

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 пожаротушения в зданиях массового пребывания людей

Обучающийся

П.В. Суханов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н. 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)

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Проектирование установки пожаротушения в зданиях массового пребывания людей».

В разделе «Оперативно-тактическая характеристика здания» рассматривалась оперативно-тактическая характеристика здания; пожарно-технические характеристики здания(й), имеющиеся системы противопожарной защиты.

В разделе «Анализ существующей на объекте системы пожаротушения» выполнен анализ существующей на объекте системы пожаротушения.

В разделе «Проектирование установки пожаротушения в здании с массовым пребыванием людей» произведено проектирование установки пожаротушения в здании с массовым пребыванием людей с расчетом необходимого количества оросителей (модулей) АУПТ и обоснованием конструктивных характеристик установки и ее элементов.

В разделе «Организация процесса эвакуации на объекте» представлено количество и места вероятного размещения людей, рассмотрен порядок эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара.

В разделе «Охрана труда» представлено описание действующей системы управления охраной труда на объекте и разработана процедура приведения уровней естественного и/или искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» произведена идентификация экологических аспектов организации.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведено обоснование экономической целесообразности предложенного плана мероприятий.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 67 страниц, 9 рисунков, 18 таблиц.

## Содержание

Введение.....	5
Термины и определения .....	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Оперативно-тактическая характеристика здания .....	10
1.1 Расположение здания.....	10
1.2 Пожарно-технические характеристики здания .....	11
1.3 Характеристика коммунальных и инженерных систем объекта.....	13
1.4 Характеристика систем противопожарной защиты .....	14
1.5 Пожарная нагрузка.....	16
2 Анализ существующей на объекте системы пожаротушения.....	17
2.1 Возможные сценарии развития пожара .....	17
2.2 Описание существующей установки пожаротушения на объекте .....	21
3 Проектирование установки пожаротушения в здании с массовым пребыванием людей .....	24
3.1 Выбор и обоснование типа проектируемой установки пожаротушения .....	24
3.2 Выбор и обоснование вида огнетушащего вещества .....	24
3.3 Расчет необходимого количества оросителей (модулей) АУПТ .....	27
3.4 Выбор и обоснование конструктивных характеристик установки и ее элементов .....	33
4 Организация процесса эвакуации на объекте .....	40
4.1 Количество и места вероятного размещения людей .....	40
4.2 Эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара.....	41
5 Охрана труда.....	45
5.1 Действующая система управления охраной труда на объекте.....	45
5.2 Регламентированная процедура приведения уровней естественного и/или искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами .....	45

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	48
6.1 Выявление антропогенного воздействия объекта на окружающую среду .....	48
6.2 Разработка процедуры по обращению с коммунальными отходами ....	50
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	53
Заключение .....	61
Список используемых источников .....	64

## Введение

Большинство травм или смертей, которые происходят в результате пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей, происходят из-за дыма. Работающая пожарная сигнализация обеспечивает раннее предупреждение о пожаре, чтобы люди могли быстро эвакуироваться на улицу.

Существуют особые области, вызывающие озабоченность, когда речь заходит о пожарной безопасности в зданиях с массовым пребыванием людей.

Чтобы определить, есть ли в здании конструктивные особенности, которые влияют на показатели пожарной безопасности проводится оценка пожарной безопасности здания. Если показатели пожарной безопасности значительно снижаются из-за конструктивных особенностей здания, следует принять дополнительные меры пожарной безопасности или внести изменения в конструкцию здания, чтобы обеспечить надлежащий уровень показателей пожарной безопасности.

Используя оценку пожарной безопасности, можно выявить слабые стороны показателей пожарной безопасности и разработать возможную стратегию к проектированию систем обеспечения пожарной безопасности объекта.

Цель исследования – разработка проекта установки пожаротушения в зданиях массового пребывания людей.

Задачи работы:

- рассмотреть характеристику объекта защиты;
- дать оценку пожарно-техническим характеристикам здания(й), имеющиеся системы противопожарной защиты;
- провести анализ существующей на объекте системы пожаротушения;
- предложить современные инженерно-технические решения по системам пожаротушения в зданиях массового пребывания людей;
- рассчитать необходимое количество оросителей (модулей) АУПТ;

- обосновать конструктивные характеристики установки и ее элементов;
- представить количество и места вероятного размещения людей в помещениях объекта защиты;
- рассмотреть порядок эвакуации и действия персонала объекта при обнаружении пожара;
- описать действующую систему управления охраной труда на объекте;
- разработать процедуру приведения уровней естественного и/или искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами;
- проанализировать антропогенное воздействие объекта защиты на окружающую среду;
- разработать процедуру по обращению с коммунальными отходами объекта;
- произвести обоснование экономической целесообразности предложенного плана мероприятий по повышению эффективности системы пожарной безопасности объекта защиты.

## Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности [4].

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

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [19].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [19].

Правила пожарной безопасности – вид нормативного документа по пожарной безопасности, регламентирующего для группы однородных объектов защиты или видов деятельности требования пожарной безопасности, которые устанавливают правила (положения, описывающие действия, предназначенные для выполнения) поведения людей, порядок организации производства, выполнения работ (услуг) и содержания помещений, зданий (сооружений) и территории, обеспечивающие безопасность людей, предупреждение и тушение пожара [4].

Противопожарный режим – «комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации объекта (изделия), направленных на обеспечение его пожарной безопасности» [4].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [19].

Спасание людей при пожаре – «действия по эвакуации людей, которые не могут самостоятельно покинуть зону, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара» [1].

Эвакуационный выход – «выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону» [19].

Эвакуационный путь – «путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре» [19].

Эвакуация людей при пожаре – вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.



## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

БРИЗ – блок разветвительно-изолирующий.

ИПР – извещатель пожарный ручной.

КМО – класс негорючей краски.

КСК – контрольно-сигнальный клапан.

МПП – модуль порошкового пожаротушения.

ОБУВ – норматив максимального допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест.

ОПС – охранно-пожарная сигнализация.

ОФП – опасные факторы пожара.

ПДК<sub>мр</sub> – максимальные разовые предельно допустимые концентрации.

ПДК<sub>сс</sub> – средне суточная предельно допустимая концентрация.

ПИ – прибор индикации.

ППК – прибор приёмно-контрольный.

ПУ – пульт управления.

РУНН – распределительное устройство низкого напряжения.

ТОЦ – торгово-офисный центр.

УЗО – устройство защитного отключения.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ШПС – шкаф пожарной сигнализации.

# 1 Оперативно-тактическая характеристика здания

## 1.1 Расположение здания

Торгово-офисный центр ООО «СТД» расположен по адресу: г. Самара, ул. 5 просека, 105а

Торгово-офисный центр представляет собой отдельно стоящее трехэтажное здание с цокольным этажом на свободной от застройки территории, ограниченной по периметру гаражами частных лиц (рисунок 1).

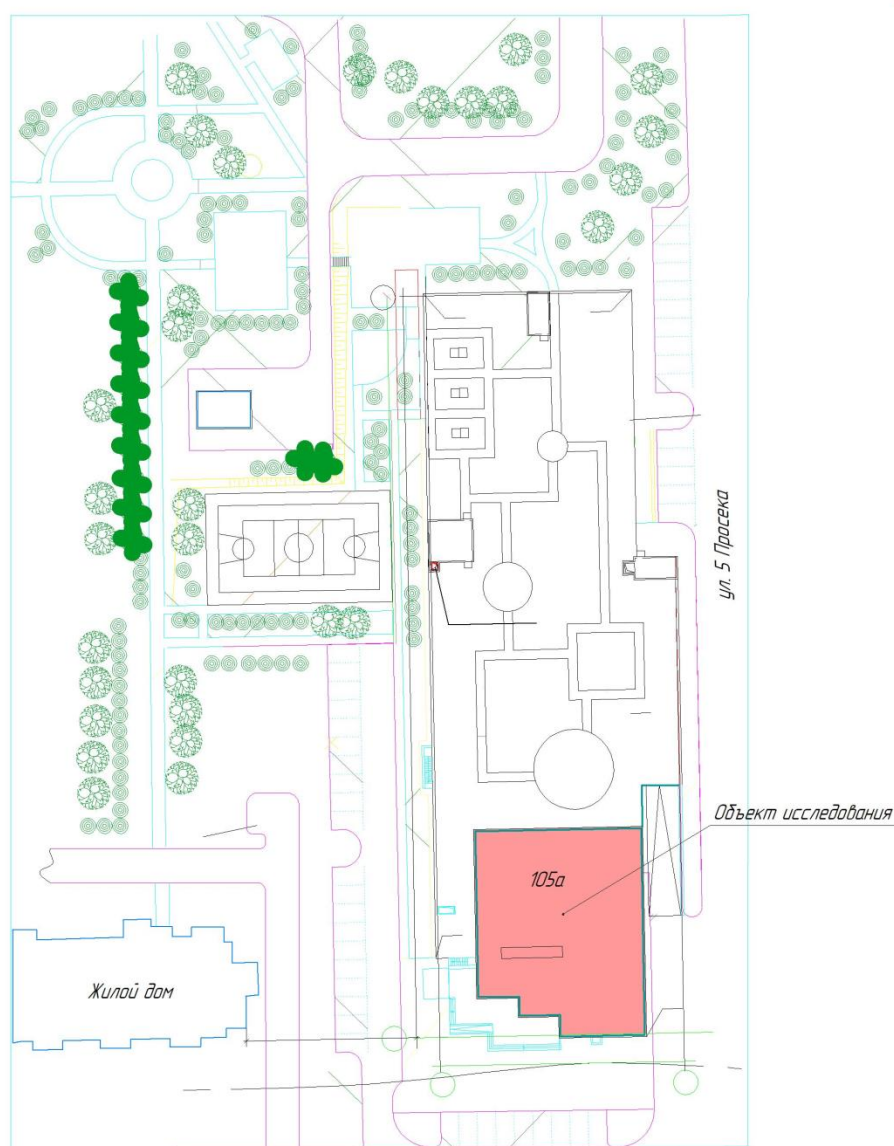


Рисунок 1 – Расположение объекта

Здание площадью 9000 м<sup>2</sup> предназначено для размещения на 1 и 2 этаже магазина со складскими площадями на втором и офисными на третьем этаже.

В цокольном этаже предусматривается автостоянка на 93 места для легковых машин посетителей и персонала центра.

На первом этаже вблизи центрального входа предусмотрено помещение круглосуточной охраны.

На третьем этаже также размещаются кабинеты для администрации центра, оборудованные рабочими местами с компьютерами.

Подвоз товаров и отгрузка отходов предусматривается автомобильным транспортом.

Товары поступают упакованные в тару и уложенные в ящики или контейнеры и далее пакетируются на поддоны для транспортировки на склады или на рабочие места в магазины.

Технологией предусматриваются следующие основные технологические операции в магазинах:

- получение товаров;
- оформление, комплектование и складирование;
- расфасовка;
- транспортировка на рабочие места;
- продажа и упаковка;
- сбор и отправка отходов.

## **1.2 Пожарно-технические характеристики здания**

Для обеспечения пожарной безопасности здания, предусмотрены противопожарные мероприятия, в соответствии действующими нормами и правилами:

- СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем

- противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [11];
- СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [12];
  - СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности» [13].

Здание прямоугольное, с размерами в плане 108×96 м.

Здание имеет II степень огнестойкости, класс функциональной пожарной опасности помещений

Класс функциональной пожарной опасности помещений:

- Ф 3.1 – 1 и 2 этаж: торговые помещения;
- Ф 4.3 – 3 этаж: офисные помещения;
- Ф 5.2. – -1 этаж: автостоянка.

В соответствии с таблицей 21 123-ФЗ, пределы огнестойкости строительных конструкций зданий II степени огнестойкости должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Пределы огнестойкости строительных конструкций зданий II степени огнестойкости

Степень огнестойкости и зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков	Предел огнестойкости строительных конструкций						
	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	Наружные не несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных покрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				настилы (в том числе с утеплителем)	фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	марши и площадки лестниц
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60

Наружные стены – панель. Внутренние стены и перегородки – кирпичные.

