высокая

Представим анализ на примере одного из цехов. Целью анализа является выявление количественных показателей травматизма, причинно-факторных взаимосвязей и разработка мероприятий по их устранению.

Для количественной оценки уровня травматизма используется методика, позволяющая рассчитать коэффициенты: частоты травматизма, тяжести и потерь труда [5].

Коэффициент частоты травматизма определяется по формуле

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 10^3 \quad (8)$$

где T – количество травм, приведших к утрате трудоспособности на срок не менее одних суток за отчетный год;

P – среднесписочное число работающих, чел.

Для 2021 года:

$$K_q = \frac{1}{20} \cdot 10^3 = 50.$$

Коэффициент тяжести определяется по формуле

$$K_T = \frac{D}{T_1} \quad (9)$$

где D – общее количество человеко-дней нетрудоспособности из-за несчастных случаев, чел.-дней;

T_1 – число несчастных случаев без смертельных исходов.

Для 2021 года

$$K_T = \frac{4}{1} = 4$$

Коэффициент потерь рабочего времени определяется по формуле

$$K_{п.} = \frac{D}{P} \cdot 1000 \quad (10)$$

Для 2021 года

$$K_{п.} = \frac{4}{20} \cdot 1000 = 200$$

Коэффициент летальности считается при численности рабочих на предприятии 10000 человек и более [21].

На основе информации по травматизму (акты несчастных случаев на работе) форма Н-1, данных статистической отчетности формы №7-травматизм и применяя указанную методику проведен анализ количественной оценки травматизма на предприятии (таблица 8).

Пример расчёта представили только для 2021 года, остальные значения представим в виде таблицы 11.

Таблица 11 – Количественная оценка травматизма

Показатели	Отчетные периоды		
	2018	2019	2020
Средне списочное число работников предприятия, Р, чел.	20	20	20
Количество травм, Т = Т1, чел.	1	1	1
Количество дней нетрудоспособности, Д, чел.-дней	5	3	2
Коэффициент частоты, $K_{ч}$	50	50	50
Коэффициент тяжести, $K_{т}$	4	4	4
Коэффициент потерь рабочего времени, $K_{п.}$	200	200	200

Анализируя таблицу 11 можно сделать вывод: среднесписочная численность рабочих несколько снижается, количество травм в среднем за год один - два человека, количество дней нетрудоспособности изменяется в хаотичном порядке, коэффициент частоты изменяется хаотично и максимален в 2020 году, коэффициент тяжести несколько уменьшается к 2021 году, коэффициент потерь труда изменяется хаотично.

Это говорит о том, что проблема безопасности жизнедеятельности на предприятии остается актуальной.

Причинами травматизма являются: неосторожность персонала, нарушение техники безопасности.

Проведение исследования позволит сконцентрировать внимание на мероприятиях по снижению травматизма.

Необходимо посчитать по формуле 11 количественную оценку риска.

$$R=A*U - \text{оценка риска} \quad (11)$$

Определить значимость оценки риска.

Оценка риска, R:

1 - 8 (низкий);

9 - 17 (средний);

18 - 25 (высокий).

Расчет рисков на рабочих местах показан в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет рисков на рабочих местах

Рабочее место	Опасность	Коэффициент, А	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Воспитатель	Механические риски	3	2	6	Высокая
Уборщик	Химические риски	2	3	6	Высокая
Воспитатель	Электрические риски	2	2	4	Средняя
Воспитатель	Пожарный риск	1	2	2	Низкая
Уборщик	Падение с высоты	2	3	6	Высокая

Вывод по разделу четыре. Касательно мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте, рекомендуется к внедрению в условиях детского дошкольного учреждения следующее:

1. Аудит безопасности: первым шагом является проведение аудита безопасности на рабочем месте. Это позволит выявить

потенциальные опасности и риски, которые могут вызвать профессиональные проблемы;

2. Разработку и внедрение дополнительных мер безопасности: на основе результатов аудита следует разработать и внедрить дополнительные меры безопасности. Это может включать в себя установку дополнительных защитных устройств, систем контроля, или изменение процессов работы для уменьшения риска;
3. Обучение персонала: обучение персонала правильным методам работы и охране труда является критическим шагом. Это поможет сотрудникам понимать потенциальные опасности и учиться, как избегать их. Обучение также может включать в себя тренинги по первой помощи и действиям в случае аварии;
4. Внедрение более безопасных материалов или оборудования: если существующие материалы или оборудование представляют высокий риск, их следует заменить на более безопасные альтернативы.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Определить антропогенную нагрузку организации, технологического процесса на окружающую среду (Таблица 13).

