

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Обеспечение объектов капитального строительства системами
пожаротушения

Студент

М.Е. Эмгрунт

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Е. Агольцев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы «Обеспечение объектов капитального строительства системами пожаротушения».

В разделе «Характеристика и описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства» представлено описание системы обеспечения пожарной безопасности административного здания и гаража ООО «АвтоБат».

В разделе «Обоснование противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями и наружными установками, обеспечивающих пожарную безопасность объектов капитального строительства» произведено описание и обоснование противопожарных расстояний между зданиями и сооружениями ООО «АвтоБат».

В разделе «Описание и обоснование принятых конструктивных и объёмно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций» произведён расчёт категории по взрывопожарной и пожарной опасности помещения склада автомобильных грузовых колёс в гараже.

В разделе «Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара» исследована возможность безопасной эвакуации людей, находящихся в административном здании ООО «АвтоБат» и представлена схема размещения модулей порошкового пожаротушения в помещениях гаражного здания исследуемого объекта.

В разделе «Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара» описана схема расстановки внутренних пожарных кранов в помещениях административного здания исследуемого объекта и рассчитан общий расход воды на внутреннее пожаротушение административного здания.

В разделе «Охрана труда» разработана процедура проведения вводного инструктажа по охране труда.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» исследовано воздействие автотранспортного предприятия на окружающую среду и разработан способ очистки воздуха помещений гаража от вредных отработанных газов и аэрозолей от двигателей внутреннего сгорания.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведено обоснование экономической целесообразности монтажа модульных установок порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос» в помещениях гаража ООО «АвтоБат» путём расчёта интегрального экономического эффекта.

Работа состоит из восьми разделов на 51 странице и содержит 8 таблиц и 8 рисунков.

Содержание

Введение.....	5
1 Характеристика и описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства	7
2 Обоснование противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями и наружными установками, обеспечивающих пожарную безопасность объектов капитального строительства	12
3 Описание и обоснование принятых конструктивных и объёмно- планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций	15
4 Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара	22
5 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара	26
6 Охрана труда.....	30
7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	33
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	38
Заключение	45
Список используемых источников.....	48

Введение

В последние годы было разработано несколько различных способов пожаротушения и методов подачи огнетушащего вещества для тушения пожара.

Задача состоит в том, чтобы найти оптимальный баланс между обеспечением максимальной противопожарной защиты, с одной стороны, и экономической целесообразностью с другой.

Основными приоритетами являются сведение к минимуму любого воздействия на имущество, находящееся внутри здания во время пожаротушения и обслуживания предлагаемой системы противопожарной защиты.

Соответствующие технические решения, которые в значительной степени способствуют выполнению этих условий, включают огнетушащее вещество систем пожаротушения и беспроводные сети обнаружения дыма.

Дым представляет наибольшую опасность для жизни в случае пожара, и следует принять все возможные меры, чтобы предотвратить его распространение по всему зданию.

Поиск наилучшего компромисса является ключом к обеспечению эффективной пожарной безопасности концепция для каждого здания.

Целью бакалаврской работы является обеспечение объектов капитального строительства системами пожаротушения.

Задачи:

- исследовать системы обеспечения пожарной безопасности административного здания и гаража ООО «АвтоБат»;
- исследовать и обосновать противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями и наружными установками, обеспечивающих пожарную безопасность ООО «АвтоБат»;
- исследовать и обосновать принятые конструктивные и объёмно-планировочные решения, степени огнестойкости и классы

конструктивной пожарной опасности строительных конструкций зданий и сооружений ООО «АвтоБат»;

- исследовать возможность безопасной эвакуации людей, находящихся в административном здании ООО «АвтоБат»;
- произвести анализ мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара;
- разработать регламентированную процедуру проведения вводного инструктажа по охране труда;
- исследовать воздействие автотранспортного предприятия на окружающую среду;
- разработать оборудование для рециркуляции дымов и газов при пожаре;
- рассчитать экономический эффект от предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в ООО «АвтоБат».

1 Характеристика и описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства

Основной деятельностью общества с ограниченной ответственностью «АвтоБат» является: деятельность, связанная с грузовыми перевозками. ООО «АвтоБат» включено в Реестр малого и среднего предпринимательства в категории микропредприятия.

Территория ООО «АвтоБат» имеет ограждение с двух сторон:

- административное здание – ограждение из железобетонных плит высотой 2,85 метров;
- гараж – ограждение из железобетонных плит высотой 1,65 метров, с козырьком из металлической сетки и колючей проволоки.

