

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 «Проектирование установки автоматического пожаротушения
на предприятии»

Обучающийся

А.А. Рыбкина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, И.И. Рашоян

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2023

Аннотация

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой отчёт о прохождении практики, по итогам которой собраны исходные данные, проведён анализ пожарной безопасности и предложен проект установки автоматического пожаротушения в федеральном государственном бюджетном учреждении «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области», расположенном по адресу: Липецкая область, г. Липецк, ул. Московская, д. 16.

Отчёт о прохождении практики включает в себя следующие главы:

- анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте,
- анализ существующей автоматической установки пожаротушения на объекте,
- проектирование установки автоматического пожаротушения,
- охрана труда,
- охрана окружающей среды и экологическая безопасность,
- оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

В структуру выпускной квалификационной работы входят аннотация, содержание, введение, шесть глав основной части, список использованной литературы и использованных источников, приложение А.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте	6
1.1 Общая характеристика объекта защиты	6
1.2 Анализ нормативных требований по обеспечению объекта	12
установками автоматического пожаротушения.....	12
2 Анализ существующей автоматической установки пожаротушения на объекте.....	19
3 Проектирование установки автоматического пожаротушения.....	23
4 Охрана труда.....	33
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	40
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	51
Заключение	61
Список используемой литературы и используемых источников.....	63
Приложение А. Расчёт категории складских помещений по взрывопожарной и пожарной опасности	67

Введение

Период существования человечества связан с необходимостью решения глобальных проблем, тем более актуальным, что сегодня активно формируются международные связи, мир переходит к многополярности, становится очевидной необходимостью и целесообразностью совместного решения задач и ответов на общемировые вызовы.

В числе этих вызовов – угрозы экологической безопасности, включающие пожары разного масштаба. Статистика указывает на их прямую связь с интенсификацией развития жилых, производственных, культурных объектов, созданием многоэтажных объектов, расширением систем промышленного производства, большим сосредоточением материальных ценностей. В офисах люди проводят всё больше времени, в связи с чем безопасностью в целом и пожарной безопасностью в частности уделяется особое внимание.

Все перечисленные факторы существенно усложняют условия тушения пожаров, делая очевидной необходимость применения более эффективных вариантов обеспечения пожарной безопасности. Этим объясняется актуальность темы, выбранной для написания выпускной квалификационной работы. Это тем более важно, что любое возгорание, являясь по сути общественным бедствием, вызывает большие убытки и нарушает состояние безопасности людей.

Сегодня на первый план по показателям эффективности борьбы с пожарами выходит в какой-то степени профилактический метод – использование устройств автоматического пожаротушения и пожарной сигнализации. Это объясняется тем, что своевременное обнаружение очага посредством реакции извещателей позволяет гораздо раньше ликвидировать возгорание. Благодаря автоматической установке распространение пожара останавливается ещё до прибытия пожарного расчёта за счёт огнетушащих средств непосредственно в офисе.

Цель выпускной квалификационной работы состоит в том, чтобы на основе анализа нормативной, теоретической базы и практических условий работы спроектировать автоматическую установку пожаротушения для предприятия (ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области»).

Достижение целей требует решения следующих задач:

- охарактеризовать объект, на котором требуется усовершенствование системы пожарной безопасности;
- изучить правовую базу обеспечения пожарной безопасности на предприятии;
- проанализировать работу существующей пожарной установки на объекте;
- определить основные направления охраны труда и экологической безопасности на выбранном предприятии;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Предмет выпускной квалификационной работы – пожарная безопасность на предприятии. Объект исследования – федеральное государственное бюджетное учреждение «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области».

Теоретическая значимость данного исследования состоит в систематизации знаний в сфере оценки пожарной безопасности на производстве.

Практическая значимость состоит в разработке проекта автоматической установки пожаротушения на конкретном объекте и в демонстрации возможности применения в профессиональной деятельности теоретических знаний и прикладных навыков, полученного инструментария для получения результатов труда на практике.

1 Анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте

1.1 Общая характеристика объекта защиты

Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области создано приказом МЧС РФ от 14.10.2005 № 745 «О создании судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы» [8].

Для формирования всестороннего представления об объекте перечислим его ключевые функции:

- экспертные исследования по делам о нарушениях требований безопасности и о пожарах;
- испытания материалов, вещей, изделий на предмет безопасности;
- научные исследования в рассматриваемой сфере;
- исследование пожаров с точки зрения их практического интереса, в том числе для поддержки работы федеральной противопожарной службы и иных компетентных органов;
- профессиональное обучение специалистов по исследованию пожаров и расследованию соответствующих дел.

Основная задача учреждения – выезд на пожары в целях их исследования, анализа причин их возникновения, а также помощи следствию в осмотре мест происшествия и изъятии вещдоков. По итогам таких выездов подготавливаются технические заключения, в которых отражаются места очагов, причины возникновения пожаров.

Учреждение имеет аккредитацию, позволяющую проводить пожарно-техническую экспертизу: свидетельство № 50-АК.ПБ.СБ.00001 от 08.11.2011.

Проводить исследования позволяет приборная база, представленная следующими элементами:

- аппаратно-программный комплекс «Хроматек Кристалл-5000»,
- прибор «Колион-1В»,
- комплект, определяющий электросопротивление углей,
- прибор для исследования деформированных изделий из металла,
- приборы для исследования однородных стройматериалов,
- тестер отжига проводов «ТОП-10»,
- прибор для определения толщины огнезащитного покрытия ПМП-1,
- установка «Пена» для определения качества пенорастворов,
- прибор для определения толщины огнезащитных покрытий МТ-2003.

Объект располагается в трёхэтажном здании, представленном на рисунке 1, с одним основным входом.

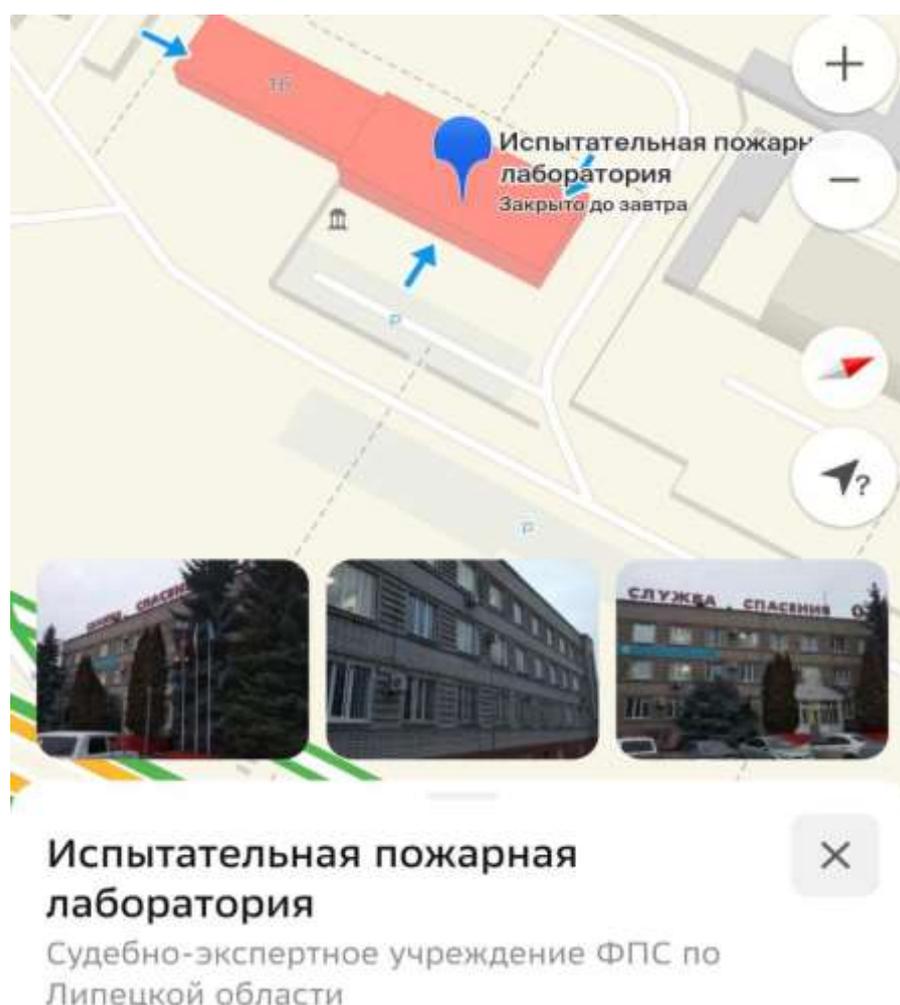


Рисунок 1 – Здание испытательной пожарной лаборатории в Липецке

Площадь объекта составляет 3 252 квадратных метра, имеется подвальный этаж. Высота одного этажа в отметках чистых полов составляет 3,0 м.

Класс функциональной пожарной опасности – Ф 4.3 (научная организация).

Степень огнестойкости – II.

Класс конструктивной пожарной опасности – С0.

Класс пожарной опасности строительных конструкций – К1.

Взрывоопасных зон и агрессивных сред нет.

Первичные признаки пожара – тепло и дым.

С каждого этажа здания предусмотрено два эвакуационных выхода. Сообщение этажей предусмотрено по общей лестничной клетке. Со второго и третьего этажа имеется выход на металлическую наружную открытую лестницу, предназначенную для эвакуации людей из здания при пожаре. Один раз в пять лет проводится эксплуатационное испытание металлической наружной открытой лестницы с составлением соответствующего протокола испытания.

Технические помещения, расположенные в подвальном этаже, обслуживают здание.

Водомерный узел и электрощитовая расположены в подвальном этаже.

Водоснабжение здания – централизованное. В здании имеется внутренний противопожарный водопровод. Пожарные краны, расположенные на площадках лестничных клеток, укомплектованы рукавами.