Перекрытия – железобетонные. Потолки – побелка (КМО), подвесные типа Кнауф (в бытовых помещениях, кабинетах, комнате приема пищи, санузлах).

Полы – керамическая плитка, виниловый линолеум с полиуретановым покрытием. Внутренняя отделка – виниловая краска, обои.

### **1.3 Характеристика коммунальных и инженерных системы объекта**

Электроснабжение объекта осуществляется от городских сетей. Питание ТЦ осуществляется от отдельно стоящей трансформаторной подстанции №144 (ТП-144) 6/0,4 кВ. Подключение потребителей центра к трансформаторной подстанции выполнено через расположенные в подвальном этаже электрощитовые №1 (0,4 кВ) и №2 (0,4 кВ), обеспеченные двумя независимыми вводами от ТП.

«Напряжение питающей сети 380/220В трехфазного переменного тока с системой заземления TN-S от распределительных устройств низкого напряжения (РУНН)» [17].

«Потребителями электроэнергии являются:

- электроосвещение;
- торговое оборудование магазинов арендаторов;
- системы кондиционирования, приточная и вытяжная вентиляция;
- воздушно-тепловые завес с подогревом воздуха» [17].

«Вентиляция в здании с естественным и механическим побуждением. Естественная осуществляется через каналы, размещаемые в толще стен, удаление воздуха от которых обеспечивается работой системы В2» [17].

Водопровод от городской сети. Канализация в городскую канализационную сеть.

## 1.4 Характеристика систем противопожарной защиты

Здание объекта защиты оборудовано автоматической пожарной сигнализацией.

«Автоматическая установка пожарной сигнализации в здании предназначена для обнаружения пожара и извещения о пожаре дежурного персонала, включения системы оповещения о пожаре» [14].

«В качестве центрального оборудования для построения АУПС, принято сертифицированное оборудование семейства адресных систем ОПС и противопожарной автоматики. Техническая реализация системы основана на использовании пульта контроля и управления» [17].

«Исходя из характеристик помещений, оборудуемых АУПС, вида пожарной нагрузки, а также с целью раннего обнаружения пожара, проектом предусмотрена защита помещений адресно-аналоговыми оптико-электронными пожарными дымовыми извещателями ДИП-34А-01-02» [17].

Для подачи сигнала о пожаре в случае его визуального обнаружения, предусматривается применение адресных пожарных ручных извещателей с встроенным БРИЗ ИПР 513-3АМ исп.01, установленных согласно СП 484.1311500.2020 в коридорах, холлах, вестибюлях, на лестничных площадках и у выходов из здания.

«Помимо в состав АУПС входят:

- адресно-аналоговые оптико-электронные пожарные дымовые извещатели ДИП-34А-01-02;
- адресно-аналоговые максимально дифференциальные пожарные тепловые извещатели С2000-ИП-02-02
- адресные пожарные ручные извещатели с встроенным БРИЗ ИПР 513-3АМ исп.01;
- адресные элементы дистанционного управления с встроенным БРИЗ ЭДУ 513-3АМ;
- адресные двухзонные расширители С2000-АР2;

- адресные сигнально-пусковые блоки С2000-СП2 исп.02;
- устройства коммутационные УК-ВК/02;
- линейные тепловые извещатели ИП104 Гранат (GTSW-138-WP);
- модули интерфейсные пожарные МИП-1» [17];
- блок индикации С2000-БИ SMD;
- шкаф пожарной сигнализации ШПС;
- аккумуляторные батареи DTM1217
- кабельные трассы.

Шлейфы пожарной сигнализации подключаются к блокам управления «Гранд Магистр ПУ БУ», установленных в помещении поста охраны.

Шлейф пожарной сигнализации, включающий в себя четыре извещателя пожарных ручных, подключены к прибору приёмно-контрольному (ППК) «Гранд Магистр-2», установленному в помещении охраны. Шлейф пожарной сигнализации поста охраны на отм. 000 подключен к ПКП «Гранд Магистр-2».

В соответствии с СП 3.1313.2009, предусмотрена система оповещения 2-ого типа для подземной автостоянки [14]. Система 2-ого типа включает в себя звуковые оповещатели и световые табло «Выход».

Защищаемые АУПТ помещения располагаются в помещениях подземной автостоянки, рассчитанной на 93 автомобиля – работающих на бензине и дизельном топливе. Помещения выступают над поверхностью земли на 0,6 м.

В здании расположено помещение для хранения автомобилей, помещение охранника с санузлом, электрощитовая, тепловой узел, венткамера: вытяжная, приточная и дымоудаления. Въезд осуществляется через закрытую рампу. Общая площадь защищаемых помещений автостоянки 1165,47м<sup>2</sup>; помещения охранника 10,8м<sup>2</sup>. Высота помещений 3,42м.

Внутренний противопожарный водопровод предусматривается в виде кольцевой сети, с присоединением к ним пожарных кранов. Расход воды на

внутреннее пожаротушение здания принят согласно СП 10.13130.2020 – 2 струи по 5 л/с [15]. Для снижения давления у открытых пожарных кранов, на объекте предусматриваются диафрагмы между пожарными клапанами и соединительными головками пожарных кранов. Необходимый минимальный напор перед пожарными кранами для получения компактной струи высотой 12 м при расходе 5.2 л/с принят согласно таблице 3 СП 10.13130.2020 и составляет 0.2 МПа [15].

### **1.5 Пожарная нагрузка**

Пожарная нагрузка здания ТОО с автостоянкой составляет:

- торговый зал с складской зоной – 100 кг/м<sup>2</sup>;
- офисные помещения – 30-40 кг/м<sup>2</sup>.

Основным горючими веществами могут явиться:

- торговая мебель;
- материальные ценности (товар);
- оргтехника.

Выводы по 1 разделу.

В разделе рассматривалась оперативно-тактическая характеристика здания с массовым пребыванием людей.

Здание имеет II степень огнестойкости, класс функциональной пожарной опасности помещений

Класс функциональной пожарной опасности помещений:

- Ф 3.1 – 1 и 2 этаж: торговые помещения;
- Ф 4.3 – 3 этаж: офисные помещения;
- Ф 5.2. – -1 этаж: автостоянка.

Здание объекта защиты оборудовано автоматической пожарной сигнализацией. Защищаемые АУПТ помещения располагаются в помещениях подземной автостоянки, рассчитанной на 93 автомобиля – работающих на бензине и дизельном топливе.



## 2 Анализ существующей на объекте системы пожаротушения

### 2.1 Возможные сценарии развития пожара

При помощи программы проведены расчёты ОФП при двух вариантах возникновения пожара. Для проведения расчетов использовались следующие два сценария развития пожара:

- задымление торговой части здания с подвального этажа по третий при возникновении пожара на подвальном этаже;
- задымление коридора 3-го этажа на отметке +13,50 м при пожаре в одном из помещений.

Результаты расчетов скорости опускания слоя дыма на этажах с подвального по третий при пожаре в подвальном этаже приведены на рисунке 2.

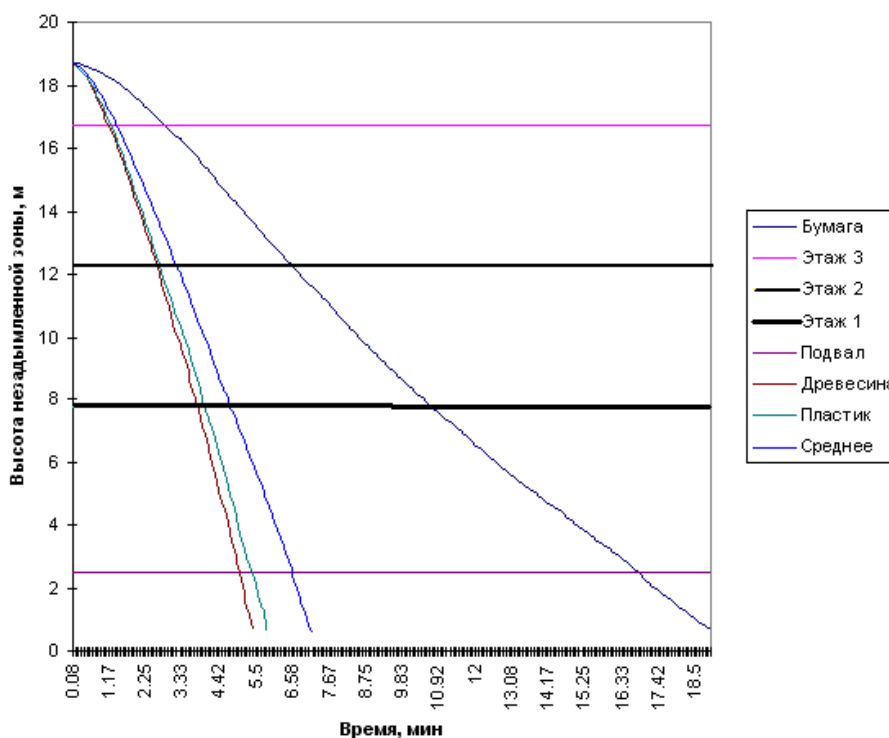


Рисунок 2 – Скорость опускания слоя дыма на этажах с подвального по третий при пожаре в подвальном этаже

Время опускания слоя дыма до уровня рабочей зоны третьего этажа составляет от 1,2 до 3,35 мин, среднее время 2,27 мин. Время опускания слоя дыма до уровня рабочей зоны второго этажа составляет от 3 до 7 мин, среднее время 5 мин. Время опускания слоя дыма до уровня рабочей зоны первого этажа составляет от 4 до 10 мин, среднее время 7 мин. Время опускания слоя дыма до уровня рабочей зоны подвального этажа составляет от 5 до 17 мин, среднее время 11 мин.

На рисунках 3, 4 и 5 приведены результаты расчетов изменения концентрации СО, оптической плотности дыма и температуры в помещении очага пожара и поэтажном коридоре при пожаре помещении надстройки на отметке +13,50 м.

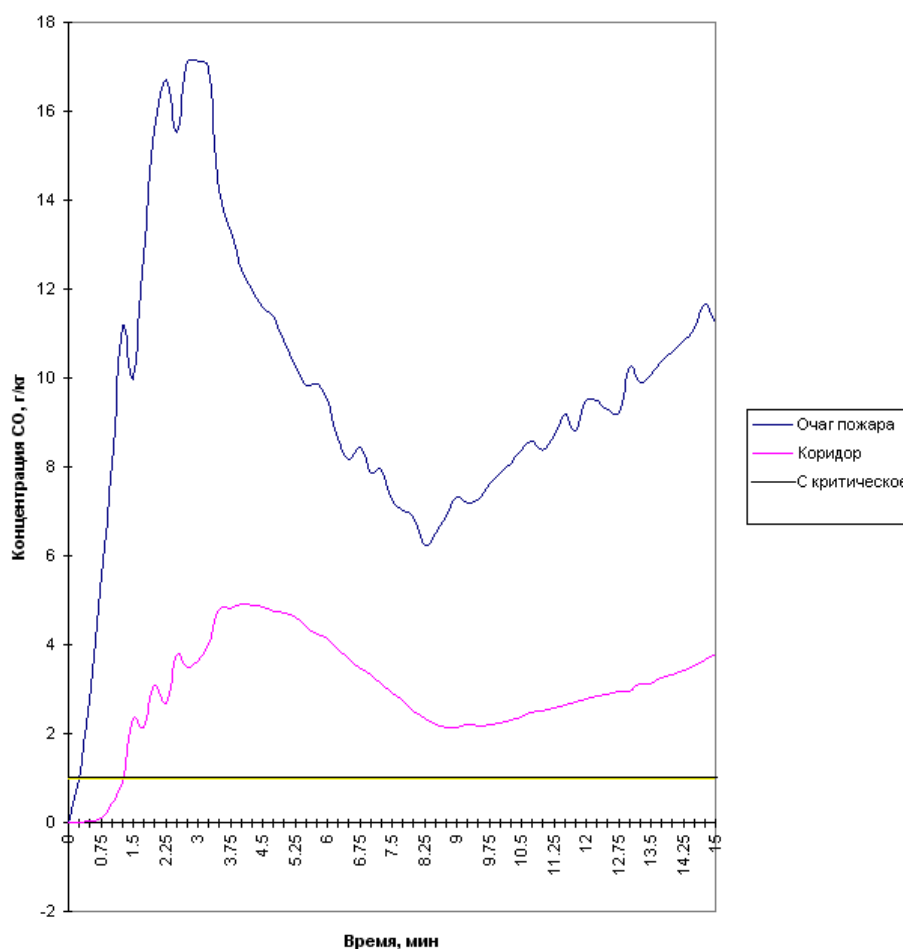


Рисунок 3 – Изменение концентрации СО при пожаре в помещении третьего этажа

На этажах с подвального по третий в здании торгового комплекса располагаются торговые помещения. Эти этажи соединяются проемами для эскалаторов и представляют собой единый объем. На третьем этаже располагаются помещения офисного назначения.