Генеральный план ООО «АвтоБат» представлен на рисунке 1.

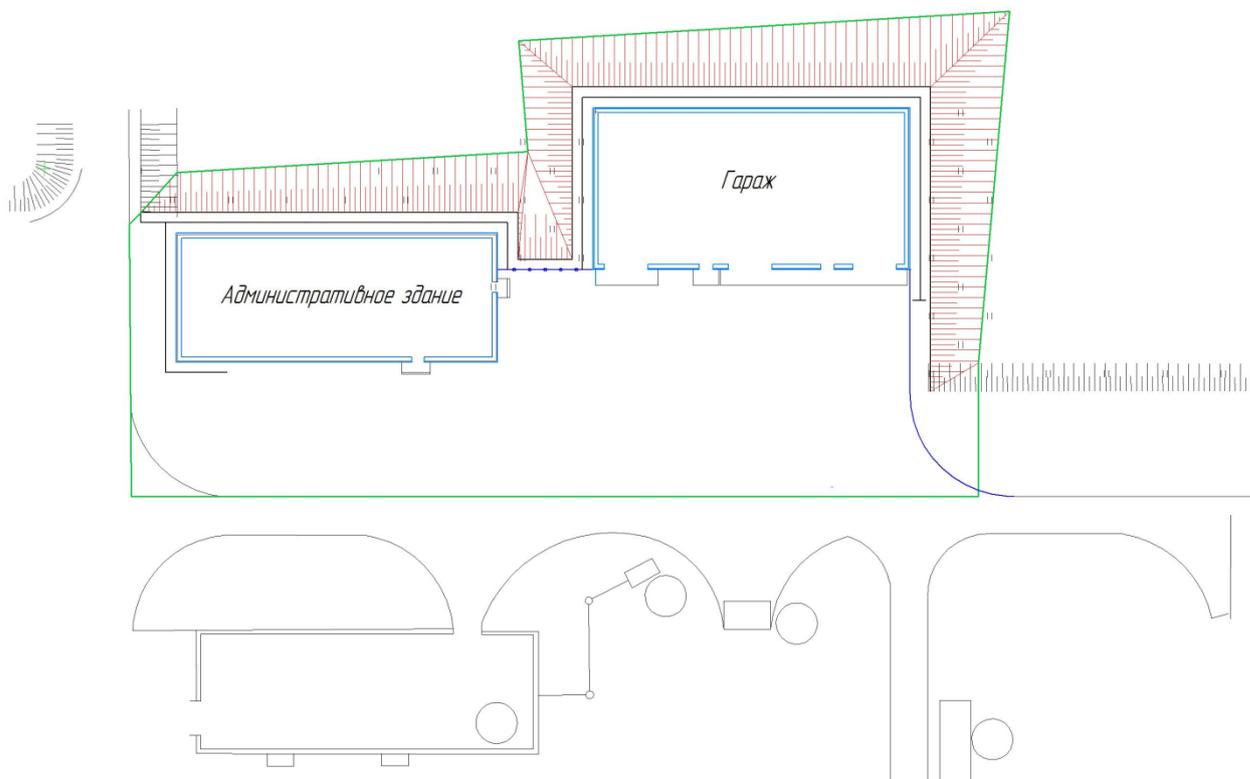


Рисунок 1 – Генеральный план ООО «АвтоБат»

Административное здание ООО «АвтоБат» одноэтажное 2-ой степени огнестойкости, размеры в плане 30 × 12 метров.

Класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1.

Фундамент выполнен из монолитной плиты и сборных железобетонных свай. Несущими конструкциями здания являются железобетонные колонны. Наружные стены здания монолитные железобетонные с утеплителем негорючего типа с наружной стороны, стены коридоров монолитные железобетонные, перекрытия и лестничные марши железобетонные, перегородки кирпичные, кровля мягкая на битумной мастике. Утеплитель кровли жесткие минераловатные плиты.

Отделочными материалами здания являются строительная штукатурка, гипсокартон, масляная краска, глазурованная плитка, бумажные обои под покраску, линолеум (полы покрыты линолеумом только в служебных помещениях, на путях эвакуации горючее покрытие полов отсутствует).

Здание гаража одноэтажное, 2-ой степени огнестойкости, размеры в плане 30 × 15 метров. Стены здания кирпичные, перекрытия железобетонные, перегородки кирпичные, кровля мягкая на битумной мастике. Отделочными материалами здания являются строительная штукатурка, гипсокартон, масляная краска, глазурованная плитка.