Руководитель лаборатории следит за исправным состоянием, своевременным обслуживанием и ремонтом внутреннего противопожарного водопровода. Один раз в год производится перекачка пожарных рукавов.

Наружное противопожарное водоснабжение обеспечивают два пожарных гидранта. На здании испытательной пожарной лаборатории

имеются указатели со светоотражающей поверхностью, показывающие вектор движения к источникам водоснабжения.

Объект обеспечен первичными средствами пожаротушения – огнетушителями, которые установлены в конце коридоров на видных местах и не препятствуют безопасной эвакуации людей. Огнетушители расположены в подставках, которые предотвращают падение.

Здание оборудовано системой автоматической пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре второго типа с установкой световых указателей «ВЫХОД».

Звуковые сигналы системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре обеспечивают требуемый уровень звука, а именно: уровень звука составляет не менее 75 дБ на расстоянии 3 метра от оповещателя.

Световые указатели «ВЫХОД» установлены по путям эвакуации, у выходов из здания. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре функционирует в течение времени, которое необходимо для эвакуации людей из здания, отключение данной системы допускается производить только на период технического обслуживания.

В здании установлены дымовые извещатели адресные. Размещение и монтаж пожарных извещателей произведен в соответствии с проектом, требованиями, нормами и инструкциями на оборудование.

Также установлены ручные пожарные извещатели адресные «ИПР 513-ЗАМ» – не более чем на расстоянии 50 метров друг от друга, по путям эвакуации у выходов из здания и на лестницы на высоте 1,5 метра от уровня пола.

Вентиляция подземной части объекта является приточно-вытяжной с механическим побуждением, по способам организации воздухообмена она местная. Помещения обслуживает одна приточно-вытяжная камера.

Система противодымной защиты на объекте в перспективе должна работать по установленному алгоритму [14].

На первом этапе, когда обнаруживаются продукты горения, срабатывает пожарный дымовой извещатель. Затем направляется тревожный сигнал в диспетчерскую на пульт установки.

Прибор приёма-контроля и управления даёт команду закрыть огнезадерживающие клапаны в местах пересечения заграждения. Затем включаются вентиляторы притока воздуха и удаления дыма. Системой подпора воздуха чистый воздух нагнетается в пути эвакуации.

Организацией делается ставка именно на работу системы противодымной защиты, поскольку такая система может как ограничить, так и целиком предотвратить задымление на путях следования при эвакуации, обеспечить условия для дыхания и лучшую видимость, что значительно уменьшит количество смертей и тяжёлых поражений как следствия отравления продуктами горения. Также эти системы понижают температуру в помещении с очагом пожара и уменьшают отрицательное тепловое воздействие на конструкции (в том числе на стальные), тем самым предотвращая разрушение конструкций и случаи проникновения огня в помещения рядом.

На каждом этаже здания на видных местах размещены планы эвакуации при пожаре. У дежурного хранится сводный план эвакуации, второй комплект, который выдаётся по требованию руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации. План представляет собой документ с указанием эвакуационных путей и выходов, установлением правил поведения людей, порядка и последовательности действий персонала в здании. В соответствии с законодательством Российской Федерации, план разработан и вывешен на видных местах на объекте. В дополнение разработаны инструкции для сотрудников по обеспечению эвакуации при возгорании. Один раз в шесть месяцев проводятся практические занятия.

Основные источники зажигания на объекте – это:

- нарушение правил обращения с огнём,
- нарушение правил пожарной безопасности,

- нарушение технических условий работы с горючими веществами,
- несоблюдение режима курения,
- неисправное оборудование,
- поджог [2].

Основные элементы опасности для людей при пожаре – это:

- отравление угарным газом и продуктами горения;
- воздействие высокой температуры;
- обрушение конструкций.

Для здания существует несколько сценариев развития пожара. Если он распространится по полимерам и изделиям из дерева, то высокая температура и сильный процент задымления будут созданы в кратчайшие сроки. Дым распространится по коридорам, проникнет в воздуховоды и распространится выше. Самое главное – не допустить задымления эвакуационных путей.

Можно сделать вывод, что во всех кабинетах и прочих помещениях здания есть пожарная нагрузка, источники зажигания, окислитель (кислород), что не исключает возможности возникновения и быстрого распространения пожара, как следствие – реализация угроз гражданской безопасности. В связи с этим заключаем, что система пожарной безопасности на предприятии действительно требует корректировки, усовершенствования за счёт возможности использования новых технологий и предупреждения рисков, связанных с человеческим фактором, незнанием правил недопущения возгорания и правил поведения в экстренной ситуации, когда помощь требуется не только самому человеку, но и окружающим. Для обеспечения выполнения всех правил безопасности необходимо обеспечить своевременное ознакомление сотрудников с нормативными требованиями, действующими в настоящий момент, под подпись и предусмотреть проведение тренировочных эвакуационных мероприятий.

1.2 Анализ нормативных требований по обеспечению объекта установками автоматического пожаротушения

Результативный анализ правовой базы обеспечения пожарной безопасности предполагает составление системы правил для конкретного объекта, в нашем случае это Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области.

В процессе анализа рассмотрены положения следующих нормативных правовых актов Российской Федерации:

– Федеральный закон № 123-ФЗ от 22 июля 2008 года «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [23];

– Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 года № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [12];

– Постановление Правительства РФ от 1 сентября 2021 года № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [14];

– СП 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования [13].

Системы противопожарной защиты нужны, чтобы защитить человека и материальные объекты от опасного влияния или хотя бы ограничить последствия пожара.

Для защиты людей в здании должны использоваться следующие меры:

- снижение динамики роста опасных факторов,
- эвакуация сотрудников в безопасное место,

- эвакуация имущества и материалов в безопасную зону, что особенно актуально для веществ, вступающих в реакцию при пожаре,
- тушение пожара.

К системе защиты на предприятии традиционно предъявляются требования устойчивости и надёжности. Состав системы утверждается нормативной документацией.

Конкретные меры безопасности, рекомендуемые для применения в том числе на рассматриваемом предприятии, представлены ниже в виде списка:

- использовать планировочные решения, которые ограничат распространение пожара (выполнимо в перспективе);
- устраивать эвакуационные пути, соответствующие требованиям безопасности (уже исполнено);
- устраивать специальные управляющие системы (для этого предлагается проектирование автоматической пожарной установки);
- использовать средства индивидуальной и коллективной защиты (имеются на предприятии в достаточном количестве и актуальном состоянии);
- использовать огнезащитные составы и стройматериалы (выполнимо в перспективе);
- устроить аварийный слив жидкостей и горючих газов из аппаратуры (рекомендовано к исполнению);
- использовать первичные средства пожаротушения (применимо, пока нет автоматической установки) [22].

В этом же законе встречаем конкретное требование к АУПТ: «обеспечено обнаружение пожара автоматически за время, которое необходимо для включения систем оповещения».

Далее рассмотрим в части касающейся требования к обеспечению объектов защиты первичными средствами пожаротушения (Постановление Правительства РФ № 1479) [12].

Требования к порошковым огнетушителям по зарядам различаются по классам пожаров:

- А – порошок АВСЕ,
- В, С, Е – порошки АВСЕ, ВСЕ,
- D – порошок D.

Огнетушитель может быть выбран как передвижной, так и переносной, в зависимости от размера очага пожара. Если пожары комбинированные, то для них выбираются более универсальные варианты огнетушителей. Когда огнетушитель направляется на перезарядку, его заменяет заряженный огнетушитель с минимальным рангом тушения модельного очага.

Когда на рассматриваемом нами объекте появится автоматическая установка пожаротушения, можно будет говорить уже о несколько иных правилах – обеспечении помещения огнетушителями на 50 % расчётного количества. У каждого устройства на корпусе должны быть указаны номер, дата зарядки, а на пусковом механизме должна быть пломба.

Зимой огнетушители на водной основе хранятся согласно инструкции изготовителей. Важно также обеспечить, чтобы огнетушители в проходах и коридорах не мешали эвакуации. Их нужно размещать на видном месте в непосредственной близости от выхода на высоте не более полутора метров до верха корпуса или на специальных подставках.

Важно также обратить внимание на факт наличия и уровень развития систем коллективной защиты людей, тем более что каких-то особенных мер для их активации не требуется. Главная задача таких систем – обеспечение защищённости людей во время развития и тушения пожара либо времени, которое нужно для эвакуации. Безопасность достигается следующим образом:

- удобные планировочные и конструктивные решения безопасных зон,
- использование технических средств защиты на путях эвакуации,
- незадымляемые лестничные клетки,
- применение средств противодымной защиты.

Все эти меры можно принять на рассматриваемом нами предприятии, так как в здании обычно находятся не только сотрудники, но и посетители.

В Постановлении Правительства № 1464 перечислены требования к АУПТ зданий, а также к системам пожарной сигнализации и управления эвакуацией [12]. Рассмотрим некоторые из них для дальнейшего формирования рекомендаций ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области».

Автоматические установки пожаротушения оцениваются согласно следующим критериям:

- оснащение зданий системами пожаротушения и автоматическими установками,
- оснащение сооружений системами пожаротушения и автоматическими установками,
- оснащение помещений системами пожаротушения и автоматическими установками,
- оснащение оборудования автоматическими установками,

Ряд помещений не оснащается АУПТ:

- с мокрыми процессами (санузел, мойка, охлаждаемая камера);
- вентиляционные камеры (кроме вытяжных, которые обслуживают помещения категорий А, Б по уровню взрывопожарной опасности), инженерные помещения без горючих материалов;
- лестничные клетки [25].

Для распределительных пунктов напряжением от 6 до 10 киловольт без постоянного присутствия человека допускается отсутствие АУПТ.

Также следует отметить: если площадь помещений, требующих наличия АУПТ, составляет 40 и более процентов общей площади этажей, необходимо предусмотреть оборудование всего здания автоматическими установками пожаротушения.