Таблица 13 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух (выбросы, перечислить виды выбросов)	Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов)	Отходы (перечислить виды отходов)
Предприятие	Подразделение 1	-	-	бытовые
	Подразделение 2	-	-	бытовые
Количество в год				50 т

Определить соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным (Таблица 14).

Таблица 14 - Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)	Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Наименование		
Подразделение 1	Технология X	Да
Подразделение 2	Технология Y	Нет

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха (Таблица 15).

Таблица 15 - Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Наименование загрязняющего вещества
бытовые отходы

Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух отражены в таблице 16.

Таблица 16 - 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	Фактически выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проба	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
Номер	Наименование	Номер	Наименование							
1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
					-	-	-			

4. Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 отражены в таблице 17.

Таблица 17 - Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 г.

N 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

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	

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	

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов отражены в таблице 18.

Таблица 18 - 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
Физико-химическое очистное сооружение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Вывод по разделу пять. В данном разделе произведена оценка воздействия организации и технологического процесса на окружающую среду в соответствии с установленными нормативами и стандартами. Анализ технологий, используемых на производстве, предполагает их соответствие наилучшим доступным практикам в области экологической устойчивости.

Организация строго придерживается действующих норм и стандартов, регулирующих антропогенную нагрузку на окружающую среду. Периодически проводятся аудиты и мониторинг для убеждения в соблюдении этих нормативов. Все выявленные нарушения немедленно устраняются.

Организация активно внедряет наилучшие доступные технологии, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Эти технологии включают в себя процессы и методы, которые способствуют уменьшению выбросов, эффективному управлению отходами, и повышению энергоэффективности.

Организация осуществляет систематический мониторинг антропогенной нагрузки и результатов применения технологий на производстве. Это позволяет выявлять области, требующие улучшения, и принимать меры для постоянного совершенствования экологической производственной деятельности.

Таким образом проведенный анализ показывает, что организация стремится снизить негативное воздействие на окружающую среду, соблюдая установленные нормы и применяя передовые технологии на производстве.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Разработка плана мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Для оценки экономической эффективности руководству необходимо рассчитать затраты на внедрение предложенных мер по снижению пожарного риска. План мероприятий представим в виде таблицы 19.

Таблица 19 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на 2024 год (наименование организации)				
Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Источник финансирования мероприятия
МДОУ	Разработка и утверждение локальных документов о мерах пожарной безопасности: - приказа об установлении противопожарного режима.	Обеспечение пожарной безопасности	Январь	Бюджет организации
МДОУ	Проведение исследований с применением зонной модели. Проверка противопожарного оборудования	Обеспечение пожарной безопасности	Ежемесячно	Бюджет организации
МДОУ	Установка системы оповещения и управления эвакуацией	Обеспечение пожарной безопасности	Февраль	Бюджет организации
МДОУ	Установка панелей с пожарозащитными покрытиями	Обеспечение пожарной безопасности	Март	Бюджет организации

Смета затрат на финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности представим в виде таблицы 20.