В административном здании объекта «для маломобильных групп населения предусмотрены условия жизнедеятельности, равные с остальными категориями населения, а именно:

- входы в здание оборудованы пандусами;
- на открытой стоянке легковых автомобилей и автобусов вблизи здания предусмотрены места для размещения автотранспортных средств инвалидов-сотрудников и посетителей, которые выделены разметкой и обозначены специальными символами.

План эвакуации из помещений административного здания ООО «АвтоБат» представлен на рисунке 2.

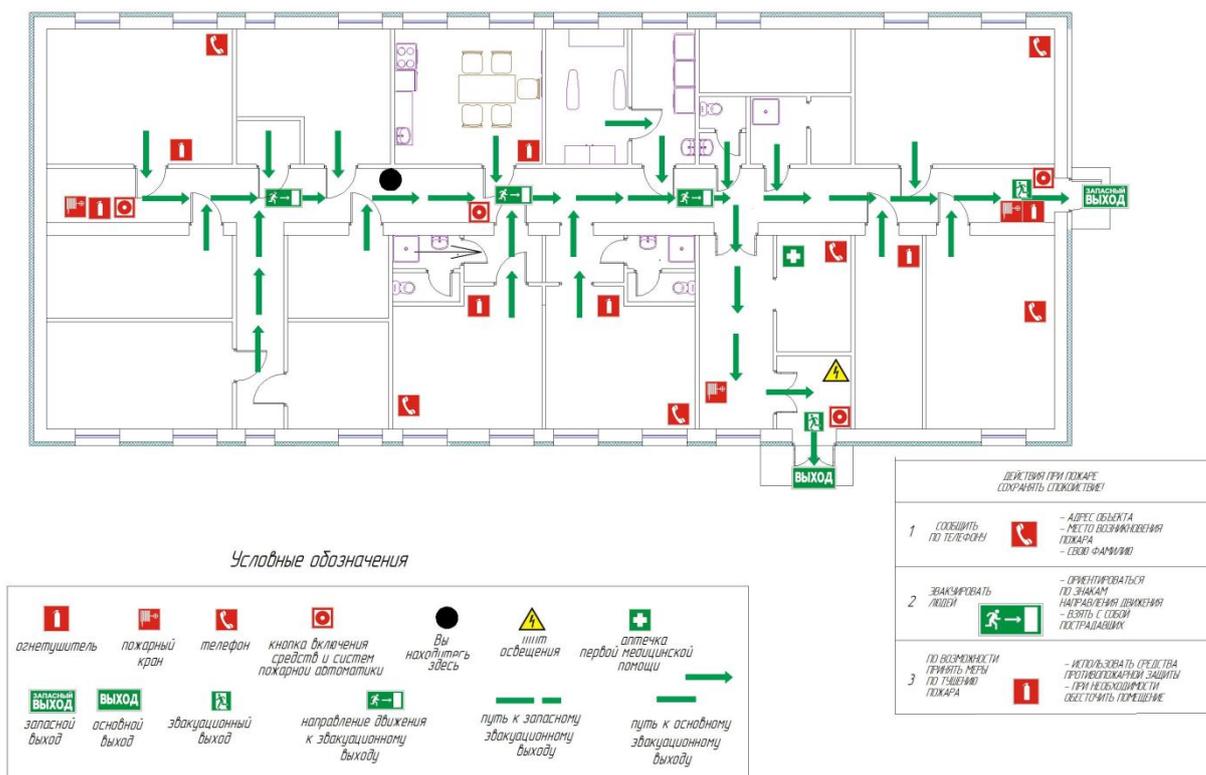


Рисунок 2 – План эвакуации из административного здания

Выходы из помещений исследуемого объекта защиты в соответствии с требованиями п. 3 ст. 89 ФЗ №123-ФЗ предусматриваются наружу:

- непосредственно (помещения здания гаража);
- через коридор (кабинеты в административном здании);
- в соседнее помещение (служебные помещения в административном здании и здании гаража).

Выходы из помещений объекта защиты выполнены через дверные проемы с samozакрывающимися дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30, кроме того не допускается облицовка помещений горючими полимерными покрытиями.

На объекте защиты предусматривается I категория по надежности электроснабжения электроприемников установок системы противопожарной защиты, а именно (п.4.2 СП 6.13130.2009):

- пожарной сигнализации;

- систем модульного порошкового пожаротушения;
- оповещения о пожаре;
- внутреннего и наружного противопожарного водопровода.