При пожаре в помещении надстройки критическое для человека значение концентрации оксида углерода в помещении очага пожара достигается через 0,25 мин от начала пожара, в поэтажном коридоре – через 1,5 минуты (рисунок 4).

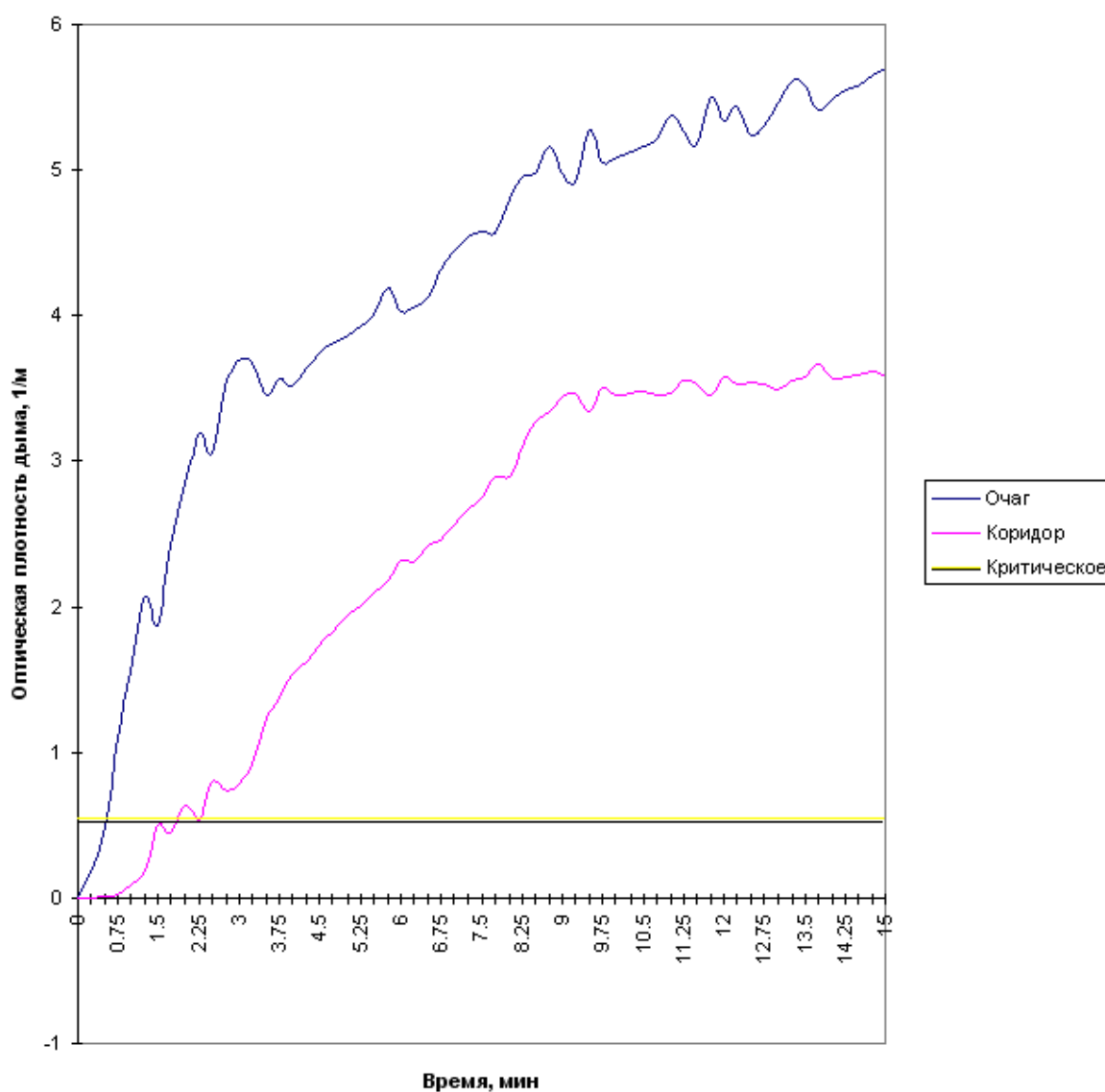


Рисунок 4 – Изменение оптической плотности дыма при пожаре в помещении надстройки

При пожаре в помещении надстройки значение оптической плотности дыма, соответствующее видимости в 10 м в помещении очага пожара достигается через 0,75 мин от начала пожара и в поэтажном коридоре через 25 минут (рисунок 5).

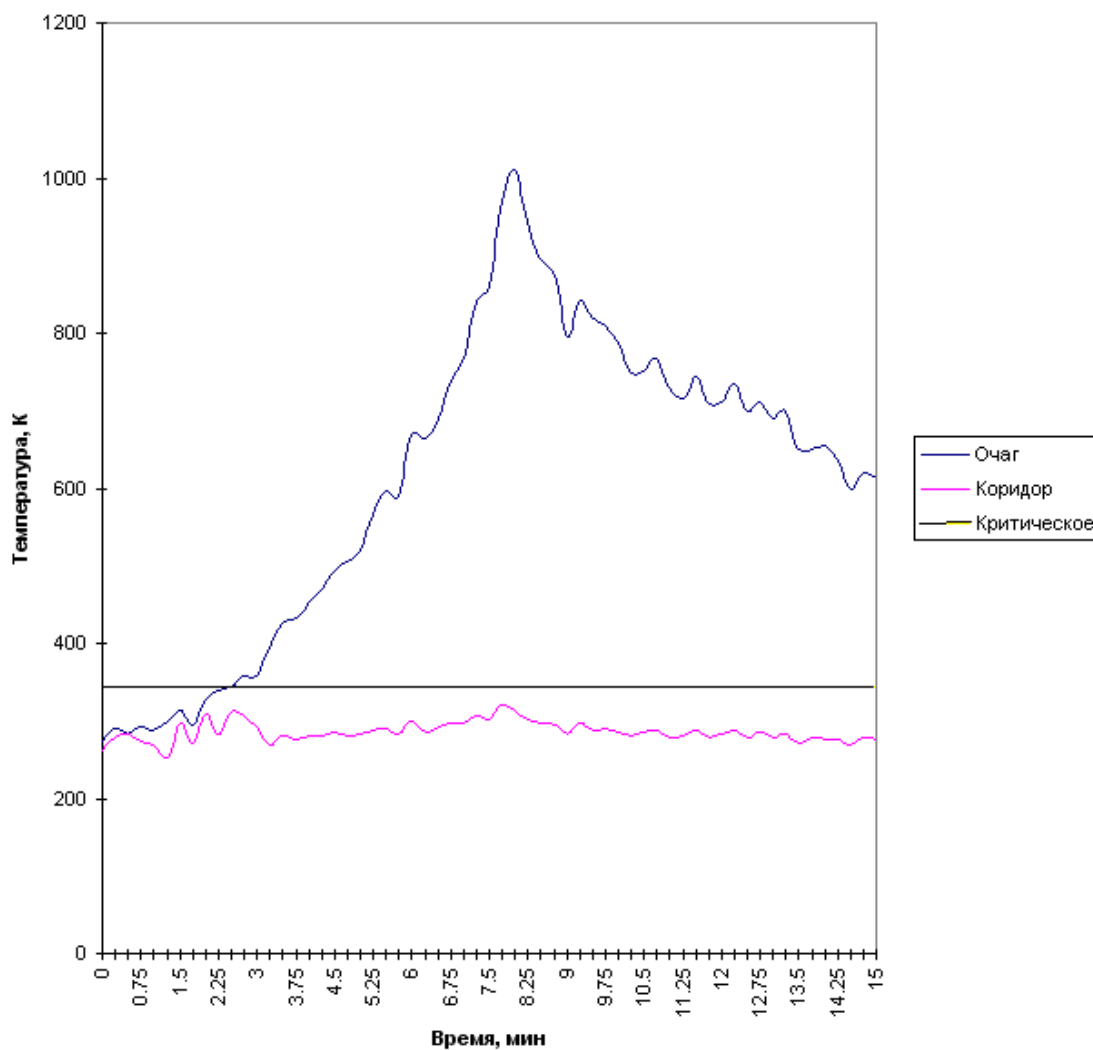


Рисунок 5 – Изменение температуры продуктов горения при пожаре в помещении надстройки

При пожаре в помещении надземной части здания критическое значение температуры в помещении очага пожара достигается через 2,5 мин от начала пожара, в поэтажном коридоре критическое значение температуры не достигается в течении 15 мин.

В связи с этим, необходимо предусмотреть следующие компенсирующие мероприятия – в здании предусмотреть автоматическое пожаротушение (п.5.1.13 СП 4.13130.2013 [16]; таблица А.1, приложения А СП 486.1311500.2020).

## **2.2 Описание существующей установки пожаротушения на объекте**

В соответствии с действующими: СП 113.13330.2016 «Стоянки автомобилей» [18], СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности», в помещении подземной стоянки применена система порошкового пожаротушения».

В помещениях автостоянки предусмотрена автоматическая установка порошкового пожаротушения (СП 486.1311500.2020). Для обнаружения пожара, в защищаемых помещениях здания, применены извещатели пожарные тепловые ИП 103-5.

В помещении охранника дымовые оптикоэлектронные извещатели ИП 212-85. Выбор типа пожарных извещателей производился в зависимости от назначений помещений, вида пожарной нагрузки и от фактора пожара на первоначальной стадии возникновения пожара.

Для тушения пожара применяются модули порошкового пожаротушения МПП «Буран-8СВ».

В качестве станции пожаротушения применён прибор приемно-контрольный «Магистратор».

Помещения автостоянки разбиты на четыре локальные зоны пожаротушения:

- часть помещения для хранения автомобилей между осями 1 и 5;
- часть помещения для хранения автомобилей между осями 5 и 8;

- часть помещения для хранения автомобилей между осями 8 и 11;
- помещение электрощитовой.

Пожаротушение осуществляется от блоков управления «Гранд Магистр ПУ БУ», которые по двухпроводной линии связи подключены к станции пожаротушения «Гранд магистр ПУ4».

В соответствии с действующими нормами и правилами, данные системы пожарной безопасности обеспечивают своевременное обнаружение пожара, оповещение людей о пожаре и ликвидацию пожара (помещение автостоянки).

Согласно таблице СП 486.1311500.2020 требуется автоматическая установка пожаротушения.

Фрагмент таблицы А.3 СП 486.1311500.2020 представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Фрагмент таблицы А.3 СП 486.1311500.2020

Объект защиты	АУПТ	АУПС
	нормативный показатель	
10 Здания предприятий торговли: 10.3 Трехэтажные и более	Независимо от величины торговой площади	Независимо от величины торговой площади

Согласно п. А.4 приложения А СП 486.1311500.2020, защите автоматической установкой пожаротушения подлежит все помещения здания, за исключением:

- помещений с мокрыми процессами (душевые, санузлы, охлаждаемые камеры, помещения мойки и т. п.);
- венткамер (приточных, а также вытяжных, не обслуживающих производственные помещения категории А или Б), насосных водоснабжения, бойлерных и других помещений для инженерного оборудования здания, в которых отсутствуют горючие материалы;
- категории В4 и Д по пожарной опасности [10].

Тип АУП, способ тушения, вид огнетушащих веществ, тип оборудования СПС определяются в зависимости от технологических, конструктивных и объемно-планировочных особенностей защищаемых объектов в соответствии с требованиями СП 485.1511500.