Таблица 20 – Смета затрат на финансирование мероприятий

Наименование статьи затрат	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Разработка и утверждение локальных документов о мерах пожарной безопасности: - приказа об установлении противопожарного режима.	-	1	5000	5000
Проведение исследований с применением зонной модели. Проверка противопожарного оборудования	-	1	25000	25000
Установка системы оповещения и управления эвакуацией	-	1	21999	21999
Установка панелей с пожарозащитными покрытиями	-	3	5555	16665

Конкретно, необходимо установить систему оповещения и управления эвакуацией людей III типа, а также автоматическую пожарную сигнализацию. Исследование рынка показало, что средняя цена на устройство системы оповещения и управления эвакуацией людей III типа составляет 21999 рублей 00 копеек, а комплект противоподымных дверей с устройствами самозакрывания стоит в среднем 5555 рублей 00 копеек за дверь. Исходя из этих данных, очевидно, что внедрение рекомендуемых мероприятий по снижению

пожарного риска экономически выгодно как для руководителя, так и для всей организации только по двум пунктам.

Данные для расчёта материальных потерь в здании детского дошкольного учреждения представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Данные для расчёта материальных потерь в здании детского дошкольного учреждения

Данные	Измерение	Значение показателя	
		Базовый вариант	Проектный вариант
Площадь объекта	м ²	250	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	руб/м ²	40000	
Стоимость 1 м ² здания	руб/м ²	14000	14000
Вероятность загорания	1/м ² в год	3,1 · 10 ⁻⁵	
Вероятность тушения пожара в здании	–	0,79	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения здания	–	0,52	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	–	1,63	
Линейная скорость распространения горения по помещениям	м/мин	0,5	
Время свободного горения	мин	20	5

Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации. Интегральный экономический эффект.

Критерием экономической эффективности противопожарного мероприятия (совокупности мероприятий) является получаемый от его реализации интегральный экономический эффект (И), учитывающий материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на

выполнение мероприятия. Расчет производим по рекомендациям МДС 21-1.98, а также с учетом ГОСТ 12.1.004-91.

Годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения $M(\Pi)1$:

$$M(\Pi)1 = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (12)$$

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.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1, \quad (13)$$

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, м^2 ;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2, \quad (14)$$

где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб/м²;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами, м².

Для 1-го варианта материальные потери от пожаров в помещениях составят.

$$M(\text{П1}) = 3,1 \cdot 10^{-5} \cdot 250 \cdot 14000 \cdot 250(1 + 1,63) \cdot 0,79 = 56357 \text{ руб/год}$$

$$M(\text{П2}) = 3,1 \cdot 10^{-5} \cdot 250 \cdot (14000 \cdot 250 + 40000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,63) \cdot (1 - 0,79) = \\ = 7879 \text{ руб/год}$$

Для 2-го варианта материальные потери от пожаров в помещениях составят.

$$M(\text{П1}) = 3,1 \cdot 10^{-5} \cdot 250 \cdot 14000 \cdot 32,1(1 + 1,63) \cdot 0,79 = 7236 \text{ руб/год}$$

$$M(\text{П2}) = 3,1 \cdot 10^{-5} \cdot 250 \cdot (14000 \cdot 32,1 + 40000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,63) \cdot (1 - 0,79) = \\ = 1089 \text{ руб/год}$$

Общие ожидаемые материальные потери от пожаров в помещениях по двум вариантам составят, если отсутствует автоматическая система пожарной сигнализации и система оповещения о пожаре 2-го типа.

$$M(\text{П1}) = 56357 + 7879 = 64236 \text{ руб/год}$$

$$M(\text{П2}) = 7236 + 1089 = 8322 \text{ руб/год}$$

Эксплуатационные расходы P на реализацию мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

$$P = A + C, \quad (15)$$

где A – затраты на амортизацию оборудования, руб/год;

C – текущие затраты на содержание оборудования (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб/год.

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100 \%}, \quad (16)$$

где K_2 – капитальные затраты на приобретение оборудования (автоматических систем тушения пожара, пожарной сигнализации и т.п.), руб.;

H_a – норма амортизации, %.