Поскольку архив базы практики представляет собой помещение складского назначения, расположенное в подвальном этаже, можно прийти к выводу о необходимости установки в ней автоматической установки пожаротушения, как указано в требованиях п. 4.1 приложения № 3 Постановления Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464 [14].

В том же правовом акте встречаем следующую характеристику пожарных оповещателей: «Звуковые пожарные оповещатели системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать уровень звукового сигнала не менее чем на 15 акустических децибел выше допустимого уровня звука постоянного (фонового) шума в защищаемом помещении [12].

При этом общий уровень звука в защищаемом помещении (уровень звука постоянного шума в помещении совместно с уровнем звука сигналов, производимых всеми звуковыми пожарными оповещателями) должен быть не менее 75 акустических децибел на расстоянии 3 метров от оповещателя, но не более 120 акустических децибел в любой точке защищаемого помещения. Измерение уровня звука должно производиться шумомером на расстоянии 1,5 метра от уровня пола» [1].

Также отметим, что в защищаемых помещениях с уровнем фонового шума более 95 децибел звуковые оповещения нужно комбинировать со световыми, в том числе с мигающими. Что касается требований к системе управления эвакуацией, она должна приводиться в действие командным импульсом, который формируется АУПТ. Допускаются следующие меры и мероприятия:

- применение в такой системе местного и дистанционного включения, если установка АУПТ не является обязательной;
- использование полуавтоматического управления при пожарах от третьего до пятого типов включительно;
- местное и дистанционное включение в отдельных зонах для оповещения.

Далее обратимся к СП 486.1311500.2020 для формирования полного списка требований к пожарной безопасности здания [21]. Документ указывает, что определение необходимости защиты объекта АУПТ требует, прежде всего, определение необходимости защиты всего здания и его помещений, оборудования.

Здание, имеющее надземную и подземную части, как в нашем случае, можно считать двумя отдельными зданиями. Нормативные показатели площади – это площадь части сооружения или здания, выделенная противопожарными преградами в качестве ограждающих конструкций. Если таковых нет, считается площадь, которая выделена наружными ограждениями здания.

Изначально тип АУПТ определяет проектная организация, которая должна в совершенстве владеть правовой базой обеспечения пожарной безопасности объектов. Она учитывает технологические, конструктивные, объёмно-планировочные особенности объектов согласно требованиям СП 485.1511500 и СП 486.1311500 [16].

Категорию зданий по пожарной опасности определяют согласно нормативным документам. Они же определяют защиту наружных установок с обращением пожароопасных и взрывоопасных материалов.

На основе вышеперечисленных нормативных документов охарактеризуем требования, которые будут предъявлены к АУПТ в здании прохождения практики.

Автоматическая установка срабатывает без вмешательства человека при превышении значений контролируемых факторов пожара в защищаемой зоне. Учитываются пороговые значения. Особенность установки состоит в том, что она выполняет функции пожарной сигнализации, которая также срабатывает автоматически. Ручная активация также возможна, только если это не спринклерная установка.

АУПТ необходима для решения следующих задач:

- «предупредительная» ликвидация пожара (до создания критического положения),
- ликвидация до наступления пределов огнестойкости конструкций здания,
- ликвидация до причинения максимального ущерба имуществу, нуждающемуся в защите [1].

Автоматические установки пожаротушения бывают разнообразными – от водяных до аэрозольных. Первые используют воду без добавок и с добавками – и внутри, и вне зданий. Газовые и пенные установки подходят, чтобы потушить горючее в резервуарах, легковоспламеняющиеся жидкости посредством выпуска газового огнетушащего состава.

Порошковые установки нужны для локализации и дальнейшей ликвидации пожара класса от А до С, а также электрического оборудования. Наконец, аэрозольные автоматические установки пожаротушения не обеспечивают прекращения горения полностью, их не применяют для тушения самовозгорающихся материалов, склонных к тлению, для тушения химических смесей, полимеров, склонных к тлению даже без доступа воздуха, а также для тушения гидридов и порошков металлов.

Если у организации присутствуют сомнения в необходимости АУПТ, имеет смысл обратиться к специалистам, которые дадут исчерпывающее объяснение каждого правового акта, оценят ситуацию и предложат самые подходящие варианты, в том числе по наполнению и размещению автоматических установок пожаротушения.

Таким образом, в заключение первого раздела можно сделать вывод о необходимости установки в архиве базы практики автоматической установки пожаротушения, что повлечёт за собой ряд дополнительных работ и затрат, но сделает базу практики более защищённой от человеческого фактора и иных факторов пожароопасности, о чём свидетельствует СП 485.1311500.2020 и требования п. 4.1 таблицы 3 СП 486.1311500.2020.

2 Анализ существующей автоматической установки пожаротушения на объекте

В ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области» отсутствует автоматическая установка пожаротушения. В связи с этим представляется целесообразным описание установки, которая подошла бы для эксплуатации в здании именно с такими техническими и физическими характеристиками.

Прежде всего, определим круг требований к защищаемым помещениям. Первое – параметр негерметичности не выше норматива. Нужно принять меры по ликвидации проёмов, которые не обоснованы технологически, а также установить доводчики дверей и уплотнить проходки кабелей. Один проём должен быть постоянно открыт в целях сброса давления. Для систем вентиляции предусматриваются закрывающиеся автоматически при пожаре клапаны или заслонки [10].

Согласно требованиям п. 4.1 таблицы 3 СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования» помещения категории В1 по пожарной опасности при размещении в подвальных и цокольных этажах защищаются АУПТ [21].

Защищаемое помещение базы практики – архив, поскольку в нём хранится большое количество документов, а бумага имеет высокий риск возгорания. Также помещение находится в подвальном этаже, и это делает фактор риска более вероятным в его воплощении, согласно положениям Постановления Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464 [14].

Порошковая АУПТ представляется наиболее целесообразной в применении, поскольку она исключает возможность повторного возгорания. Также такой вид обойдётся дешевле остальных.

Проектирование установок производится при учёте возможности выполнить все требования безопасности в отношении монтажа, наладки, приёмки и последующей эксплуатации.

Устройства ручного пуска каждой установки нужно защитить от случайной активации или повреждения чем-либо, их нужно опломбировать.

Заземление, зануление приборов выполняется по техническим требованиям, которые в общем случае прилагаются к оборудованию.

Далее приведём основные положения методики расчёта АУПТ.

Для проектирования используются следующие данные:

- перечень помещений, подлежащих защите (в случае рассматриваемого здания это архив);
- количество помещений, подлежащих одновременной защите;
- геометрические параметры помещения (3,0 м составляет высота этажа до чистых полов);
- расположение инженерных коммуникаций и перекрытий;
- наличие и площадь проёмов, открытых постоянно;
- предельно допустимое давление;
- пути эвакуации;
- количество людей.

Рассмотрим подробнее возможности пуска.

1. Автоматический: по факту получения сигнала о пожаре от прибора управления, когда срабатывает минимум два извещателя в двух шлейфах помещения.

2. Ручной дистанционный. Ведётся от извещателя с восстанавливаемой вставкой. Такие извещатели обычно располагаются у входа в помещения.

Электропитание установки предусматривается от двух источников снабжения электроэнергией, независимых друг от друга. Второй источник – аккумуляторная батарея, которая обеспечивает работоспособность установки минимум сутки в дежурном режиме и минимум час при пожаре.

Теперь перейдём к вопросам функционирования стандартных установок пожаротушения, чтобы собрать базу для дальнейшего проектирования.

Если в помещении нет людей, то установку эксплуатируют в автоматическом режиме, а в иных случаях – в режиме дистанционного ручного пуска.

В режиме электроуправления установкой обеспечиваются следующие функции: автоматический пуск, восстановление и отключение режима, питание от встроенного аккумулятора, контроль целостности цепи пуска, контроль табло сигнализации, отключение сигнализации со звуком, командный импульс при пожаре [8].

Когда в помещении возникает возгорание и срабатывает извещатель, на прибор управления поступает сигнал «Внимание». Срабатывание второго или двух сразу извещателей приводит к подаче сигнала «Пожар». Включается модулированная сирена, выдаётся сигнал на включение оповещения.

Спустя 30 секунд прибором управления формируется командный импульс на вскрытие. Обеспечивается выход газа из баллона к насадкам. Далее срабатывает сигнализатор давления, включается табло «ПОРОШОК НЕ ВХОДИ!», формируется релейный сигнал.

Второй вариант – это вариант ручного дистанционного пуска. Это делает обслуживающий персонал. Когда открывается дверь в защищаемое помещение, установка переходит к пуску в ручном режиме. Закрытие двери не меняет режим.

Чтобы восстановить автоматический вариант, обслуживающему персоналу нужно покинуть помещение и закрыть дверь специальным переключателем.

Следует также уделить внимание соблюдению техники безопасности при эксплуатации АУПТ.

Важнее всего – недопущение ошибок при ремонте и техническом обслуживании, то есть комплексе работ, обеспечивающем контроль технического состояния указанной установки и устранение неисправностей. Регламентные работы в этой сфере ведутся согласно годовому плану-графику. Пока установки отключены «на ремонт», руководителю требуется принимать дополнительные меры защиты от пожара [6].

Все технические документы в отношении автоматических установок пожаротушения пересматриваются минимум один раз в три года и обязательно при изменении существующих условий эксплуатации АУПТ [17].

Таким образом, по итогам второго раздела можно сделать вывод, что теоретическая база для проекта автоматической установки пожаротушения подтверждает целесообразность такого решения. Соблюдение действующего законодательства и сотрудничество с компетентными работниками в этой сфере позволят учреждению усовершенствовать существующую систему пожарной безопасности.

3 Проектирование установки автоматического пожаротушения

В подвальном этаже здания (объекта практики) имеется помещение, которое используется как складское (архив). В нём осуществляется хранение на металлических стеллажах архивных документов, в деревянных ящиках и картонных коробках хранятся вещественные доказательства. Пожарная нагрузка представлена в виде бумаги, картона, древесины.