Результаты оценки – не выполнены требования пожарной безопасности касающихся защите автоматической установкой пожаротушения торговых помещений.

Вывод по второму разделу.

В разделе выполнен анализ существующей на объекте системы пожаротушения.

В помещениях автостоянки предусмотрена автоматическая установка порошкового пожаротушения. Для обнаружения пожара, в защищаемых помещениях здания, применены извещатели пожарные тепловые ИП 103-5.

В качестве станции пожаротушения применён прибор приемно-контрольный «Магистратор».

В соответствии с действующими нормами и правилами, данные системы пожарной безопасности обеспечивают своевременное обнаружение пожара, оповещение людей о пожаре и ликвидацию пожара (помещение автостоянки).

Согласно таблице А.1 СП 486.1311500.2020 в торговых и складских помещениях требуется автоматическая установка пожаротушения.

Результаты оценки соответствия требованиям пожарной безопасности – не выполнены требования пожарной безопасности касающихся защите автоматической установкой пожаротушения торговых помещений.

### **3 Проектирование установки пожаротушения в здании с массовым пребыванием людей**

#### **3.1 Выбор и обоснование типа проектируемой установки пожаротушения**

Основные компоненты горения в защищаемых помещениях – складываемые товары, автомобили на стоянке, электрооборудование и электропроводка, обои, мебель, бытовая и оргтехника, одежда, документация и прочее. Так как, объём помещений, для защиты установками большой, то целесообразно проектировать водяное пожаротушение. Газ и порошок использовать опасно из-за нахождения большого количества людей.

Автоматическая стационарная спринклерная система представляет собой весьма эффективную установку для тушения пожара. Кроме тушения, спринклерная установка при срабатывании одновременно используется для оповещения о пожаре.

#### **3.2 Выбор и обоснование вида огнетушащего вещества**

Автоматическая установка водяного пожаротушения по составляющим ее компонентам является безвредной для окружающей среды. Используемое средство пожаротушения – вода, является естественным ее составляющим.

«Основным предназначением воды, используемой для пожаротушения, является спасение жизни людей и сохранение материальных ценностей. Благодаря своей эффективности вода используется для уменьшения ущерба, который может быть нанесен окружающей среде при возникновении больших пожаров» [17].

В помещениях исследуемого объекта находятся вещества и материалы в твердом состоянии, соответственно для тушения необходимо применять воду, газ или порошок. Как выяснено в разделе 3.1 в здании



осуществляется техпроцесс по продаже товарам населения, количество которого может доходить до 400 человек, соответственно наиболее безопасным огнетушащим веществом является вода.

На основании требований технологического процесса с учетом пожарной опасности веществ и материалов в качестве огнегасящего вещества принята вода. «Ввиду того, что в помещениях защищаемых от пожара отсутствует возможность промерзания воды, в трубопроводах принята «мокрая» спринклерная установка» [17].

«Спринклерная система состоит из:

- спринклерной головки;
- трубной сети;
- контрольно-сигнального клапана (КСК);
- источника воды» [17].

«Спринклерная головка состоит из следующих частей:

- корпуса головки;
- затвора, который на седле поддерживается ампулой, заполненной расширяющейся жидкостью (ампула обрывается когда температура вокруг головки достигнет 68 °С);
- оросителя, закрепленного на вершине тела спринклерной головки» [17].

«В нормальных эксплуатационных условиях все трубопроводы водяных спринклерных установок заполнены водой и находятся под давлением, поддерживаемым насосом-жокеем» [17].

«При возникновении загорания в определенной зоне, когда температура воздуха под перекрытием над очагом пожара превысит температуру разрушения колбы оросителя спринклерного, колба разрушается и ороситель вскрывается» [17].

«В результате этого падает давление в системе трубопроводов выше узла управления. Узел открывается и вода под давлением автоматического водопитателя поступает к оросителям» [17].

Насос забирает воду из водопроводной сети и нагнетает ее в сеть трубопроводов установок пожаротушения, при этом автоматический водопитатель – насос – «Жокей» автоматически отключается обратным клапаном.

Давление в питающих и распределительных трубопроводах установки в дежурном режиме составляет 1,15 МПа. Контроль давления в трубопроводе для управления жокей-насосом осуществляется электроконтактным манометром PS5. При падении давления на величину более 0,05 МПа включается жокей-насос. После восстановления дежурного давления установки, жокей-насос отключается.

Если происходит вскрытие спринклерного оросителя (вследствие разрушения теплового замка от воздействия температуры свыше 57 °С) или производится отбор воды через пожарный кран, то при падении давления на величину более 0.1 МПа с электроконтактных манометров (PS1, PS2), установленных на кольцевом пожарном трубопроводе после насосов, поступает сигнал на прибор управления ПУ, при этом жокей-насос отключается, с прибора управления ПУ на шкаф аппаратуры коммутации ШАК выдается сигнал на включение основного пожарного насоса. В случае невыхода основного пожарного насоса на режим, от электроконтактного манометра PS3 поступает сигнал на ПУ, включается резервный насос. В случае невыхода резервного насоса на режим от электроконтактного манометра PS4 поступает сигнал на ПУ, выдается сигнал «Авария».

От сигнализаторов давления в обвязке спринклерных узлов управления поступает сигнал на прибор управления о сработке системы пожаротушения. Информация о сработавшей секции выводится на прибор индикации в помещении поста охраны.

После ликвидации очага пожара прекращение подачи воды в систему производится вручную, для чего отключаются пожарные насосы и закрываются задвижки перед узлами управления.

### 3.3 Расчет необходимого количества оросителей (модулей) АУПТ

Гидравлический расчет выполняется по методике, описанной в СП 485.1311500.2020. Рассчитываемый участок и секция пожаротушения обозначены на соответствующих листах комплекта чертежей.

«Трубопроводная сеть соединяет спринклерные головки с источником воды, обеспечивая требуемый расход и давление воды, при условии соответствующего размещения оросителей на защищаемой площади» [20].

«Предусмотрено подразделение сети на три логически выделенные части:

- 1 секция – автостоянка;
- 2 секция – торговый комплекс;
- 3 секция – офисная часть» [20].

«Спринклерная сеть каждой из этих частей должна быть соединена с источником воды через отдельный контрольно-сигнальный клапан (КСК). Основными причинами для такого подразделения здания являются: максимально допустимое количество спринклеров по одному контрольно-сигнальному клапану (800 оросителей), различные назначения помещений и проектных параметров спринклерной системы и обнаружение пожара в определенной зоне здания» [20].

«Более точное обнаружение пожара в рамках указанных частей будет выполняться сигнализаторами потока» [20].

«Трубная сеть предусмотрена в виде кольцевой. От главных колец идут отдельные ветви («крылья») на которых монтируются спринклерные головки» [20].

«Сеть будет выполнена из стальных бесшовных труб, которые будут иметь антикоррозионную защиту и окончательную покраску согласно правилами и нормами. Соединение труб производится сваркой. Максимальное допустимое давление в сети не должно превышать 10 бар» [20].

Торговая и офисная часть здания:

- группа помещений – 1 и 2;
- интенсивность орошения водой – 0,06 л/с м<sup>2</sup>;
- площадь одновременного действия – 120 м<sup>2</sup>;
- минимальное время работы системы – 30 мин;
- максимальная защита одним оросителем – 12 м<sup>2</sup>;
- требуемый расход для тушения пожара – 9,6 л/с;
- общее количество воды требуемое для минимального времени работы системы – 17,28 м<sup>3</sup>.

Автостоянка:

- группа помещений – 2;
- интенсивность орошения водой – 0,06 л/с м<sup>2</sup>;
- площадь одновременного действия – 180 м<sup>2</sup>;
- минимальное время работы системы – 60 мин;
- максимальная защита одним оросителем – 12 м<sup>2</sup>;
- требуемый расход для тушения пожара с помощью спринклеров – 28,8 л/с;
- общее количество воды, требуемое для минимального времени работы системы – 128,88 м<sup>3</sup>.

Диктующей секцией для подбора пожарных насосов, исходя из заданных параметров для автоматической установки пожаротушения (нормативный расход, напор, площадь для расчета и расстояние между оросителями) является 4 секция 3-й этаж, помещение склада (рисунок 6). В качестве диктующего оросителя выбран распылитель на отметке +17,000.

Рассчитаем расход воды на пожаротушение секции 4 (рисунок 6). Согласно стандарту организации СТО 420541.001 «Установки водяного пожаротушения тонкораспыленной водой с применением распылителей «Аква-Гефест» [20]. Руководство по проектированию», минимальное необходимое давление перед оросителем для 6-й группы помещений должно составлять 0,7 МПа.

Кран шаровой Ду15  
для спуска воздуха

Ст. вниз Ду65  
на отм. +14.250

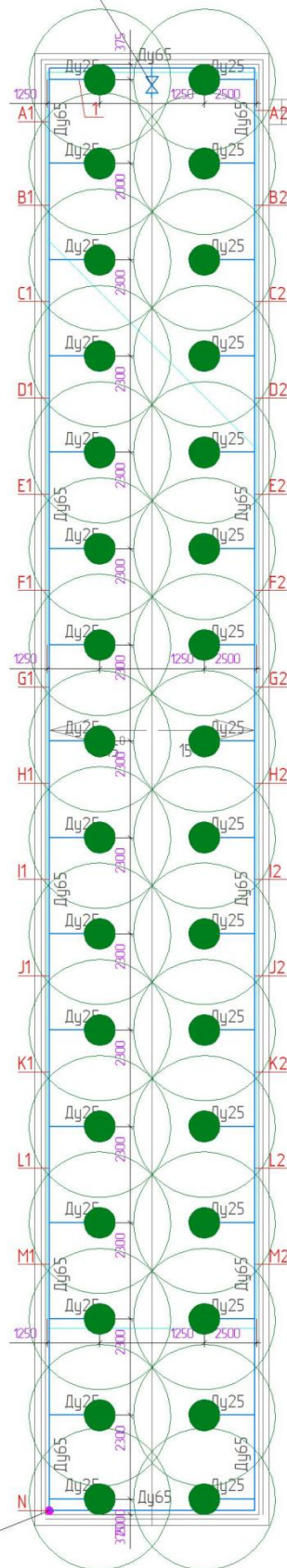


Рисунок 6 – Ряды 4 секции 3-й этаж, помещение склада

Расчет рядка 1 секции 4 по СТО 420541.001 «Установки водяного пожаротушения тонкораспыленной водой с применением распылителей «Аква-Гефест» представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет рядка 1 секции 4

Участок	Давление, МПа	Расход оросителя, л/с	Расход общий, л/с	Длина участка, м	Диаметр трубы, мм	Потери, МПа
1	0,7000	1,087	1,087	1,2	25	0,0039
Всего	0,7039	-	1,087	-	-	-

Расчет участка А1-Н секции 4 представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет участка А1-Н секции 4

Участок	Давление, МПа	Расход оросителя, л/с	Расход общий, л/с	Длина участка, м	Диаметр трубы, мм	Потери, МПа
А1	0,7039	1,087	1,087	2	65	0,00001
В1	0,70391	1,088	2,175	2,3	65	0,00005
С1	0,70396	1,088	3,263	2,3	65	0,0001
Д1	0,7041	1,088	4,351	2,3	65	0,0002
Е1	0,7042	1,088	5,439	2,3	65	0,0003
F1	0,7045	1,088	6,527	2,3	65	0,0004
G1	0,7050	1,088	7,615	2,3	65	0,0006
Н1	0,7056	1,089	8,704	2,3	65	0,0008
П	0,7063	1,090	9,794	2,3	65	0,0010
Ј1	0,7073	1,090	10,884	2,3	65	0,0012
К1	0,7085	1,091	11,975	2,3	65	0,0014
Л1	0,7099	1,092	13,068	2,3	65	0,0017
М1	0,7116	1,094	14,161	4,6	65	0,0040
Н	0,7157	1,097	15,258	-	-	-
Всего	0,7157	-	15,258	-	-	-

Расчет участка А2-Н секции 4 представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Расчет участка А2-Н секции 4

Участок	Давление, МПа	Расход оросителя, л/с	Расход общий, л/с	Длина участка, м	Диаметр трубы, мм	Потери, МПа
А2	0,7039	1,087	1,087	2	65	0,00001

Продолжение таблицы 5

Участок	Давление, МПа	Расход оросителя, л/с	Расход общий, л/с	Длина участка, м	Диаметр трубы, мм	Потери, МПа
B2	0,70391	1,088	2,175	2,3	65	0,00005
C2	0,70396	1,088	3,263	2,3	65	0,0001
D2	0,7041	1,088	4,351	2,3	65	0,0002
E2	0,7042	1,088	5,439	2,3	65	0,0003
F2	0,7045	1,088	6,527	2,3	65	0,0004
G2	0,7050	1,088	7,615	2,3	65	0,0006
H2	0,7056	1,089	8,704	2,3	65	0,0008
I2	0,7063	1,090	9,794	2,3	65	0,0010
J2	0,7073	1,090	10,884	2,3	65	0,0012
K2	0,7085	1,091	11,975	2,3	65	0,0014
L2	0,7099	1,092	13,068	2,3	65	0,0017
M2	0,7116	1,094	14,161	9,5	65	0,0083
N	0,7200	1,100	15,261	-	-	-
Всего	0,7200	-	15,261	-	-	-

Необходимое давление в точке N для участка A2-N больше, чем для участка A1-N.