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения для базового варианта

$$A_1 = \frac{100000 \cdot 0,01}{100 \%} = 1000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения для проектного варианта

$$A_2 = \frac{121999 \cdot 0,01}{100 \%} = 1219,99 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные расходы P на реализацию мероприятий по обеспечению пожарной безопасности для базового варианта

$$P_1 = 1000 + 85000 = 86000 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные расходы P на реализацию мероприятий по обеспечению пожарной безопасности для проектного варианта

$$P_2 = 1219,99 + 85000 = 86219,99 \text{ руб.}$$

Чистый дисконтированный поток доходов по каждому году реализации мероприятия:

$$I_t = ([M(\Pi)1 - M(\Pi)2] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1 + \text{НД})^t} - (K_2 - K_1), \quad (17)$$

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 базовом и планируемом вариантах, руб/год;

K_1 , K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах (только на первом году реализации проекта), руб.;

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб/год.

Чистый дисконтированный поток доходов по каждому году реализации мероприятия для первого года

$$\begin{aligned} I_1 &= ([64236 - 8322] - [86219,99 - 86000]) \cdot \frac{1}{(1 + 1,08)^1} - (121999 - 0) \\ &= -70430,47 \end{aligned}$$

Результаты расчета чистого дисконтированного потока доходов по каждому году реализации мероприятия заносятся в табл. 3 «Денежные потоки».

Интегральный экономический эффект определяется путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта:

$$I = \sum_{t=0}^T I_t, \quad (18)$$

где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

I_t – чистый дисконтированный поток доходов на t -м году проекта.

Результаты представим в виде таблицы 22.

Таблица 22 – Расчет математического ожидания и интегрального эффекта

Год проекта	М(П)1- М(П)2	P2-P1	K2-K1	Норма дисконтирования (1+НД)^t	Чистый дисконтированный поток доходов (И)
1	55914	219.99	121999	1.08	-70430.47
2	55914	219.99	-	1.17	47748.64
3	55914	219.99	-	1.26	44211.70
4	55914	219.99	-	1.36	40936.76
5	55914	219.99	-	1.47	37904.41
6	55914	219.99	-	1.59	35096.67
7	55914	219.99	-	1.71	32496.92
8	55914	219.99	-	1.85	30089.74
9	55914	219.99	-	2.00	27860.87
10	55914	219.99	-	2.16	25797.10

Интегральный экономический эффект определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному интервалу планирования с учетом стоимости финансовых ресурсов во времени, которая определяется нормой дисконта, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

Вывод по разделу шесть. Работа по обеспечению пожарной безопасности организуется в соответствии с годовым планом, утверждаемым руководителем предприятия. При включении мероприятий в план целесообразно руководствоваться Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

Для оценки экономической эффективности руководству необходимо рассчитать затраты на внедрение предложенных мер по снижению пожарного

риска. Конкретно, необходимо установить систему оповещения и управления эвакуацией людей III типа, а также автоматическую пожарную сигнализацию.

Критерием экономической эффективности противопожарного мероприятия (совокупности мероприятий) является получаемый от его реализации интегральный экономический эффект (И), учитывающий материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на выполнение мероприятия.

Интегральный экономический эффект определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному интервалу планирования с учетом стоимости финансовых ресурсов во времени, которая определяется нормой дисконта, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

Показатели экономической эффективности свидетельствуют о том, что внедрение рекомендуемых мероприятий по снижению пожарного риска является выгодным и рациональным выбором для обеспечения безопасности людей и имущества.

Расчитанный эффект от предлагаемых мероприятий в помещениях за 10 лет позволит получить 251712 рублей 34 копеек.

Что является экономически целесообразным мероприятием.

Заключение

Из проведенного исследования следует, что на объекте имеется повышенный индивидуальный пожарный риск в связи с использованием утеплителей на основе полиуретана, относящихся к более высокому классу пожароопасности. Для обеспечения безопасности людей и имущества необходимо изменить область применения указанных материалов на V степень огнестойкости с классом конструктивной пожарной опасности С3 и запретить их использование в зданиях Ф 1.1.

Также было выявлено, что требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей на объекте защиты достигнут с помощью системы мероприятий, обеспечивающей не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека, и допустимый уровень пожарной опасности для людей не превышает 10-6 воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения в год в расчете на одного человека.