Архив выгорожен противопожарными перегородками от других помещений. Он характеризуется следующими цифрами:

- площадь – 228,6 м²,
- высота до низа перекрытия – 3,0 м.

В соответствии с п. 12 Постановления Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» следует обеспечить категорирование по взрывопожарной и пожарной опасности и определить класс зоны по главам 5 и 8 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [12].

По результатам расчётов, проведённых в процессе исследования, в соответствии с требованиями СП 12.13130.2009 «Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» складское помещение относится к категории В1 по взрывопожарной и пожарной опасности (Приложение А).

Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установлены требования к автоматическим установкам пожаротушения. Данные установки должны монтироваться в соответствии с проектной документацией, в установленном порядке разработанной и утвержденной.

Автоматические установки пожаротушения должны быть обеспечены:

- расчетным количеством огнетушащего вещества, которое достаточно для ликвидации пожара в защищаемом здании, помещении или сооружении;

- устройством, необходимым для контроля работоспособности установки;
- устройством, необходимым для оповещения людей о пожаре, дежурного персонала и (или) подразделения пожарной охраны о месте его возникновения;
- устройством, необходимым для задержки подачи газовых и порошковых огнетушащих веществ на время, которое необходимо для эвакуации людей из помещения, в котором произошел пожар;
- устройством для ручного пуска установки пожаротушения, за исключением установок пожаротушения, оборудованных оросителями (распылителями), оснащенными замками, срабатывающими от воздействия опасных факторов пожара [24].

Для оборудования архива системой пожаротушения применим установку порошкового пожаротушения.

Основными преимуществами системы порошкового пожаротушения является ее доступность в финансовом плане, легкость монтажа и автономность, Данные преимущества сказывается на эффективности их использования.

Автоматические установки порошкового пожаротушения применяются для ликвидации пожаров классов А, что применимо для помещения складского назначения, расположенного в подвале.

Запрещается применение установок порошкового пожаротушения в следующих помещениях:

- в помещениях, которые не могут быть покинуты людьми до начала подачи огнетушащих порошков;
- в помещениях с пребыванием более 50 человек [21].

Складское помещение (архив) рассматриваемого предприятия является помещением без постоянного пребывания людей.

Автоматические установки порошкового пожаротушения обладают рядом преимуществ, а именно:

- невысокая стоимость;
- простота конструкции, что упрощает ее монтаж;
- способность долго сохранять химический и структурный составы;
- универсальность;
- различный температурный диапазон (от -50 до 50 °С);
- не требуют герметизации помещения (преимущество по сравнению с аэрозольным и газовым пожаротушением).

Автоматические установки пожаротушения, согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности, должны обеспечивать:

- автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, приборы управления установками пожаротушения, технические средства управления системой противодымной защиты, инженерным и технологическим оборудованием;

- автоматическое информирование дежурного персонала о возникновении неисправности линий связи между отдельными техническими средствами, входящими в состав установок [24].

Помещение архива учреждения оборудуется системой автоматического порошкового пожаротушения (АУПТ), системой оповещения и управления эвакуацией при пожаре.

Для устройства автоматического пожаротушения используются:

- прибор приемно-контрольный и управления пожарный адресный R3-Рубеж-2ОП R3-Link (напряжение питания 10,2 – 28,8 В, потребление собственного тока 0,5 А, длина интерфейса не более 10 км, вес не более 1 кг),
- пульт дистанционного управления системы пожаротушения R3-Рубеж-ПДУ-ПТ R3-Link (характеристики аналогичные),
- адресные модули управления пожаротушением МПТ-1-R3 (напряжение 10,5 – 28,5 В, ток потребления 0,18 А, ток по каждому выходу не более 2 А, степень защиты оболочки IP30),

– извещатели пожарные дымовые оптико-электронные адресно-аналоговые ИП 212-164-R3 сер. 3, реагирующие на появление дыма (питание от АЛС, ток потребления не более 0,3 А, степень жёсткости к помехам – 3, масса – не более 110 г),

– устройства дистанционного пуска адресные со встроенным изолятором короткого замыкания УДП 513-11-R3 (питание от АЛС, ток потребления не более 0,22 А, сработка при усилии нажатия на кнопку – не менее 25 Н, степень защиты оболочки IP31),

– изоляторы шлейфа ИЗ-1Б-R3 (L1.42) (питание от АЛС, ток потребления не более 0,7 А, степень защиты оболочки IP40, масса до 100 г),

– модули порошкового пожаротушения потолочного крепления Буран-8У (высота установки до 6 м, вместимость корпуса 7,8 л; масса огнетушащего порошка 7 кг),

– оповещатели охранно-пожарные комбинированные (светозвуковые) адресные ОПОП 124-R3 (питание от АЛС, ток потребления не более 4,3 мА, уровень звукового давления не менее 85 дБ, степень защиты оболочки IP41),

– оповещатели световые адресные «Порошок! Уходи!»,

– оповещатели световые адресные «Порошок! Не входи!»,

– оповещатели световые адресные «Автоматика отключена».

Модуль порошкового пожаротушения потолочного крепления Буран-8У используется в автоматических установках порошкового пожаротушения, которые монтируются в производственных, складских, бытовых и других помещениях. Модуль не содержит озоноразрушающих веществ и относится к классу стационарных огнетушителей.

Модуль порошкового пожаротушения потолочного крепления Буран-8У объемом 8 литров, универсальный, потолочного крепления для применения на высотах от 2,5 метров до 6,5 метров.

Общий вид модуля и его размеры представлены на рисунке 2.

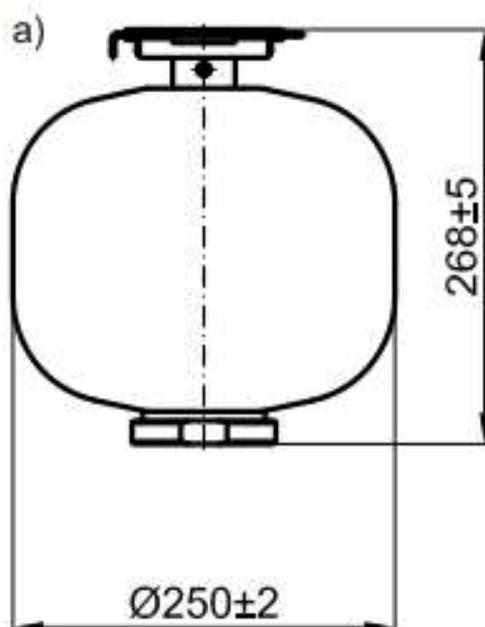


Рисунок 2 – Общий вид и габаритные размеры модуля порошкового пожаротушения потолочного крепления Буран-8У

Установки модульного типа могут применяться для тушения пожара на защищаемой площади, локального тушения на части площади или объема, тушения всего защищаемого объема. [21].

Количество модулей для защиты объема помещения рассчитывается по формуле [21]:

$$N = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{н}}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (1)$$

где N – количество модулей, необходимое для защиты помещения, шт.;

$V_{\text{п}}$ – объем защищаемого помещения, м^3 ;

$V_{\text{н}}$ – объем, защищаемый одним модулем выбранного типа, определяется по технической документации на модуль, м^3 ;

k_1 – коэффициент неравномерности распыления порошка (определяется по документации на модуль);

k_2 – коэффициент запаса, учитывающий эффективность пожаротушения при наличии затенений возможных очагов загорания. Коэффициент k_2 определяет изготовитель модулей по результатам огневых

испытаний в условиях затенений возможных очагов загорания и указывает в стандарте организации. При отсутствии результатов огневых испытаний, подтверждающих эффективность применения модулей в условиях затенений, следует разместить дополнительные модули (насадки) непосредственно в затененной зоне или в положении, устраняющем затенение; при выполнении этого условия k_2 принимается равным 1;

k_3 – коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнению с бензином АИ-92 (второго класса).

k_4 – коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения, определяется как

$$k_4 = 1 + 10f, \quad (2)$$

где $f = F_{\text{нег}} / F_{\text{пом}}$ – отношение суммарной площади постоянно открытых проемов (проемов, щелей) $F_{\text{нег}}$ к общей поверхности помещения $F_{\text{пом}}$.

Рассчитаем нужное количество модулей для защиты объема помещения по формуле 1:

$$N = \frac{685,8}{60} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 11,43$$

По результатам проведенного расчета получаем, что для складского помещения (архива) необходимо 12 модулей порошкового пожаротушения потолочного крепления Буран-8У.

На рисунке 3 указана расстановка модулей порошкового пожаротушения Буран-8У.

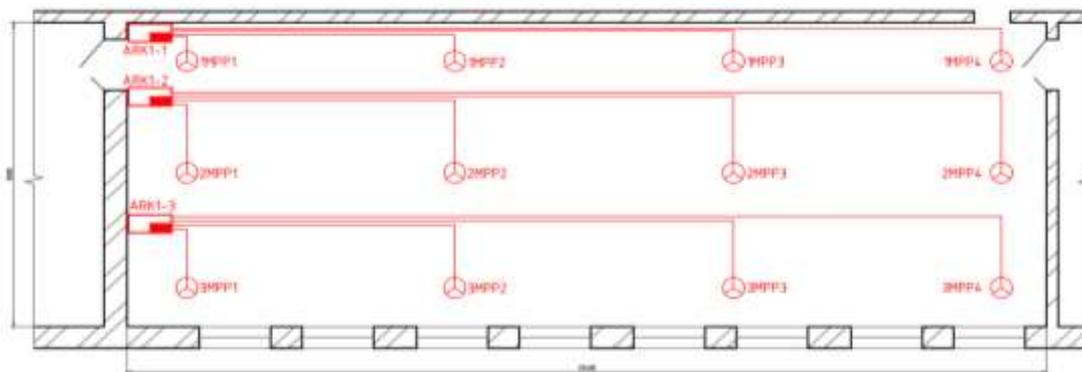


Рисунок 3 – Расстановка модулей порошкового пожаротушения в помещении архива

Система пожарной сигнализации спроектирована с учетом требований по отказу системы в результате единичной неисправности линий связи. Для этого используются кольцевая топология подключения пожарных извещателей к прибору приёма и контроля с использованием блоков разветвительно-изолирующих, которые устанавливаются на границах ЗКСП, а также кольцевая топология линии интерфейса R3-Link верхнего уровня.