Электроприемники I категории по надежности электроснабжения предусматривается обеспечить вторым независимым источником питания, что соответствует требованиям ФЗ №123-ФЗ.

План размещения оборудования в административном здании ООО «АвтоБат» представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – План размещения оборудования в административном здании ООО «АвтоБат»

Установка автоматическая пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара, выдачи сигнала пожарной тревоги в помещение диспетчерской, включения системы оповещения, отключения вентиляции, включение систем удаления дыма и подпора воздуха.

В качестве автоматической системы пожарной сигнализации принята система на базе панели пожарной сигнализации XLS3000.

Функции автоматической пожарной сигнализации:

- распознавание двойной сработки извещателей в одном шлейфе;
- защита от ложных срабатываний путем автоматического сброса извещателей, питаемых по шлейфу;
- подключение адресно-аналоговых извещателей
- измерение значений запыленности, задымленности и графическое отображение статистики на экране компьютера;
- набор статистики для выработки мер повышения пожарной безопасности, организации технического обслуживания.

Вывод.

Целью создания системы предотвращения пожара на объекте защиты является исключение условий возникновения пожара. Данная цель достигается исключением условий образования горючей среды и исключением условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания (ст.48, п.п. 1, 2 ФЗ № 123-ФЗ).

Исключение условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания на объекте защиты достигается следующими способами:

- применение электрооборудования соответствующего по классу пожароопасной зоны;
- применение в конструкции быстродействующих средств защитного отключения электроустановок, которые могут привести к появлению источников зажигания;
- применение оборудования, режимов проведения технологического процесса, отделочных материалов покрытий исключающих образование статического электричества;
- устройство молниезащиты здания и территории объекта защиты;
- применение устройств (преград, перекрытий, клапанов и т.п.), исключающих возможность распространения пламени из одного объема в другой.

2 Обоснование противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями и наружными установками, обеспечивающих пожарную безопасность объектов капитального строительства

Нормативные документы, которые регламентируют противопожарное расстояние зданиями, сооружениями и наружными установками:

- Глава 16 Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.

«В соответствии со статьей 69. Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями должны обеспечивать нераспространение пожара на соседние здания, сооружения, применяется Свод правил 4.13130.2009 «Системы противопожарной защиты, ограничение распространения пожара на объектах защиты», п.4.3 настоящего свода противопожарные расстояния между жилыми, общественными и административными зданиями, зданиями, сооружениями и строениями промышленных организаций в зависимости от степени огнестойкости и класса их конструктивной пожарной опасности следует принимать в соответствии с таблицей 1» [11].

Таблица 1 – Минимальные расстояния зданий, сооружений и строений

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Минимальные расстояния зданий, сооружений и строений, м		
		I, II, III C0	II, III, IV C1	IV, V C2, C3
I, II, III	C0	6	8	10
II, III, IV	C1	8	10	12
IV, V	C2, C3	10	12	15

«Однако, в соответствии Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», постановлением Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2008 г. № 858 «О порядке разработки и утверждения сводов правил», согласно СНиП 31-02-2001 применяется Свод правил 55.13330.2011, при проектировании и строительстве должны быть предусмотрены установленные настоящим сводом правил меры по предупреждению возникновения пожара, противопожарные расстояния между домами, а также другими сооружениями должны соответствовать требованиям Технического регламента о требованиях пожарной безопасности (п.6.2) в соответствии СНиП 2.07.01» [11].

Противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями и наружными установками исследуемого объекта защиты (II-й степени огнестойкости) и смежными зданиями предусматриваются более 6 м (рисунок 4)