Рассчитаем участок A1-N через его характеристику для давления участка A2-N.

Характеристика участка A1-N секции 4:

$$B_1 = \frac{Q_1^2}{P_1} \quad (1)$$

где  $Q_1^2$  – общий расход, л/с,

$P_1$  – давление, МПа.

$$B_1 = \frac{15,258^2}{0,7157} = 325,302$$

Расход участка A1-N через характеристику:

$$Q_1 = \sqrt{B_1 \cdot P_2} \quad (2)$$

где  $P_2$  – давление на N, МПа.

$$Q_1 = \sqrt{325,302 \cdot 0,7200} = 15,304 \text{ л/с.}$$

Время работы внутреннего противопожарного водопровода принято равным времени работы автоматической установки пожаротушения, согласно пункта 4.1.10 СП 10,13130,2020.

Общий расход точке А составит:

$$Q_{\text{ср}} = Q_1 + Q_2 = 15,304 + 15,261 = 30,565 \text{ л/с.}$$

Расчет участка до насосной станции секции 4 представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет участка до насосной станции секции 4

Участок	Давление, МПа	Расход оросителя, л/с	Расход общий, л/с	Длина участка, м	Диаметр трубы, мм	Потери, МПа
Ороситель	0,7200	-	30,565	8	65	0,0005
ПК	0,7205	10,200	40,965	-	-	-
Клапан	0,7205	-	40,965	62	100	0,0615
Питающий трубопровод	0,7820	-	40,965	24,3	100	0,0964
Управляющее устройство	0,8784	-	40,965	-	-	0,0369
Насосная станция	0,9153	-	40,965	4	150	0,0005
Всего	1,1288	-	40,965	-	-	-

Согласно гидравлическому расчету, нормативный расход воды на пожаротушение составит 41 л/с (147,6 м<sup>3</sup>/ч) при необходимом давлении воды после насоса 1,13 МПа.



Общий расход воды на пожаротушение, с учетом продолжительности работы установки, составит:

$$Q_{sum} = Q_{AVIII} \cdot t, \text{ м}^3, \quad (3)$$

где  $t = 0.75$  – продолжительность работы установки согласно таблице 4,5 Стандарта организации СТО 420541.001 – 45 минут.

$$Q_{sum} = 147,6 \cdot 0,75 = 110,7 \text{ м}^3,$$

В качестве источника водоснабжения автоматической установки водяного пожаротушения проектом предусматривается использование пожарных резервуаров с общим запасом огнетушащего вещества (воды) 120 м<sup>3</sup> [17].

Проектируемая насосная станция обеспечивает расчетные параметры установки пожаротушения.

### **3.4 Выбор и обоснование конструктивных характеристик установки и ее элементов**

Согласно таблице 4.2 СТО 420541,001:

а) для 1-й группы помещений (торговый зал и административно-бытовые помещения) приняты следующие нормативные параметры установки пожаротушения:

- 1) минимальная интенсивность орошения – 0,04 л/(с·м<sup>2</sup>),
- 2) минимальный свободный напор перед распылителем – 0,5 МПа,
- 3) площадь для расчета расхода воды – 90 м<sup>2</sup>,
- 4) максимальное расстояние между оросителями – 3 метра,

б) для 2-й группы помещений (автостоянка) приняты следующие нормативные параметры установки пожаротушения:

- 1) минимальная интенсивность орошения – 0,06 л/(с·м<sup>2</sup>),
- 2) минимальный свободный напор перед распылителем – 0,7 МПа,
- 3) площадь для расчета расхода воды – 180 м<sup>2</sup>,
- 4) максимальное расстояние между оросителями – 3 метра.

Для помещений 1-й и 2-й группы приняты оросители тонкораспыленной воды CBS0-ПНО(д)0,07-R1/2/57,В3 – «Аква-Гефест».

В качестве источника водоснабжения необходимо использовать пожарные резервуары общим объемом 120 м<sup>3</sup> и насосная станция с двумя пожарными насосами (один – основной, один – резервный) Grundfos NB 65-315/295 (расход Q=148 м<sup>3</sup>/час, H=115 м).

Пожарные резервуары содержат запас огнетушащего вещества (воды) объемом, достаточным для обеспечения интенсивности орошения на заданной площади в течение нормативного времени.

Заполнение пожарных резервуаров предусматривается от сети хозяйственно-питьевого водопровода здания.

Технические характеристики насоса Grundfos NB 65-315/295 представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики насоса Grundfos NB 65-315/295

Характеристика	Показатель
Наименование продукта	Grundfos NB 65-315/295
Номинальная подача	148 м <sup>3</sup> /час
Номинальный напор	115 м
Соединение труб	DN 65 / DN80
Допустимое давление	PN 16
Номинальная мощность	75 кВт
Номинальное напряжение	3 × 400 V
Номинальный ток	134-122 А
Нетто вес	757 кг

Кривые характеристик насосного агрегата Grundfos NB 65-315/295 изображены на рисунке 7.

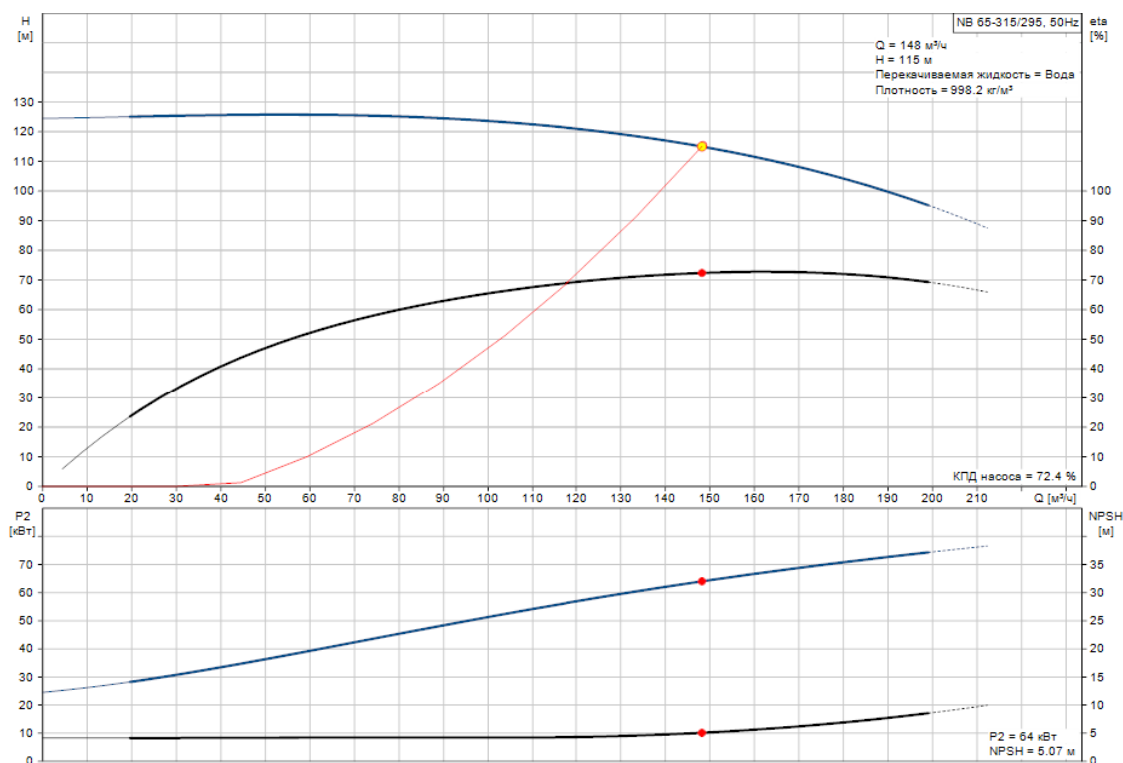


Рисунок 7 – Кривые характеристик насосного агрегата Grundfos NB 65-315/295

Пожарные насосы устанавливаются на фундамент в помещении насосной станции. Масса фундамента не менее 3100 кг.

Для поддержания давления воды в системе пожаротушения выбран жокей-насос Grundfos CR 1-19. Технические характеристики насоса Grundfos CR 1-19 представлены в таблице 8 и рисунке 8.

Таблица 8 – Технические характеристики насоса Grundfos CR 1-19

Характеристика	Показатель
Наименование продукта	Grundfos CR 1-19
Номинальная подача	1,8 м³/час
Максимальный напор	117 м
Соединение труб	DN 25/32

Продолжение таблицы 8

Характеристика	Показатель
Допустимое давление	PN 25
Номинальная мощность P2	1,1 кВт
Номинальное напряжение	3 x 380-415 V
Номинальный ток	2,5 А
Нетто вес	38,2 кг

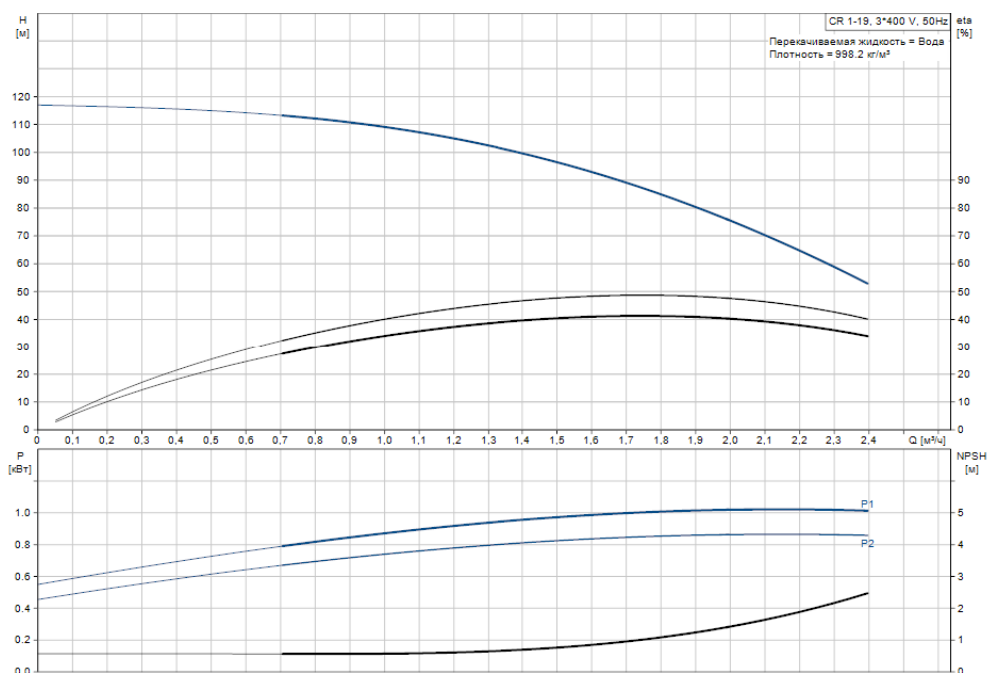


Рисунок 8 – Кривые характеристик насосного агрегата Grundfos CR 1-19

Жокей-насос устанавливается на фундамент по помещению насосной станции. Масса фундамента не менее 160 кг.