Размещение и монтаж автоматических пожарных извещателей в контролируемых помещениях выполняется в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по монтажу и эксплуатации используемых извещателей, а также в соответствии с требованиями пунктов 6.6.5, 6.6.16 СП484.1311500.2020 [20].

Ручные пожарные извещатели предусмотрено разместить на путях эвакуации в соответствии с п. 6.6.27 СП484.1311500.2020 [20].

Извещатели устанавливаются в помещениях согласно действующим правилам их расстановки. Присваивание извещателям той или иной зоны контроля пожарной сигнализации выполняется при конфигурировании системы.

Звуковые оповещатели располагаются так, чтобы верх был не менее чем на 2,3 м расстояния от пола и на 15 см от потолка.

Для светового оповещения управления эвакуацией используются оповещатели охранно-пожарный световой адресный ОПОП 124-R3. Питание сирен осуществляется по адресной линии связи.

Табло «ОПОП 1-R3» с надписью «Выход» включаются в адресную линию связи ППКУ «R3-Рубеж-2ОП». Питание табло осуществляется по адресной линии связи. ППКУ «R3-Рубеж-2ОП» обеспечит контроль исправности цепей оповещения на обрыв и короткое замыкание.

Табло «Выход» находятся в постоянно включенном состоянии, в режиме «Пожар» переходят в режим прерывистого свечения.

Световые оповещатели (табло) «Выход» нужно установить на высоте не менее 2,0 м от уровня пола.

Система АПС построена на базе приборов ТД «Рубеж», под управлением прибора приемно-контрольного Рубеж-20П с выводом индикации по каждому помещению на блок контроля и управления.

Согласно ПУЭ, автоматические системы охранной и пожарной сигнализации в части обеспечения электропитанием отнесены к электроприемникам 1-й категории.

Электропитание системы пожарной сигнализации осуществляется от электрической сети здания, выделена отдельная группа от существующего эл. щита. Электропитание блока бесперебойного питания «ИВЭПР 24/2,5 RS-R3 2x17 БР», «БР 24 2x40» осуществляется от сети 220В. Для обеспечения работы при пропадании основного источника питания в течение 24 часов в дежурном режиме и не менее 1 часа в режиме «Тревога» используются 2 аккумуляторные батареи 17А/ч и 2 аккумуляторные батареи 40А/ч.

Электропитание блока бесперебойного питания «ИВЭПР 12/2 RS-R3 2x7 БР» осуществляется от сети 220В. Для обеспечения работы при пропадании основного источника питания в течение 24 часов в дежурном режиме и не менее 1 часа в режиме «Тревога» используются 2 аккумуляторные батареи 7А/ч.

Для обеспечения безопасности эксплуатации систем до начала работы металлические корпуса приборов и бесперебойных источников питания заземляются (зануляются) присоединением к шине заземления (зануления). При этом контактное сопротивление шины заземления не превышает 0,6 Ом.

Выбор кабельных изделий, применяемых в проекте, произведён с учётом требований закона № 123-ФЗ ст. 82, п. 2, СП6.13130.2021 гл.6, ГОСТ31565-2012.

Применяемые кабели соответствуют требованиям нормативных документов, Технического регламента о пожарной безопасности, в том числе установленным в ГОСТ 31565-2012 (п.5.3, ПРГП 1) по нераспространению горения при групповой прокладке (категория А), а также в ГОСТ31565-2012 (п.5.8, ПО1) по огнестойкости (время, в течение которого кабель сохраняет работоспособность в условиях воздействия пламени, – 180минут), имеют соответствующие сертификаты пожарной безопасности.

Кабельную сеть выполнить огнестойким кабелем (огнестойкость 180 минут) типа КПСЭнг(А)-FRLS 1x2x0,5, КПСЭнг(А)-FRLS 1x2x0,5, ВВГнг(А)-FRLS 3x1,5.

Кабели проложить по стенам и потолкам с использованием изделий и материалов, входящих в состав огнестойких кабельных линий «Луис+».

Монтаж и наладка системы выполняются с учётом инструкций заводов-изготовителей, руководящих документов, а также существующих положений по технике безопасности.

Монтаж системы пожарной сигнализации и пожаротушения рекомендуется проводить в такой последовательности: подготовительные работы, протяжка и прокладка кабелей и проводов, установка пульта и извещателей.

К подготовительным работам относятся: проверка комплектности, целостности и работоспособности пульта и извещателей, подготовка материалов и рабочих мест. Состояние кабелей и проводов перед прокладкой

должно быть проверено наружным осмотром. Кроме осмотра, должна быть проверена целостность изоляции жил.

Пусконаладочные работы осуществляются в четыре этапа:

- разработка программы пусконаладочных работ;
- проверка монтажа с подачей напряжения по временной схеме;
- индивидуальные испытания оборудования, настройка параметров, программирование;
- комплексное опробование системы, сдача в эксплуатацию.

Воплощение в жизнь предложенного мероприятия по монтажу автоматической установки порошкового пожаротушения обеспечит повышение уровня пожарной безопасности предприятия и позволит в случае возникновения пожара в большинстве случаев осуществить:

- обнаружение загорания на ранней стадии и осуществить своевременную эвакуацию людей в безопасную зону до наступления опасных факторов пожара;
- возможность своевременно организовать тушение и сообщить в подразделение пожарной охраны о пожаре на его начальной стадии;
- предотвратить распространение пожара за пределы здания и значительно снизить возможный материальный ущерб.

Таким образом, по итогам раздела 3 можно сделать вывод о необходимости использования автоматической установки порошкового пожаротушения для защиты архива базы практики от пожара и его распространения в случае кризисной ситуации. В работе представлены технические характеристики и принципы работы необходимого оборудования.

4 Охрана труда

Отметим основные элементы охраны труда, связанные с эксплуатацией автоматических остановок пожаротушения.

К обслуживанию АУПТ могут быть допущены лица, которые прошли соответствующий инструктаж по технике безопасности [3]. Отметка о прохождении инструктажа проставляется в специальном журнале. На наш взгляд, в дальнейшем было бы целесообразно перевести бумажную отчётность даже такого рода в электронный вид, чтобы у каждого работника был цифровой паспорт ознакомления с различными инструктажами и прочими документами.

Монтаж, демонтаж АУПТ возможны исключительно при отсутствии давления в ремонтируемых узлах, инструменты должны быть исправны.

Пневматические и гидравлические испытания производятся только в соответствии с установленными законом правилами.

Монтажные работы и ремонты электросетей и устройств, присоединение и отсоединение проводов, работы аналогичного характера вблизи указанных устройств производятся при снятом напряжении.

Монтёры, которые обслуживают электроустановки, должны быть обеспечены средствами защиты, прошедшими нужные лабораторные испытания.

Любая электромонтажная работа, обслуживание установок, методы и периодичность испытаний средств защиты выполняются при условии соблюдения правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок с различным напряжением.

Ответственность за охрану труда и безопасность работы при монтаже обычно возлагается на бригадира, который должен обеспечивать выполнение требований «Инструкции по организации о мерах пожарной безопасности при проведении строительно-монтажных и ремонтных работ» [25].

Также рассмотрим важные вопросы технического обслуживания АУПТ. Основное назначение состоит в выполнении мероприятий по поддержанию систем тушения пожаров в состоянии готовности к использованию, предупреждению неисправности, выхода из строя элементов и приборов раньше времени.

В структуру техобслуживания и ремонта систем входят:

- текущее обслуживание,
- текущий плановый ремонт,
- капитальный плановый ремонт,
- внеплановый ремонт;
- иные виды ремонта [21].

Текущее обслуживание включает в себя наблюдение за работой АУПТ, устранение дефектов, настройку, регулировку, апробацию, проверку.

Текущий ремонт включает в себя частичную разборку, замену либо ремонт кабельных сооружений и проводов. Осуществляются замеры и испытания, обнаруженные дефекты устраняются.

Капитальный ремонт, помимо текущих работ, предполагает замену изношенных частей автоматической установки пожаротушения, совершенствование возможностей эксплуатации оборудования.

Ремонт вне плана выполняется в таком же объеме, что и текущий либо капитальный ремонт, и осуществляется после аварии, пожара, для предотвращения аварии или пожара. Самое важное – осуществлять ремонт своевременно.

Проведение работ по техническому обслуживанию требует соблюдения инструкций и Приказа Минтруда России от 29 октября 2021 года № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда».

Составим реестр для рабочих мест испытательной пожарной лаборатории Липецкой области.

Риски представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1 – Риски на рабочем месте лаборанта

Рабочее место	Опасность	ID	Опасное событие
Рабочее место лаборанта	Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны

Таблица 2 – Риски на рабочем месте эксперта

Рабочее место	Опасность	ID	Опасное событие
Рабочее место эксперта	Патогенные микроорганизмы	1.2	Заболевание работника, связанное с воздействием патогенных микроорганизмов
	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны

Таблица 3 – Риски на рабочем месте эксперта в наземной части здания

Рабочее место	Опасность	ID	Опасное событие
Рабочее места эксперта в наземной части здания	Патогенные микроорганизмы	1.2	Заболевание работника, связанное с воздействием патогенных микроорганизмов
	Обрушение наземных конструкций	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания

Таблица 4 – Риски на рабочем месте специалиста в наземной части здания

Рабочее место	Опасность	ID	Опасное событие
Рабочее место специалиста в наземной части здания	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны

Таблица 5 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Рабочее место лаборанта	Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Продолжение таблицы 5

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Рабочее место экспорта	Патогенные микроорганизмы	Заболевание работника, связанное с воздействием патогенных микроорганизмов	Маловероятно	2	Катастрофическая	5	10	Средний
	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
Рабочее место специалиста	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

В таблице 6 представлен справочный материал для оценки вероятности наступления рассмотренных рисков с подробными характеристиками и коэффициентами.