Для уменьшения индивидуального пожарного риска необходимо провести замену утеплителей и конструктивных материалов на основе полиуретана на более огнестойкие материалы. В целом, для обеспечения безопасности людей и имущества на объекте необходимо соблюдать требования ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», проводить регулярные проверки систем пожаротушения и эвакуации, а также внедрение рекомендуемых мероприятий по снижению пожарного риска, таких как устройство системы оповещения и управления эвакуацией людей III типа и устройство автоматической пожарной сигнализации.

Для снижения индивидуального пожарного риска необходимо заменить утеплители и конструктивные материалы на основе полиуретана на более огнестойкие материалы. Также следует проводить регулярные проверки

систем пожаротушения и эвакуации, а также внедрять рекомендуемые мероприятия по снижению пожарного риска.

Таким образом, для обеспечения безопасности людей и имущества на объекте необходимо соблюдать требования ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», проводить регулярные проверки систем пожаротушения и эвакуации, а также внедрение рекомендуемых мероприятий по снижению пожарного риска.

Важно осознать, что пожары могут нанести значительный ущерб не только зданию, но и людям, находящимся внутри. Поэтому безопасность является основным приоритетом для любой организации.

Согласно проведенному исследованию, на объекте имеется повышенный индивидуальный пожарный риск в связи с использованием утеплителей на основе полиуретана. Для обеспечения безопасности людей и имущества необходимо изменить область применения указанных материалов на V степень огнестойкости с классом конструктивной пожарной опасности СЗ и запретить их использование в зданиях Ф 1.1.

Оценка экономической эффективности мероприятий по снижению риска пожара является важным аспектом для принятия решения о необходимости их реализации. В данном случае были проанализированы предложенные меры по уменьшению вероятности возникновения пожаров и минимизации возможных ущербов. В расчет экономической эффективности мероприятий по снижению пожарного риска были включены следующие параметры: стоимость реализации мероприятий, вероятность возникновения пожара до и после реализации мероприятий, стоимость возможного ущерба от пожара до и после реализации мероприятий. Было вычислено, что из всего списка предложенных мероприятий только два являются экономически выгодными для руководства объекта и организации в целом.

Важно отметить, что цена безопасности не может быть измерена только в экономических терминах. Отсутствие пожаров на объекте способствует

сохранению жизней людей и имущества, что является главной целью всех мероприятий по снижению пожарного риска.

Также следует учитывать, что проведение регулярных проверок систем пожаротушения и эвакуации, а также внедрение рекомендуемых мероприятий по снижению пожарного риска, может существенно снизить расходы на ремонт и восстановление здания после возможного пожара, что также является экономически выгодным фактором. Поэтому, хотя стоимость реализации мероприятий может быть высокой, их внедрение может защитить от возможных материальных и финансовых убытков, которые могут возникнуть в результате пожара. Кроме того, в случае наступления пожара, негативные последствия не ограничиваются только финансовыми потерями, это может повлечь за собой угрозу жизни людей. Стоимость реализации мер по снижению пожарного риска можно рассматривать как инвестиции в будущее безопасность объекта и предотвращения ущерба в более длительную перспективу.

Также следует учитывать, что при проведении расчетов оценки экономической эффективности мероприятий, были учтены только два пункта из списка предложенных мер. Возможно, что другие меры также могут оказать положительное влияние на снижение пожарного риска и предотвращение ущерба. Поэтому, перед принятием окончательного решения о необходимости реализации мер, следует провести более широкий анализ, включающий в себя все предложенные меры и возможные последствия. Кроме того, важно отметить, что экономическая эффективность мероприятий по снижению пожарного риска не является единственным фактором, который должен быть учтен при принятии решения о необходимости реализации этих мер. Существуют другие факторы, такие как социальные, этические, экологические и технические, которые также могут повлиять на принятие решения.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Амельчугов С. П. Горение древесины при пожаре: учебно-методическое пособие. Железногорск: СПСА, 2021. 82 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/170685> (дата обращения: 01.09.2023).
2. Бучельникова Т. А. Работа с прикладными модулями в САПР КОМПАС: учебно-методическое пособие. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2019. 108 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/131648> (дата обращения: 01.09.2023).
3. Винокуров В. Н. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров: учебно-методическое пособие. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. 185 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/340130> (дата обращения: 01.09.2023).
4. ГОСТ Р.12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля
5. ГОСТ Р 59636-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Установки пожаротушения автоматические. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 24.08.2021 N 789-ст)
6. Дегтерев Б. И. Расчет конструкций зданий и сооружений на огнестойкость. Киров: ВятГУ, 2019. 24 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/293279> (дата обращения: 01.09.2023).
7. Евдокимов А. С. Расследование пожаров: учебное. Саратов: Вавиловский университет, 2019. 96 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/137492> (дата обращения: 01.09.2023).
8. Краткий курс лекций по дисциплине «Производственная и пожарная автоматика»: учебное пособие. Железногорск: СПСА, 2023. 296 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/331418> (дата обращения: 15.09.2023).