Также, для поддержания рабочего давления и защиты от гидроудара, насосная станция комплектуется мембранным баком Reflex DE80 PN16 объемом 80 литров. Дренаж системы водяного пожаротушения осуществляется в дренажный приямок в помещении насосной станции. В дренажном приямке устанавливается датчик уровня переполнения приямка для передачи сигнала о затоплении насосной станции на прибор индикации (ПИ) в помещение поста охраны с круглосуточным пребыванием дежурного персонала. В качестве узлов управления в настоящем проектом решении

предусмотрены контрольно-сигнальные клапаны УУ-С80/1.6В-ВФ.04-«Прямоточный-80»-01 (секция 1) и УУ-С100/1.6В-ВФ.04-«Прямоточный-100»-01 (секции 1, 3, 4) производства компании ЗАО ПО «Спецавтоматика» (Россия) в комплекте с обвязкой. Технические характеристики узла управления модели УУ-С80/1.6В-ВФ.04-«Прямоточный-80»-01 (УУ-С100/1.6В-ВФ.04-«Прямоточный-100»-01) представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики узла управления модели УУ-С80/1,6В-ВФ,04-«Прямоточный-80»-01

Характеристика	Показатель
Диаметр клапана	80 (100) мм
Максимальное рабочее давление	1,6 МПа
Время срабатывания	не более 2 сек
Коэффициент гидравлических потерь, E	не более 0,006 (0,0022)
Назначенный срок службы	10 лет
Среднее время восстановления	не более 0,5 часа

Узлы управления устанавливаются в помещении насосной станции пожаротушения.

Для использования в установке водяного пожаротушения для защиты помещений 1-й и 2-й группы, настоящим проектом предусмотрены спринклерные оросители тонкораспыленной воды CBS0-ПНо(д)0.07-R1/2/57.B3 – «Аква-Гефест» в количестве 2955 штук. Технические характеристики спринклерных оросителей CBS0-ПНо(д)0.07-R1/2/57.B3 – «Аква-Гефест» представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики спринклерных оросителей CBS0-ПНо(д)0.07-R1/2/57,B3 – «Аква-Гефест»

Характеристика	Показатель
Диапазон рабочих давлений	от 0,1 МПа до 1,7 МПа
Температура срабатывания	57°C
Номинальный коэффициент расхода (K)	0,07 л/(сек·МПа <sup>-1</sup> )
Резьба присоединения	1/2" NPT
Защищаемая площадь	не менее 9 м <sup>2</sup>

Для использования в установке водяного пожаротушения для защиты помещений 6-й группы, настоящим проектом предусмотрены спринклерные оросители тонкораспыленной воды CBS0-ПНО(д)0.13-R1/2/57.B3 – «Аква-Гефест», в количестве 66.

Технические характеристики спринклерных оросителей CBS0-ПНО(д)0.13-R1/2/57.B3 – «Аква-Гефест» представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики спринклерных оросителей CBS0-ПНО(д)0,13-R1/2/57,B3

Характеристика	Показатель
Диапазон рабочих давлений	от 0,1 МПа до 1,7 МПа
Температура срабатывания	57°С
Номинальный коэффициент расхода (К)	0,13 л/(сек·МПа <sup>-1</sup> )
Резьба присоединения	1/2" NPT
Защищаемая площадь	не менее 9 м <sup>2</sup>

Необходимо предусмотреть автоматическое управление заполнением противопожарных резервуаров. Для этого в помещении насосной станции на хозяйственно-питьевом трубопроводе устанавливаются электромагнитные соленоидные клапаны DINANSI Spool SV-01/T 2” (DN50) с катушкой 220В. Автоматическое управление электромагнитными клапанами производится по сигналу от датчиков уровня воды в пожарных резервуарах прибором управления (ПУ). Также предусмотрено ручное заполнение резервуаров.

Выводы по 3 разделу.

В разделе произведено проектирование установки пожаротушения в здании с массовым пребыванием людей с расчетом необходимого количества оросителей (модулей) АУПТ и обоснованием конструктивных характеристик установки и ее элементов.

Автоматическая стационарная спринклерная система представляет собой весьма эффективную установку для тушения пожара. Кроме тушения, спринклерная установка при срабатывании одновременно используется для оповещения о пожаре.

Спринклерная головка является основным элементом пожарозащиты, так как она именно и используется для пожаротушения. Тушение пожара выполняется выбросом и распыскиванием воды в виде каллоты, равномерно наполненной каплями воды. Кроме этого, спринклерная головка выполняет и второстепенную роль при оповещении о пожаре.

Выдача сигнала о возгорании и срабатывании автоматической установки водяного пожаротушения производится в помещение поста охраны с круглосуточным пребыванием дежурного персонала на прибор индикации (ПИ).

Параметры системы автоматической установки водяного пожаротушения приняты согласно СТО 420541,001 «Установки водяного пожаротушения тонкораспыленной водой с применением распылителей «Аква-Гефест», Руководство по проектированию», Санкт-Петербург, 2011 г.».

## 4 Организация процесса эвакуации на объекте

### 4.1 Количество и места вероятного размещения людей

Информация о наличии людей, спасении и эвакуации представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Информация о наличии людей, спасении и эвакуации

Этаж	Высота отметки	Количество посетителей на этаже днем/ночью	Кол-во обслуживающего персонала днем/ночью
1 этаж	0,7 метра	150/0	30/0
2 этаж	3,7 метра	100/0	20/0
3 этаж	6,7 метра	100/0	30/0
-1 этаж	-1,4 метра	50/0	1/1

Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из данного помещения без учета применяемых в нем средств пожаротушения и противодымной защиты. За пределами помещений защиту путей эвакуации следует предусматривать из условия обеспечения безопасной эвакуации людей с учетом функциональной пожарной опасности помещений, выходящих на эвакуационный путь, численности эвакуируемых, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания, количества эвакуационных выходов из помещения, этажа и из здания в целом. Пожарная опасность строительных материалов поверхностных слоев конструкций (отделок и облицовок) в помещениях и на путях эвакуации за пределами помещений должна ограничиваться в зависимости от функциональной пожарной опасности помещения и здания с учетом других мероприятий по защите путей эвакуации.

Существующие эвакуационные выходы по количеству, ширине, протяженности и рассредоточенности соответствуют нормам.



Количество эвакуационных выходов с каждого этажа предусмотрено не менее двух, а именно – 18.

Все лестничные клетки расположены рассредоточено друг от друга. Ширина марша лестницы не менее 1,2 м. Лестничные клетки имеют выход непосредственно наружу.

#### **4.2 Эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара и аварийных ситуаций**

На случай пожара должны быть намечены пути эвакуации из защищаемого помещения, пути эвакуации должны быть постоянно свободными.

Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы, соответствующие требованиям Федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Спасение представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы. Защита людей на путях эвакуации обеспечивается комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных, инженерно-технических и организационных мероприятий.

Каждый работник объекта при обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запаха гари, повышения температуры) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону 01, 112, 101 в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес, место возникновения пожара и свою фамилию);

- подать сигнал пожарной тревоги при помощи ручного пожарного извещателя;
- приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации людей из помещений в безопасное место согласно плану эвакуации;
- приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации материальных ценностей из помещений в безопасное место;
- при необходимости отключить электроэнергию;
- принять меры по тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;
- организовать встречу пожарных подразделений.

Старшее должностное лицо, прибывшее к месту пожара, обязано:

- собрать весь постоянный персонал и определить действия для каждого;
- организовать проверку наличия работников, эвакуированных из здания;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников и других лиц, не участвующих в тушении пожара;
- прекратить все работы, кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу систем вентиляции, выполнить другие мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений здания;
- осуществлять общее руководство по тушению пожара до прибытия подразделения пожарной охраны;
- обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;

- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;
- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути к очагу пожара;
- по прибытии пожарного подразделения проинформировать руководителя тушения пожара о ходе эвакуации людей, об очаге пожара, мерах, принятых для его ликвидации, о наличии в помещениях людей, занятых тушением пожара, конструктивных особенностях, прилегающих строений и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовать привлечение сил и средств объекта к осуществлению необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждения его развития.

При проведении эвакуации людей и тушении пожара необходимо:

- с учетом сложившейся обстановки определить наиболее безопасные эвакуационные пути и выходы, обеспечивающие возможность эвакуации людей в кратчайший срок;
- исключить условия, способствующие возникновению паники;
- эвакуацию людей следует начинать из помещения, в котором возник пожар и из смежных с ним помещений;
- тщательно проверить все помещения, чтобы исключить возможность пребывания людей в опасной зоне;
- выставить посты безопасности у входов в здание, чтобы исключить возможность возвращения людей в здание, где возник пожар;
- при тушении следует стремиться в первую очередь обеспечить благоприятные условия для безопасной эвакуации людей;
- воздержаться от открытия окон, дверей, а также от разбивания стекол, во избежание распространения огня и дыма в смежные помещения, покидая помещения или здания, следует закрывать за собой все двери и окна.

Вывод по 4 разделу.

В разделе представлено количество и места вероятного размещения людей, рассмотрен порядок эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара.

В помещениях объекта защиты может одновременно находиться до 480 человек.

При проведении эвакуации людей и тушении пожара необходимо:

- с учетом сложившейся обстановки определить наиболее безопасные эвакуационные пути и выходы, обеспечивающие возможность эвакуации людей в кратчайший срок;
- исключить условия, способствующие возникновению паники;
- эвакуацию людей следует начинать из помещения, в котором возник пожар и из смежных с ним помещений;
- тщательно проверить все помещения, чтобы исключить возможность пребывания людей в опасной зоне;
- выставить посты безопасности у входов в здание, чтобы исключить возможность возвращения людей в здание, где возник пожар;
- при тушении следует стремиться в первую очередь обеспечить благоприятные условия для безопасной эвакуации людей;
- воздержаться от открытия окон, дверей, а также от разбивания стекол, во избежание распространения огня и дыма в смежные помещения, покидая помещения или здания, следует закрывать за собой все двери и окна.

## **5 Охрана труда**

### **5.1 Действующая система управления охраной труда на объекте**

На исследуемом объекте имеется система управления охраной труда, Система управления охраной труда является составной частью административной системы управления.

Возглавляет систему руководитель предприятия – директор торгового центра.

Ответственным лицом за организацию и проведение мероприятий по охране труда является специалист по охране труда, в подразделениях – лицо, определённое приказом.

### **5.2 Приведение уровней искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами**

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков.

Требования к уровням естественного и/или искусственного освещения в помещениях определены в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [2].

«Гигиенические нормативы естественного и искусственного освещения общественных зданий представлены в таблицах 5.53, 5.54. Таблица 5.53 применяется при отсутствии в перечне таблицы 5.54 нормируемых помещений» [2].

Процедура приведения уровней естественного и искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами изображена на рисунке 9.