Таблица 6 – Оценка вероятности

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

Таблица 7 – Оценка степени тяжести последствий

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

Таблица 7 представляет данные справочного характера для оценки тяжести последствий. По нему определим значения U для объекта.

Оценка риска представляет собой произведение двух указанных коэффициентов. Если полученное значение входит в диапазон от 1 до 8, риск считается низким, от 9 до 17 – средним, от 18 до 25 – высоким [18].

Итак, по разделу 4 можно сделать следующие выводы.

Поскольку в нашем случае были зафиксированы только профессиональные риски среднего и низкого уровня, имеет смысл предусмотреть в числе мероприятий по охране труда решение вопросов с «точками» уязвимости, например, целостностью средств индивидуальной защиты (проверка средств индивидуальной защиты) на состояние работоспособности и комплектности), правилами хранения горючих веществ, соблюдением правил эксплуатации наземных и подземных конструкций, использованием средств индивидуальной защиты.

Также следует, на наш взгляд, повышать профессиональный уровень специалистов по охране труда, например, посредством обучения, повышения квалификации, прохождения тестов, обеспечения участия специалистов в форумах и конференциях по профилю.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

По результатам обзора систем противопожарной защиты организаций мы отметили, что для их защиты целесообразнее применять порошковые установки, особенно когда факторы риска имеют среднюю вероятность реализации. Их достоинства – минимум ущерба при влиянии на защищаемый материал, оперативное использование, длительная эксплуатация в автоматическом режиме [12].

В конце девяностых на первый план вышли вопросы охраны окружающей среды и сохранения озонового слоя, в связи с чем в мире было прекращено производство хладонов 13B1, 114B2, 12B1. Стали появляться хладоны нового поколения, инертные газы и составы из них. Производство многих таких газов в России уже функционирует, однако системы водяного пожаротушения остаются самыми экологичными, хотя и самыми ресурсозатратными тоже.

Целесообразно оценить с учётом этой информации степень сохранения окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в рассматриваемом учреждении.

Прежде всего, необходимо определить, какова антропогенная нагрузка предприятия, его технологических процессов на окружающую природную среду. Для этого анализируется воздействие на воздух (выбросы), водные объекты (сбросы), а также объём отходов в зависимости от вида. В частности, необходимо обратить внимание, что даже в случае отсутствия крупных очистных сооружений любое учреждение имеет канализацию, а также вентиляцию. Обе эти системы являются источниками веществ, загрязняющих окружающую природную среду.

Результаты оценки антропогенной нагрузки испытательной лаборатории Липецкой области на окружающую природную среду представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов)	Отходы (перечислить виды отходов)
ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области»	Кабинеты специалистов, экспертов	Отсутствует	Отсутствует	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный Картриджи печатающих устройств с содержанием тонера менее 7% Отработанные Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства
	Лаборатория	Выбросы через вентиляцию	Отсутствует	Отработанные реактивы Емкости для хранения Бытовые отходы
Количество в год		40 м ³	30 м ³	50 м ³

На следующем этапе мы проанализировали используемые на объекте технологии и оценили их соответствие наилучшим доступным, то есть самым

современным, инновационным и позволяющим заботиться об окружающей среде. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1.	Лаборатория	Утилизация и обезвреживание отходов	Да, при этом технология вторична
2.	Лаборатория	Соблюдение общих принципов эко-контроля	Да, при этом технология вторична
3.	Кабинеты специалистов	Повышение энергоэффективности при осуществлении хозяйственной и иной деятельности	Да, при этом технология вторична

Из таблицы можно сделать вывод, что в плане обеспечения экологической безопасности предприятие идёт в ногу со временем, но ничего принципиально нового в своей работе не использует.

Таким образом, результаты производственного контроля в сфере охраны атмосферного воздуха показали, что стационарные источники выбросов в организации представлены собственно лабораторией, из которой вещества поступают во внешнюю среду через вентиляцию (таблица 9).

Поскольку учреждение представляет собой лабораторию, требуется технологический контроль эффективности работы канализации на всех этапах очистки сточных вод.

Таблица 10 – 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, мг/м ³	Фактический выброс, мг/м ³	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
Номер	Наименование	Номер	Наименование							
1	Лаборатория	1	Вентиляция	Сероводород	0,008 мг/м ³	0,004 мг/м ³	0,5 (отсутствует)	11.09.2023	0	-

Таблица 11 – 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
Локальное очистное сооружение	2007	Механическая очистка, Поток ПНУ-БМ (2)-180 Биологическая очистка, установка биологической очистки	0,2; 60	0,2; 60	0,2; 60	Взвешенные вещества	12.09.2023	37,5	37,5	38,5	100	97

Таблица 12 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов за 2022 год

Наименование видов отходов	Код по ФК КО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предприятий и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
			Хранение	Накопление					Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	4711 0101 521	1	0,4	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0,2	0

Продолжение таблицы 12

Наименование видов отходов	Код по ФК КО	Классификация отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предприятий и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
			Хранение	Накопление					Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Мусор от офисных помещений организаций несортированный	73310001724	5	1	0	0,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0,3	0

Продолжение таблицы 12

Наименование видов отходов	Код по ФК КО	Классификация отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предприятий и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
			Хранение	Накопление					Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Картриджи и печатающих устройств с содержанием тонера менее 7%	48120302524	4	0,2	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0

Продолжение таблицы 12

Наименование видов отходов	Код по ФК КО	Классификация отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предприятий и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
			Хранение	Накопление					Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	40512202605	5	2	0	0,4	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,8	0	0	0	0,8	0

Продолжение таблицы 12

Наименование видов отходов	Код по ФК КО	Классификация отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предприятий и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
			Хранение	Накопление					Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее – ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Отходы химических реактивов в смеси с преимущественным содержанием хлоридов и сульфатов металлов	94149121403	3	0,2	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0

Итак, для работы над этим разделом, прежде всего, необходимо было определить, какова антропогенная нагрузка предприятия, его технологических процессов на окружающую природную среду.

Для этого анализировалось воздействие на воздух (выбросы), водные объекты (сбросы), а также объём отходов в зависимости от вида.

В частности, необходимо обратить внимание, что даже в случае отсутствия крупных очистных сооружений любое учреждение имеет канализацию, а также вентиляцию.

Обе эти системы являются источниками веществ, загрязняющих окружающую природную среду.

Результаты оценки антропогенной нагрузки испытательной лаборатории Липецкой области на окружающую природную среду были представлены в таблицах.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Проведённое нами исследование позволяет не только оценить эффективность мероприятий испытательной лаборатории, но и предложить улучшения процессов по нескольким направлениям. Для решения задачи делаются следующие шаги.

1. Разработка системы мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Автор руководствовался Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [12].

2. Составление сметы затрат на систему пожарной безопасности. Она формируется в соответствии с планом мероприятий и включает расходы на приобретение материалов, оборудования, комплектующих, расходы по доставке и монтажу, по оплате труда.

3. Оценка эффективности противопожарных мероприятий. Осуществляется посредством сопоставления притока и оттока средств на реализацию принятых и утверждённых планом решений. Приток – это получение средств благодаря предотвращению последствий материальных потерь. Отток – затраты на реализацию 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. Выбор наиболее эффективного решения осуществляется исходя из условия, что $I \Rightarrow \max$ » [7].

В таблице 13 представлен план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности испытательной пожарной лаборатории Липецкой области» на 2024 год.

Таблица 13 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области» (2024)

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Источник финансирования мероприятия
Рабочие места специалистов	Обучение работников в области пожарной безопасности	Приобретение знаний в области пожарной безопасности	03.2024	Бюджетные средства
Рабочие места специалистов	Проведение практических занятий (учебных тренировок) по эвакуации работников в случае возникновения пожара	Овладение приемами и способами действий при возникновении пожара, выработка умений и навыков по спасению жизни, здоровья и имущества при пожаре	05.2024 10.2024	-
Архив	Техническое обслуживание, (проверки, осмотры, ремонт, испытания и перезарядка) огнетушителей	Снижение уровня пожароопасности	В течение 2024 года	Бюджетные средства
Рабочие места специалистов	Изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	Приобретение знаний в области пожарной	06.2024	Бюджетные средства
Архив	Ввод в эксплуатацию АУПТ	Снижение уровня пожароопасности	11.2024	Бюджетные средства

В таблице 14 представлена смета затрат на финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности учреждения.