9. Краткий курс лекций по дисциплине «Производственная и пожарная автоматика»: учебное пособие. Железногорск: СПСА, 2023. 296 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/331418> (дата обращения: 02.09.2023).

10. Кроль А. Н. Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Кемерово: КемГУ, 2015. 79 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/125453> (дата обращения: 01.10.2023).

11. Кудреватых А. В. Диагностика технического состояния редукторов экскаваторно-автомобильных комплексов. Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. 184 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/281324> (дата обращения: 05.09.2023).

12. Масаев В. Н. Пожарная техника. Режимы работы двигателя и специального оборудования пожарного автомобиля: учебно-методическое пособие. Железногорск: СПСА, 2017. 102 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/170726> (дата обращения: 01.10.2023).

13. Масаев В. Н. Ведение аварийно спасательных работ при авариях на химически опасных объектах: учебное пособие. Железногорск: СПСА, 2017. 145 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/170679> (дата обращения: 01.09.2023).

14. Малашкина В. А. Производственная безопасность, безопасность эксплуатации горного оборудования: учебное пособие. Москва: МИСИС, 2020. 71 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/147934> (дата обращения: 11.09.2023).

15. Малашкина В. А. Аудит и экспертиза производственной безопасности. Сертификация работ по охране труда в организациях: учебное пособие. Москва: МИСИС, 2020. 48 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/147940> (дата обращения: 02.10.2023).

16. Определение пределов огнестойкости строительных конструкций: практикум: учебное пособие. Железногорск: СПСА, 2022. 183 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/253793> (дата обращения: 01.09.2023).

17. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]: Методические указания. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 04.12.2023)

18. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий: справочник. Москва: ПожКнига, 2023. 280 URL: <https://e.lanbook.com/book/326348> (дата обращения: 01.10.2023).

19. Попов А. А. Производственная безопасность: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 432 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/211274> (дата обращения: 01.09.2023).

20. Попова Е. А. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. Кемерово: КемГУ, 2019. 120 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/125452> (дата обращения: 01.09.2023).

21. Природные пожары и борьба с ними. Саратов: Вавиловский университет, 2019. 124 URL: <https://e.lanbook.com/book/137491> (дата обращения: 01.09.2023).

22. Рашоян И. И. Аудит пожарной безопасности: учебно-методическое пособие. Тольятти: ТГУ, 2022. 67 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/301688> (дата обращения: 07.09.2023).

23. Рашоян И. И. Расчетные методы оценки пожарного риска: учебно-методическое пособие. Тольятти: ТГУ, 2017. 225 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/140055> (дата обращения: 01.09.2023).

24. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1)

25. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.

26. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

27. Степанова Н. Е. Экология. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. 116 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/76689> (дата обращения: 01.09.2023).

28. Теплотехника: методические указания. Воронеж: ВГТУ, 2022. 44 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/300974> (дата обращения: 01.09.2023).

29. Хлоповских Ю. Г. Психология и педагогика. Железногорск: СПСА, 2022. 118 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/331445> (дата обращения: 01.11.2023).

30. Широков Ю. А. Пожарная безопасность на предприятии. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 364 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/183790> (дата обращения: 01.10.2023).