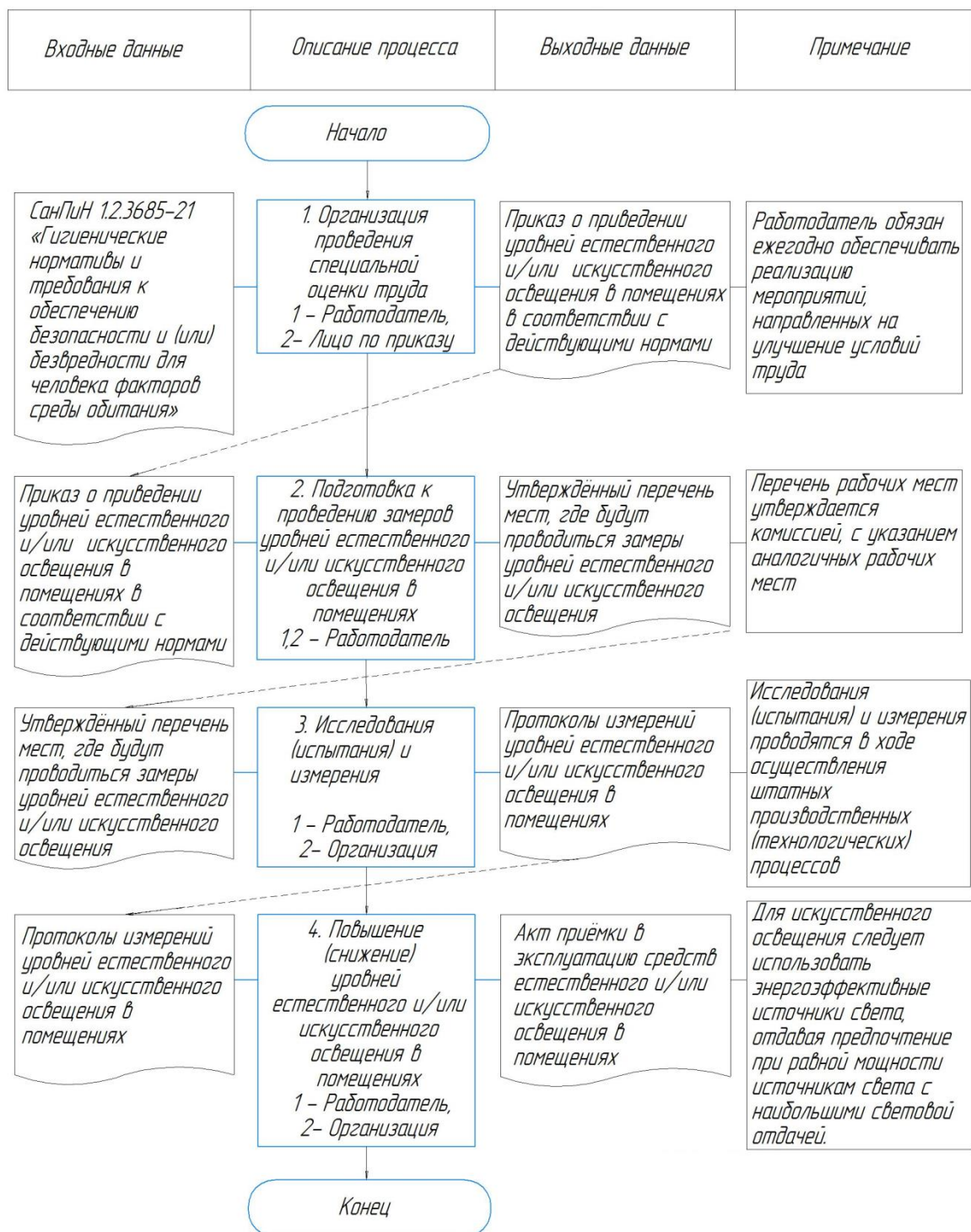


Рисунок 9 – Процедура приведения уровней естественного и/или искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами

«Для искусственного освещения следует использовать энергоэффективные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшими световой отдачей и сроком службы, с учетом требований к цветоразличению» [2].

«Для общего и местного искусственного освещения следует использовать источники света с цветовой коррелированной температурой от 2400 °К до 6500 °К. Цветовая коррелированная температура светодиодов белого света не должна превышать 4000 °К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м<sup>2</sup>; наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается» [2].

«Управление освещением складских помещений для подготовки товаров к продаже выполняется для каждого помещения с возможностью централизованного дистанционного отключения» [2].

«В торговых залах, а также над кассовыми аппаратами устанавливаются светильники аварийного освещения» [2].

Согласно результатам специальной оценки условий труда на объекте уровни освещения в помещениях соответствуют действующим нормам.

Вывод по 5 разделу.

В разделе представлено описание действующей системы управления охраной труда на объекте и разработана процедура приведения уровней естественного и/или искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами.

Управление рабочим искусственным освещением в торговых помещениях на объекте осуществляется дистанционно.

Согласно результатам специальной оценки условий труда на объекте уровни освещения в помещениях соответствуют действующим нормам.

## 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

### 6.1 Выявление антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду выполняется для предупреждения возможной деградации окружающей среды под влиянием эксплуатации объекта, обеспечения экологической стабильности территории района, создания благоприятных условий жизни населения.

Не организованным источником загрязнения атмосферного воздуха на объекте также является легковые автомобили, располагающиеся в подземной стоянке исследуемого объекта защиты.

Источниками загрязнения атмосферы также будет являться движение автомобилей при въезде и выезде на стоянку.

Идентификация загрязняющих веществ неорганизованного источника загрязнения атмосферного воздуха (закрытая автостоянка) представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Идентификация загрязняющих веществ

Наименование вещества	Код	ПДК <sub>мр</sub> , ПДК <sub>сс</sub> , ОБУВ мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Выброс вещества	
				П г/с	П т/год
Азота диоксид	0301	0,2	2	0,004307	0,001901
Азота оксид	0304	0,4	3	0,0007	0,000309
Углерод черный (сажа)	0328	0,15	3	0,000391	0,000076
Серы диоксид	330	0,5	3	0,000994	0,00036
Углерода оксид	0337	5,0	4	0,055698	0,022399
Бензин	2704	5,0	4	0,009925	0,003657
Железа оксид	0123	0,04	3	0,0074942	0,0067448
Марганец и его соединения	0143	0,01	2	0,000425	0,0003825

При работе двигателей автомобилей в атмосферу выделяются оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, сажа и углеводороды.



Выбросы, образующиеся при работе двигателей автомобилей частично отводятся в атмосферу через вытяжную шахту размерами 600×600 мм на высоту 35,5 м от поверхности земли через систему вентиляции автостоянки.

Исследуемый объект защиты воздействует на окружающую среду при сборе и временном хранении отходов.

Виды образующихся отходов представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Виды образующихся отходов [9]

Наименование отхода	Код по ФККО	Место временного хранения	Характеристика места хранения
«Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства» [5]	47110101521	Специальное помещение	Металлический ящик
«Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства» [5]	40512202605	Площадка №1	Открытая бетонированная площадка, 3 металлических контейнера (0,5м <sup>3</sup> )
«Отходы мебели деревянной офисной» [5]	49211111724		
«Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный» [5]	73310001724		
«Растительные отходы при уходе за газонами, цветниками» [5]	73130001205		
«Смет с территории» [5]	73339001714		
«Бумажно-полиэтиленовая тара загрязненная» [5]	43411004515		
«Использованные книги, журналы, брошюры, каталоги» [5]	40512201605		
«Лом и отходы изделий из полиэтилена незагрязненные» [5]	43411003515		
«Отходы текстильных изделий для уборки помещений» [5]	40239511604		

Воздействие образующихся отходов при эксплуатации исследуемого объекта защиты на атмосферный воздух, водный бассейн и почву при правильном хранении и своевременном вывозе исключается [6].

Сточные воды с кровли здания не нуждаются в специальной очистке по характеру качественного состава.

## 6.2 Разработка процедуры по обращению с коммунальными отходами

Регламентированная процедура по обращению с коммунальными отходами представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Регламентированная процедура обращения с отходами

Процедура	Ответственный	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе	Примечание
Разработка нормативов образования отходов	Руководитель	Лицо по приказу	Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [7]	Протокол перечня отходов и их количества	Нормативы образования отходов и лимиты на их размещение утверждаются сроком на 5 лет
Паспортизация отходов	Руководитель	Лицо по приказу	Протокол перечня отходов и их количества	Паспорта на отходы	Подтверждение отнесения к конкретному классу опасности отходов
Учет образовавшихся, утилизированных, размещенных отходов	Руководитель	Лицо по приказу	Паспорта на отходы	Технологический журнал учета отходов	Учету подлежат все виды отходов I - V класса опасности
Вывоз/обезвреживание	Руководитель	Лицо по приказу	Постановление правительства РФ от 12.11.2016 № 1156, договор, Технологический журнал учета отходов	Документы, подтверждающие вывоз и обезвреживание отходов	Документами являются договоры, акты приема-передачи и акты выполненных работ

Продолжение таблицы 15

Процедура	Ответственный	Исполнитель	Документ на входе	Документ на выходе	Примечание
Внесение платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов	Руководитель	Лицо по приказу	Постановление правительства РФ от 1 марта 2022 г. № 274, Протокол перечня отходов и их количества	Декларация о плате	Плата, исчисленная по итогам отчетного периода, вносится не позднее 1-го марта года, следующего за отчетным периодом
Представление декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов	Руководитель	Лицо по приказу	Постановление правительства РФ от 1 марта 2022 г. № 274, Декларация о плате	Отправленная декларация о плате за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов	Декларация о плате представляется лицами, обязанными вносить плату, не позднее 10-го марта года, следующего за отчетным

«Отходы производства и потребления, радиоактивные отходы подлежат сбору, накоплению, утилизации, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых должны быть безопасными для окружающей среды и регулироваться законодательством Российской Федерации» [8].

«Запрещаются:

- сброс отходов производства и потребления, в том числе радиоактивных отходов, в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву;
- размещение отходов I - IV классов опасности и радиоактивных отходов на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям, в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах, на путях миграции животных, вблизи

нерестилищ и в иных местах, в которых может быть создана опасность для окружающей среды, естественных экологических систем и здоровья человека;

- захоронение отходов I - IV классов опасности и радиоактивных отходов на водосборных площадях подземных водных объектов, используемых в качестве источников водоснабжения, в бальнеологических целях, для извлечения ценных минеральных ресурсов;
- захоронение в объектах размещения отходов производства и потребления продукции, утратившей свои потребительские свойства и содержащей озоноразрушающие вещества, без рекуперации данных веществ из указанной продукции в целях их восстановления для дальнейшей рециркуляции (рециклирования) или уничтожения» [9].

Предлагаются следующие природоохранные мероприятия, направленные на защиту атмосферного воздуха:

- для удержания значений выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в расчетных пределах, необходимо обеспечить контроль топливной системы механизмов, а также системы регулировки подачи топлива, обеспечивающих полное его сгорание;
- допускать к эксплуатации машины и механизмы в исправном состоянии, особенно тщательно следить за состоянием технических средств, способных вызвать загорание естественной растительности;
- запрещение сжигания отходов и мусора.

Вывод по 6 разделу.

Хозяйственная деятельность эксплуатации исследуемого объекта защиты является проявлением антропогенного воздействия на окружающую среду.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Результаты оценки соответствия требованиям пожарной безопасности объекта защиты – не выполнены требования пожарной безопасности касающихся защите автоматической установкой пожаротушения торговых помещений.

В работе произведено проектирование установки пожаротушения в здании с массовым пребыванием людей с расчетом необходимого количества оросителей (модулей) АУПТ и обоснованием конструктивных характеристик установки и ее элементов.

«Автоматическая стационарная спринклерная система представляет собой весьма эффективную установку для тушения пожара. Кроме тушения, спринклерная установка при срабатывании одновременно используется для оповещения о пожаре» [17].

Параметры системы автоматической установки водяного пожаротушения приняты согласно СТО 420541.001 «Установки водяного пожаротушения тонкораспыленной водой с применением распылителей «Аква-Гефест», Руководство по проектированию», Санкт-Петербург, 2011 г.».

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 16.