Таблица 14 – Смета затрат

Наименование статьи затрат	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Техобслуживание, (периодические проверки, осмотры, ремонт, испытания и перезарядка) огнетушителей	шт.	8	200	1600
Ввод в эксплуатацию автоматической установки пожаротушения	шт.	1	100000	100000

В таблице 15 представлены данные для вывода эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Таблица 15 – Данные для расчёта эффективности выбранных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Значение показателя
Площадь объекта	м ²	F	3 252
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	руб/м ²	C_T	60000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C_K	125000
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	J	$5 \cdot 10^{-6}$
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м ²	$F_{\text{пож}}$	4
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м ²	$F^*_{\text{пож}}$	32
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения	м ²	$F''_{\text{пож}}$	3252

Продолжение таблицы 15

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Значение показателя	
Вероятность тушения пожара первичными средствами	–	p_1	0,79	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	–	p_2	0,5	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	–	p_3	0,86	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	–	–	0,52	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	–	к	0,9	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	$v_{л}$	1,5	
Время свободного горения	мин	$B_{свг}$	15	
Стоимость автоматических устройств тушения пожара	руб.	К	0	1000000
Норма текущего ремонта	%	$H_{т.р}$	0	0,2
Норма амортизационных отчислений	%	H_a	0	10
Численность работников обслуживающего персонала	чел.	Ч	0	1
Зарботная плата 1 работника	руб./мес.	ЗПЛ	0	25000
Суммарный годовой расход огнетушащего вещества	т	W	0	60
Оптовая цена огнетушащего вещества	руб./т	Ц	0	1000
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	–	$k_{тзср}$	0	0,6
Норма дисконта		НД	0	0,1
Период реализации мероприятия	лет	T	0	10

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

$$\begin{aligned}
 M(\Pi)1 &= M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) = \\
 &= 5857,50 + 161132,75 + 633349,39 = 800339,64,
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 = \\ &= 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3252 \cdot 60000 \cdot 4 \cdot (1 + 0,9) \cdot 0,79 = 5857,50, \end{aligned} \quad (4)$$

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

F – площадь объекта, м^2 ;

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

$F_{\text{пож}}$ – S 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:

$$\begin{aligned} M(\Pi_2) &= J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 = \\ &= 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3252 \cdot (60000 \cdot 1590 + 125000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,9) \times \\ &\quad \times (1 - 0,79) \cdot 0,05 = 161132,75, \end{aligned} \quad (5)$$

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./ м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами, м^2 .

Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \cdot (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{свг}})^2 = 3,14 \cdot (1,5 \cdot 15)^2 = 1590, \quad (6)$$

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

$B_{\text{свг}}$ – время свободного горения, мин.;

$$\pi = 3,14.$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$\begin{aligned} M(\Pi_3) &= J \cdot F \cdot (C_{\text{т}} \cdot F''_{\text{пож}} + C_{\text{к}}) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] = \\ &= 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3252 \cdot (60000 \cdot 3252 + 125000) \cdot (1 + 0,9) \times \\ &\quad \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,5] = 633349,39, \end{aligned} \quad (7)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – S пожара при отказе всех средств пожаротушения, м².

Рассчитаем годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения $M(\Pi)_2$:

$$\begin{aligned} M(\Pi)_2 &= M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) = \\ &= 5857,50 + 10712,56 + 22558,58 + 88668,91 = 127797,55, \end{aligned} \quad (8)$$

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 установками автоматического пожаротушения, руб.;

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

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

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3252 \times 60000 \cdot 32 \cdot (1 + 0,9) \cdot (1 - 0,79) \cdot 0,86 = 10712,56, \quad (9)$$

где $F_{\text{пож}}^*$ – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м²;

p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

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

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 = \\ = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3252 \cdot (60000 \cdot 1590 + 125000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,9) \cdot \\ \cdot [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,86] \cdot 0,5 = 22558,58 \quad (10)$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - \\ [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3252 \cdot (60000 \cdot 3252 + 125000) \cdot \\ (1 + 0,9) \cdot \{1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,86 - [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \cdot 0,86] \times \\ \times 0,5\} = 88668,91 \quad (11)$$

Эксплуатационные расходы P на реализацию мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

$$P = A + C = 100000 + 338000 = 438000, \quad (12)$$

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

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

Текущие затраты:

$$C_2 = C_{т.р} + C_{с.о.п} + C_{о.в} = 2000 + 300000 + 3600 = 338000, \quad (13)$$

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

$C_{с.о.п}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$C_{о.в}$ – затраты на огнетушащее вещество.

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{т.р} = \frac{K_2 \cdot N_{т.р}}{100 \%} = \frac{1000000 \cdot 0,2}{100 \%} = 2000, \quad (14)$$

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

$N_{т.р}$ – норма текущего ремонта, %.

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{с.о.п} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ = 12 \cdot 1 \cdot 25000 = 300000, \quad (15)$$

где $Ч$ – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

$ЗПЛ$ – заработная плата 1 работника, руб./мес.

Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{о.в} = W \cdot Ц \cdot k_{т.з.с.р} = 60 \cdot 1000 \cdot 0,6 = 36000, \quad (16)$$

где W – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

$Ц$ – оптовая цена единицы огнетушащего вещества, руб./т;

$K_{т.з.с.р}$ – коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов.

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100 \%} = \frac{1000000 \cdot 10\%}{100 \%} = 100000, \quad (17)$$

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

H_a – норма амортизации, %.

Рассчитаем чистый дисконтированный поток доходов по каждому году реализации мероприятия и занесем данные в таблицу 11 «Денежные потоки»:

$$\begin{aligned} I_t &= ([M(\Pi)1 - M(\Pi)2] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1 + \text{НД})^t} - (K_2 - K_1) = \\ &= ([800339,64 - 127797,55 - [438000]) \cdot \frac{1}{(1 + 0,1)^1} - (1000000) = \\ &= -786566,70, \end{aligned} \quad (18)$$

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.

Таблица 16 – Денежные потоки

Год осуществления проекта Т	М(П1)- М(П2)	P_2-P_1	$1/(1+НД)^t$	$[M(П1)-M(П2)-(P_2-P_1)] * 1/(1+НД)^t$	K_2-K_1	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	672542,09	438000	0,91	213433,30	1000000	-786566,70
2	672542,09	438000	0,83	194669,93		194669,93
3	672542,09	438000	0,75	175906,57		175906,57
4	672542,09	438000	0,68	159488,62		159488,62
5	672542,09	438000	0,62	145416,10		145416,10
6	672542,09	438000	0,56	131343,57		131343,57
7	672542,09	438000	0,51	119616,47		119616,47
8	672542,09	438000	0,46	107889,36		107889,36
9	672542,09	438000	0,42	98507,68		98507,68
10	672542,09	438000	0,38	89125,99		89125,99
Итого						435397,59

Интегральный экономический эффект определим путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта из таблицы 16 «Денежные потоки»:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t, \quad (19)$$

где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

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

Интегральный экономический эффект равен 435397,59.

Таким образом, капиталовложения на пожарную безопасность в первый год повлекли за собой убыток чистого дисконтированного потока доходов. В последующие годы полученная прибыль покрыла убытки.

Заключение

Цель выпускной квалификационной работы состояла в том, чтобы на основе анализа нормативной, теоретической базы и практических условий работы спроектировать автоматическую установку пожаротушения для предприятия (ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Липецкой области»).

Была дана характеристика объекта. Площадь – 3 252 квадратных метра, имеется подвальный этаж. Высота этажа в отметках чистых полов составляет 3,0 м. С каждого этажа здания предусмотрено два эвакуационных выхода. Сообщение этажей предусмотрено по общей лестничной клетке. Со второго и третьего этажа имеется выход на металлическую наружную открытую лестницу, предназначенную для эвакуации людей из здания при пожаре. Класс функциональной пожарной опасности – Ф4.3. Степень огнестойкости – II. Класс конструктивной пожарной опасности – С0. Класс пожарной опасности строительных конструкций – К1.

Представим выводы по каждому разделу выпускной квалификационной работы.

По первому разделу: анализ правовой базы обеспечения пожарной безопасности позволил сформулировать требования к автоматической установке пожаротушения и необходимости установки в архиве базы практики, представляющей собой помещение складского назначения, расположенное в подвальном этаже, автоматической установки пожаротушения, как указано в требованиях п. 4.1 приложения № 3 Постановления Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464, п. 4.1 таблицы 3 СП 486.1311500.2020.

По второму разделу: теоретическая база для проекта автоматической установки пожаротушения подтверждает целесообразность такого решения. Соблюдение действующего законодательства и сотрудничество с

компетентными работниками в этой сфере позволят учреждению усовершенствовать существующую систему пожарной безопасности.

По третьему разделу: поскольку на объекте отсутствовала пожарная установка, автором предложен жизнеспособный проект установки соответствующего оборудования для защиты архива учреждения от пожара. Проект соответствует всем нормативам и техническим требованиям к автоматическим установкам пожаротушения и местам, где их можно устанавливать. В разделе представлены технические характеристики и принципы работы необходимого оборудования. Таким образом, по итогам раздела 3 можно сделать вывод о необходимости использования автоматической установки порошкового пожаротушения для защиты архива базы практики от пожара и его распространения в случае кризисной ситуации. По четвертому разделу: так как в нашем случае в процессе оценки охраны труда были зафиксированы только профессиональные риски среднего и низкого уровня, имеет смысл предусмотреть в числе мероприятий по охране труда решение вопросов с «точками» уязвимости, например, целостностью средств индивидуальной защиты (проверка средств индивидуальной защиты на состояние работоспособности и комплектности), правилами хранения горючих веществ, соблюдением правил эксплуатации наземных и подземных конструкций, использованием средств индивидуальной защиты. По пятому разделу: поскольку учреждение представляет собой лабораторию, требуется технологический контроль эффективности работы канализации на всех этапах очистки сточных вод.

По шестому разделу: эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности оценена высоко по совокупности методов анализа показателей. По результатам расчетов определено, что капиталовложения на пожарную безопасность в первый год повлекли за собой убыток чистого дисконтированного потока доходов. В последующие годы полученная прибыль покрыла убытки.

Подтверждена теоретическая и практическая значимость работы.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Адамсон С. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие. М. : Прогресс, 2020. 365 с.
2. Бауэрман Л. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие. М. : Прогресс, 2021. 314 с.
3. Гарднер И. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие. М. : Прогресс, 2021. 208 с.
4. ИТС 17-2021. «Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Размещение отходов производства и потребления» [Электронный ресурс]. – URL: https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1669&etkstructure_id=1872/ (дата обращения: 04.09.2023).
5. ИТС 46-2019. «Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/554239254/> (дата обращения: 05.09.2023).
6. О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 31.05.2001 № 73-ФЗ. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102071320/> (дата обращения: 11.09.2023).
7. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/7351/> (дата обращения: 12.09.2023).
8. О создании судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы : утв. приказом МЧС РФ № 745 от 14.10.2005 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/57506724/> (дата обращения: 10.09.2023).