Таблица 16 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте

Мероприятия	Срок исполнения
Разработка проекта системы автоматической установки водяного пожаротушения торговых и складских помещений торгово-офисного центра	2023 год
Монтаж системы автоматической установки водяного пожаротушения торговых и складских помещений торгово-офисного центра	2023 год
Проведение испытаний системы пожаротушения	2023 год
Приёмка работ	2023 год

Расчёт ожидаемых потерь торгово-офисного центра от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- торговые и складские помещения не оборудованы автоматической установкой водяного пожаротушения;
- торговые и складские помещения оборудованы автоматической установкой водяного пожаротушения.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз,	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [3]	м <sup>2</sup>	F	9000	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [3]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>т</sub>	30000	30700
«Стоимость поврежденных частей здания» [3]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [3]	м <sup>2</sup>	F'' <sub>пож</sub>	9000	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [3]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	4	
«Вероятность возникновения пожара» [3]	1/м <sup>2</sup> в год	J	2,03×10 <sup>-5</sup>	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [3]	-	p <sub>1</sub>	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [3]	-	p <sub>2</sub>	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [3]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [3]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [3]	м/мин	v <sub>л</sub>	1	
«Время свободного горения» [3]	мин	B <sub>свг</sub>	12	12
«Норма текущего ремонта» [3]	%	H <sub>т.р.</sub>	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [3]	%	H <sub>а</sub>	-	10
«Период реализации мероприятия» [3]	лет	T	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 4:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 \text{ м}^2, \quad (4)$$

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

$B_{\text{свг}}$  – время свободного горения, мин» [3].

$$F''_{\text{пож-1}} = 3,14(1 \times 12)^2 = 452,2 \text{ м}^2$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формуле 5.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_3), \quad (5)$$

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

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [3]:

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_m \times F''_{\text{пож}} \times (1+k) \times p_1; \quad (6)$$

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

$F$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ ;

$C_{\text{T}}$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ $\text{м}^2$ ;

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

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [3].

$$M(\Pi_2) = J \times F \times (C_m \times F''_{\text{пож}} + C_k) \times 0,52 \times (1+k) \times (1-p_1) \times p_2; \quad (7)$$

«где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

$C_k$  – стоимость поврежденных частей здания, руб./ $\text{м}^2$ ;

$F'_{\text{пож}}$  – площадь пожара за время тушения привозными средствами»  
[3].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (8)$$

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

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (9)$$

Для первого варианта:

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= 5 \times 10^{-5} \times 9000 \times 30000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 122137,2 \text{ руб./год;} \\ M(\Pi_2) &= 5 \times 10^{-5} \times 9000 \times (30000 \times 452,2 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = \\ &= 1511125,41 \text{ руб./год,} \\ M(\Pi_3) &= 5 \times 10^{-5} \times 9000 \times (30000 \times 9000 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = \\ &= 9587415,15 \text{ руб./год,} \end{aligned}$$

Для второго варианта:

$$\begin{aligned} M(\Pi_1) &= 5 \times 10^{-5} \times 9000 \times 30700 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 124987,07 \text{ руб./год;} \\ M(\Pi_2) &= 5 \times 10^{-5} \times 9000 \times (30700 \times 10 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = \\ &= 37455,82 \text{ руб./год;} \\ M(\Pi_3) &= 5 \times 10^{-5} \times 9000 \times (30700 \times 452,2 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = \\ &= 493964,72 \text{ руб./год,} \\ M(\Pi_4) &= 5 \times 10^{-5} \times 9000 \times (30700 \times 9000 + 30000) \times (1 + 1,63) \times \{1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,95 - [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,95] \times 0,86\} = 555962,14 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Общие ожидаемые потери торгово-офисного центра от пожаров составят:



- если торговые и складские помещения не оборудованы автоматической установкой водяного пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 122137,2 + 1511125,41 + 9587415,15 = 11220677,76 \text{ руб./год};$$

- если торговые и складские помещения оборудованы автоматической установкой водяного пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 124987,07 + 37455,82 + 493964,72 + 555962,14 = 1212369,75 \text{ руб./год}.$$

Стоимость выполнения предлагаемого плана мероприятий представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта системы водяного пожаротушения в помещениях объекта	50000
Монтаж системы водяного пожаротушения в помещениях объекта	1000000
Стоимость оборудования	5000000
Пуско-наладочные работы	200000
Итого:	6250000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения по формуле 10:

$$P = A + C \quad (10)$$

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

$C$  – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [3].

$$P=500000+682000=1182000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 11:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}}, \quad (11)$$

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

$C_{\text{с.о.п.}}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [3].

$$C_2=250000+432000=682000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 12:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot H_{\text{т.р.}}}{100\%} \quad (12)$$

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

$H_{\text{т.р.}}$  – норма текущего ремонта, %» [3].

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{5000000 \times 5}{100} = 250000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 13:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (13)$$

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

$ЗПЛ$  – заработная плата 1 работника, руб./мес» [3].

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \times 1 \times 36000 = 432000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 14:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (14)$$

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

$H_a$  – норма амортизации, %» [3].

$$A = \frac{5000000 \times 10}{100} = 500000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа системы водяного пожаротушения в помещениях объекта составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (15)$$

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

$t$  – 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, руб.;

$P_1$ ,  $P_2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год» [3].

Расчёт денежных потоков от монтажа в торговых и складских помещениях автоматической установки водяного пожаротушения представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта Т	$M(\Pi1)-M(\Pi2)$	$P_2-P_1$	$1/(1+НД)^t$	$[M(\Pi1)-M(\Pi2)-(C_2-C_1)] * 1/(1+НД)^t$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	100083308	1182000	0,91	8031940,29	6250000	1781940,29
2	100083308	1182000	0,83	7325835,65	-	7325835,65
3	100083308	1182000	0,75	6619731,00	-	6619731,00
4	100083308	1182000	0,68	6001889,44	-	6001889,44
5	100083308	1182000	0,62	5472310,96	-	5472310,96
6	100083308	1182000	0,56	4942732,48	-	4942732,48
7	100083308	1182000	0,51	4501417,08	-	4501417,08
8	100083308	1182000	0,47	4148364,76	-	4148364,76
9	100083308	1182000	0,42	3707049,36	-	3707049,36
10	100083308	1182000	0,39	3442260,12	-	3442260,12
Экономический эффект						47943531,14

Вывод по разделу 7.

В разделе разработан план реализации мероприятий, направленных на оборудование торговых и складских помещений торгово-офисного центра автоматической установкой водяного пожаротушения, определена стоимость выполнения предложенного плана.

Интегральный экономический эффект от монтажа в торговых и складских помещениях автоматической установки водяного пожаротушения за десять лет составит 47943531,14 рублей.

## Заключение

В первом разделе рассматривалась оперативно-тактическая характеристика здания с массовым пребыванием людей – торгово-офисный центр ООО «СТД».

Здание имеет II степень огнестойкости, класс функциональной пожарной опасности помещений.

Класс функциональной пожарной опасности помещений:

- Ф 3.1 – 1 и 2 этаж: торговые помещения;
- Ф 4.3 – 3 этаж: офисные помещения;
- Ф 5.2 – -1 этаж: автостоянка.

Здание объекта защиты оборудовано автоматической пожарной сигнализацией.

Защищаемые АУПТ помещения располагаются в помещениях подземной автостоянки, рассчитанной на 93 автомобиля – работающих на бензине и дизельном топливе.

Во втором разделе выполнен анализ существующей на объекте системы пожаротушения.

В помещениях автостоянки предусмотрена автоматическая установка порошкового пожаротушения. Для обнаружения пожара, в защищаемых помещениях здания, применены извещатели пожарные тепловые ИП 103-5.

В качестве станции пожаротушения применён прибор приемно-контрольный «Магистратор».

В соответствии с действующими нормами и правилами, данные системы пожарной безопасности обеспечивают своевременное обнаружение пожара, оповещение людей о пожаре и ликвидацию пожара (помещение автостоянки).

Согласно СП 485.1311500.2020 в торговых и складских помещениях требуется автоматическая установка пожаротушения.

Результаты оценки соответствия требованиям пожарной безопасности – не выполнены требования пожарной безопасности касающихся защите автоматической установкой пожаротушения торговых помещений.

В третьем разделе произведено проектирование установки пожаротушения в здании с массовым пребыванием людей с расчетом необходимого количества оросителей (модулей) АУПТ и обоснованием конструктивных характеристик установки и ее элементов.

Выдача сигнала о возгорании и срабатывании автоматической установки водяного пожаротушения производится в помещение поста охраны с круглосуточным пребыванием дежурного персонала на прибор индикации (ПИ).

Параметры системы автоматической установки водяного пожаротушения приняты согласно СТО 420541.001 «Установки водяного пожаротушения тонкораспыленной водой с применением распылителей «Аква-Гефест», Руководство по проектированию», Санкт-Петербург, 2011 г.».

В четвёртом разделе представлено количество и места вероятного размещения людей, рассмотрен порядок эвакуация и действия персонала при обнаружении пожара.

В помещениях объекта защиты может одновременно находиться до 480 человек.

При проведении эвакуации людей и тушении пожара необходимо:

- с учетом сложившейся обстановки определить наиболее безопасные эвакуационные пути и выходы, обеспечивающие возможность эвакуации людей в кратчайший срок;
- исключить условия, способствующие возникновению паники;
- эвакуацию людей следует начинать из помещения, в котором возник пожар и из смежных с ним помещений;
- тщательно проверить все помещения, чтобы исключить возможность пребывания людей в опасной зоне;

- выставить посты безопасности у входов в здание, чтобы исключить возможность возвращения людей в здание, где возник пожар;
- при тушении следует стремиться в первую очередь обеспечить благоприятные условия для безопасной эвакуации людей;
- воздержаться от открытия окон, дверей, а также от разбивания стекол, во избежание распространения огня и дыма в смежные помещения, покидая помещения или здания, следует закрывать за собой все двери и окна.

В пятом разделе представлено описание действующей системы управления охраной труда на объекте и разработана процедура приведения уровней естественного и/или искусственного освещения в помещениях в соответствии с действующими нормами.

Управление рабочим искусственным освещением в торговых помещениях на объекте осуществляется дистанционно.

Согласно результатам специальной оценки условий труда на объекте уровни освещения в помещениях соответствуют действующим нормам.

В 6 разделе выяснено, что хозяйственная деятельность эксплуатации исследуемого объекта защиты является проявлением антропогенного воздействия на окружающую среду.

В седьмом разделе разработан план реализации мероприятий, направленных на оборудование торговых и складских помещений торгово-офисного центра автоматической установкой водяного пожаротушения, определена стоимость выполнения предложенного плана.

Интегральный экономический эффект от монтажа в торговых и складских помещениях автоматической установки водяного пожаротушения за десять лет составит 47943531,14 рублей.

Все задачи решены, цель работы достигнута.

## Список используемых источников

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 22.0.02-2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001517?section=status> (дата обращения: 18.07.2022).

2. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] : СанПиН 1.2.3685-21. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=l6kcsr5dop957041893> (дата обращения: 13.07.2022).

3. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://pozuproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozuproekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 17.07.2022).

4. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 18.07.2022).

5. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 17.07.2022).

6. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (с изменениями на 2 июля 2021 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения: 18.07.2022).

7. Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25



августа 2008 г. № 641 [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 № 1156. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420382731?ysclid=l6kcviauvk942873322> (дата обращения: 04.01.2022).

8. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 17.07.2022).

9. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573292854> (дата обращения: 17.07.2022).

10. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 17.07.2022).

11. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 18.07.2022).

12. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280?ysclid=l6kc9vem4v317416032> (дата обращения: 18.07.2022).

13. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 486.1311500.2020. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/566348486?ysclid=16kcat1wew220808459> (дата обращения: 18.07.2022).

14. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 17.07.2022).

15. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684?marker=7D20K3> (дата обращения: 18.07.2022).

16. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593?ysclid=16kcinlbys618197214> (дата обращения: 17.07.2022).

17. Станкевич Т.С. Совершенствование системы пожарной автоматики здания с массовым пребыванием людей // Вестник молодежной науки. 2021. №4 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-pozharnoy-avtomatiki-zdaniya-s-massovym-prebyvaniem-lyudey> (дата обращения: 08.08.2022).

18. Стоянки автомобилей [Электронный ресурс] : СП 113.13330.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044290?ysclid=16kcl96t18295735568> (дата обращения: 17.07.2022).

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699) (дата обращения: 18.07.2022).

20. Установки водяного пожаротушения тонкораспыленной водой с применением распылителей «Аква-Гефест». Руководство по

проектированию», Санкт-Петербург, 2011 г [Электронный ресурс] : СТО  
420541.001. URL:

[https://pozhprouekt.ru/assets/fileattach/2585/STO%204205410\\_004.pdf?ysclid=16k  
sqzhv4y901748869](https://pozhprouekt.ru/assets/fileattach/2585/STO%204205410_004.pdf?ysclid=16k<br/>sqzhv4y901748869) (дата обращения: 19.07.2022).