9. Об утверждении Инструкции по организации и производству судебных экспертиз в судебно-экспертных учреждениях и экспертных подразделениях федеральной противопожарной службы : утв. приказом МЧС РФ № 640 от 19.08.2005 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/57506724/> (дата обращения: 10.09.2023).

10. Об утверждении методических рекомендаций по заполнению формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, в том числе в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью : утв. приказом Минприроды РФ № 522 от 16.10.2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407021416/> (дата обращения: 14.09.2023).

11. Об утверждении Положения о Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации и Порядка проведения сертификации продукции в области пожарной безопасности Российской Федерации : утв. приказом МЧС РФ № 312 от 18.06.2003 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901865675> (дата обращения: 10.09.2023).

12. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации : утв. Постановлением Правительства РФ № 1479 от 16.09.2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/74680206/> (дата обращения: 16.09.2023).

13. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» : утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 2 от 28.01.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 17.09.2023).

14. Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре : утв. постановлением Правительства РФ № 1464 от 01.09.2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/402704985/> (дата обращения: 17.09.2023).

15. Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля : утв. приказом Минприроды РФ № 109 от 18.02.2022 [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_410263/ (дата обращения: 20.09.2023).

16. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля : утв. приказом Минприроды РФ № 261 от 14.06.2018 [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_306002/ (дата обращения: 21.09.2023).

17. Официальный сайт МЧС Липецкой области [Электронный ресурс]. URL: <https://48.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 14.09.2023).

18. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://gks.ru/> (дата обращения: 16.09.2023).

19. РД ССПБ-2. Требования к испытательным лабораториям и порядок их аккредитации [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902066385> (дата обращения: 17.09.2023).

20. СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты [Электронный ресурс]. URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376143/44169ea7251f1f68999e4fd406ed3dceef4412ec/ (дата обращения: 16.09.2023).

21. СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 16.09.2023).

22. СП 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 18.09.2023).

23. Тайлер М. Безопасность жизнедеятельности. М. : Прогресс, 2023. 390 с.

24. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644/> (дата обращения: 16.09.2023).

25. Типовая инструкция о мерах пожарной безопасности в испытательных лабораториях [Электронный ресурс]. URL: <https://fire-declaration.ru/instrukcii/instrukciya-o-merah-pozharnoy-bezopasnosti-dlya-ispitatelnoy-laboratorii.html> (дата обращения: 20.09.2023).

26. Фабер А. Безопасность жизнедеятельности. М. : Прогресс, 2018. 265 с.

27. Фрезе Т.Ю. Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности : практикум. Тольятти : ТГУ, 2020. 258 с.

Приложение А

Расчёт категории складских помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Объект: архивное помещение пожарно-технической лаборатории, расположенной по адресу: г. Липецк, ул. Московская, д. 16.

2023 год

Категории помещений и зданий используются для установления нормативных требований по обеспечению их взрывопожарной и пожарной безопасности в отношении планировки и застройки, этажности, площадей, размещения помещений, конструктивных решений, применения инженерного оборудования.

Категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода исходя из вида находящихся в аппаратах и помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

Методику определения категорий помещений и зданий производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещенных в них производств устанавливают требования свода правил пожарной безопасности СП 12.13130.2009.

Расчет категории помещений выполнен в соответствии с требованиями свода правил пожарной безопасности СП 12.13130.2009 «Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

Основанием для расчета явились данные, предоставленные начальником пожарно-технической лаборатории.

1. Основные принципы и положения по взрывопожарной и пожарной

опасности.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания — на категории А, Б, В, Г и Д.

Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов. Категории наружных установок определяются исходя из пожароопасных свойств находящихся в установках горючих веществ и материалов, их количества и особенностей технологических процессов.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния.

Допускается использование официально опубликованных справочных данных по пожароопасным свойствам веществ и материалов, показателей пожарной опасности для смесей по опасному компоненту.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей А.1.

Таблица А.1 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

Продолжение таблицы А.1

Б взрывопожаро- опасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.
В1-В4 пожароопасно сть	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А / Б.
Г умеренная пожароопасно сть	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д пониженная пожароопасно сть	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.
<p>Примечания: методы определения категорий помещений А и Б устанавливаются в соответствии с приложением А свода правил СП 12.13130.2009; отнесение помещения к категории В1, В2, В3 или В4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории В1-В4 регламентируется положениями в соответствии с приложением Б свода правил СП 12.13130.2009.</p>	

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в таблице 1, от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

При определении принадлежности помещений и зданий к той или иной категории, исходят из следующих основных допущений и принципов:

- признание вероятности возникновения пожара или взрыва в помещении и здании;
- количественной мерой взрывоопасных пылевоздушных смесей принимается давление взрыва, составляющее 5 кПа. Именно эта величина избыточного давления взрыва не представляет опасности для жизни обслуживающего персонала и является условной границей, разделяющей

взрывоопасные и пожароопасные категории. Превышение избыточного давления взрыва значения 5 кПа определяет условия перехода помещений и зданий в более опасную категорию, т.е. из «В» в «А» или «Б»;

– принцип ориентации на наиболее опасные свойства и количество обращающихся веществ и материалов и наиболее неблагоприятный возможный вариант аварии.

Определение категории помещений по пожарной опасности (В1-В4).

Его осуществляют путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее — пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице А.2.

Таблица А.2 – Удельная пожарная нагрузка и способы размещения для категорий В1-В4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж · м ⁻²	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401–2200	В соответствии с нижеописанными требованиями
В3	181–1400	В соответствии с нижеописанными требованиями
В4	1–180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м ² .

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) легковоспламеняющихся, горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка Q , МДж, определяется по формуле:

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

где G_i – количество i -того материала пожарной нагрузки, кг;

Q_{ni}^p – низшая теплота сгорания i -того материала пожарной нагрузки, МДж · кг⁻¹.

Удельная пожарная нагрузка g , МДж · м⁻², определяется из соотношения

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

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м² (но не менее 10 м²).

В помещениях категорий В1—В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в таблице А.2. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В таблице А.3 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$, кВт · м⁻², для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов.

Значения $l_{пр}$, приведенные в таблице А.3, рекомендуются при условии, если $H > 11$ м; если $H < 11$ м, то предельное расстояние определяется как

$$l = l_{пр} + (11 - H), \quad (\text{A.3})$$

где $l_{пр}$ – определяется из таблицы А.3;

H – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Таблица А.3 – Значения предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$.

$q_{кр}$, кВт · м ⁻²	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}$, м	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Значения $q_{кр}$ для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в таблице Б.3 свода правил СП 12.13130.2009.

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки Q , определенное по формуле (А.2), отвечает неравенству

$$Q \geq 0,64 g_{т} H^2,$$

(А.4)

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

Здесь $g_{т} = 2200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ при $1401 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2} \leq g \leq 2200 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$,
 $g_{т} = 1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ при $181 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2} \leq g \leq 1400 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ и
 $g_{т} = 181 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$ при $0 < g \leq 181 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$.

2. Краткая характеристика объекта

Объект расчёта представляет собой архивное помещение, расположенное в подвальном этаже административного здания по адресу: г. Липецк, ул. Московская, д. 16.

Складское помещение – архив.

3. Расчет категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Архив расположен в подвальном этаже административного здания, выгорожен противопожарными перегородками от других помещений, имеет следующие характеристики:

- площадь помещения – 228,6 м²,
- высота помещения до низа перекрытия – 3.0 м.

В помещении на металлических стеллажах хранятся архивные документы, в деревянных ящиках и картонных коробках хранятся вещдоки. Пожарная нагрузка представлена в виде бумаги, картона, древесины.

Так как в помещении отсутствуют горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, а также нет источников

появления горючей пыли, то данное помещение не будет относиться к категории А или Б.

В помещении архива хранится до 200 кг картона, до 2 000 кг бумаги, до 100 древесины.

Низшая теплота сгорания для картона составляет $16.5 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.
Пожарная нагрузка будет равна: $Q = 200 \cdot 16.5 = 3300 \text{ МДж}$.

Низшая теплота сгорания для бумаги составляет $17.6 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.
Пожарная нагрузка будет равна: $Q = 2000 \cdot 17.6 = 35200 \text{ МДж}$.

Низшая теплота сгорания для древесины составляет $13.8 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.
Пожарная нагрузка будет равна: $Q = 100 \cdot 13,8 = 1380 \text{ МДж}$.

Поскольку в помещении присутствуют различные горючие вещества и материалы, то пожарная нагрузка определяется, как

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i Q_i^p, \quad (\text{A.5})$$

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

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

Отсюда $Q = 3300 + 35200 + 1380 = 39880 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Площадь размещения пожарной нагрузки составляет $\approx 15 \text{ м}^2$.

Удельная пожарная нагрузка составит:

$$q = Q/S = 39880 / 15 = 2658,6 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Это значение соответствует категории В1.

Согласно представленным данным по горючей нагрузке в складских помещениях и проведенным расчетам установлено, что категория рассмотренного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности соответствует: категории В1 – «Архив».

4. Классификация пожароопасных зон

Классификация пожароопасных и взрывоопасных зон применяется для выбора электротехнического и другого оборудования по степени их защиты, обеспечивающей их пожаровзрывобезопасную эксплуатацию в указанной зоне.

Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

1) П-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия;

2) П-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;

3) П-IIa – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр;

4) П-III – зоны, расположенные вне зданий, сооружений, строений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества.

Выводы.

Согласно представленным данным по горючей нагрузке в складских и помещениях и проведенными расчетами, установлено, что классификация пожароопасных и взрывоопасных зон (по Техническому регламенту) соответствует: П-IIa – «Архив».