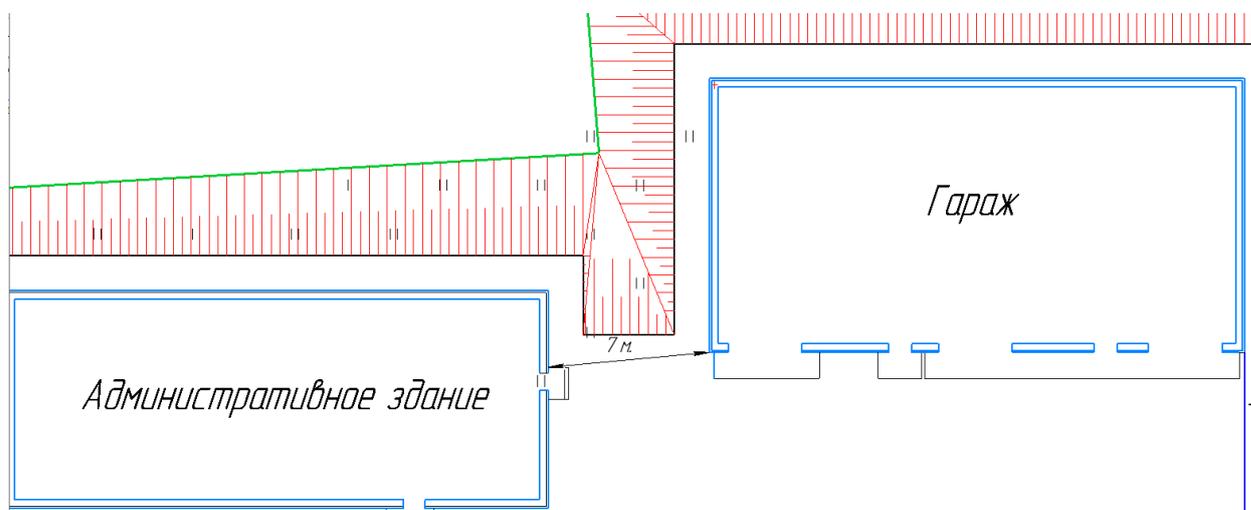


Рисунок 4 – Противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями и наружными установками исследуемого объекта защиты

«В соответствии с требованиями статьи 5 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – технический регламент) каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности целью создания

которой является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре» [11].

«В соответствии со статьей 63, 90 технического регламента в качестве первичных мер обеспечения системы противопожарной защиты предусматривается обеспечение беспрепятственного проезда пожарной техники к месту пожара, устройство к зданиям и сооружениям пожарных проездов, подъездных путей для пожарной техники, специальных или совмещенных с функциональными проездами и подъездами» [11].

«Требования к устройству проездов и подъездов к зданиям и сооружениям регламентируются разделом 8 СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»» [2].

Подъезд пожарных автомобилей к зданиям исследуемого объекта защиты осуществляется с двух сторон по всей его длине. При этом расстояние от края проезжей части дорог для движения пожарной техники до зданий и сооружений не более 8 м.

Проектом предусматривается возможность подъезда и забора воды пожарными автомобилями из резервуаров запаса воды для пожаротушения, а также предусматривается площадка для их разворота в соответствии с требованиями ст.98, п.8 ФЗ № 123-ФЗ.

Вывод: противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями ООО «АвтоБат» соответствуют требованиям нормативных документов.

3 Описание и обоснование принятых конструктивных и объемно планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций

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

Категории помещений 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.

При расчете критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо- (паро), пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей.

Количество пыли, которое может образовать пылевоздушную смесь, определяется из следующих предпосылок:

- расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);
- в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80 % геометрического объема

помещения.

Определение категорий помещений В1-В4 осуществляют путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее - пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице 2.

Таблица 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 положениями, изложенными ниже
В3	181–1400	В соответствии положениями, изложенными ниже
В4	1–180	На любом участке пола помещения площадь каждого из участков пожарной нагрузки не более 10 м ² . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется в соответствии положениями, изложенными ниже

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:

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

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

Q_{ni}^p - низшая теплота сгорания i -того материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

Удельная пожарная нагрузка g , МДж/м², определяется из соотношения:

$$g = Q/S, \quad (2)$$

где S - площадь размещения пожарной нагрузки, м^2 .

Если при определении категорий В2 или В3 количество пожарной нагрузки Q , определенное по формуле (1), отвечает неравенству:

$$Q \geq 0,64 g_{\tau} H^2, \quad (3)$$

где H - минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м;

то помещение будет относиться к категориям В1 или В2 соответственно.

Произведём расчёт категории по взрывопожарной и пожарной опасности помещения склада автомобильных грузовых колёс в гараже.

Помещение не относится к классу «А» так как в нем не обращаются горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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

Помещение не относится к классу «Б» так как в нем не обращаются Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более $28\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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

Производим расчет по категории помещений класса «В1-В4» так как в них обращаются твердые горючие 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 или Б

Исходные данные

Параметры помещения:

- длина: 10 м,
- ширина: 6 м,
- высота: 4,1 м.

Обращаются вещества, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Вещества и материалы, обращающиеся в помещении склада автомобильных грузовых колёс

Материал	Количество материала, кг.
Резина	105,00

Площадь пожарной нагрузки S : 60,00 м².

Минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия): 2,00 м.

Расчёт пожарной нагрузки представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчёт пожарной нагрузки

Наименование компонента	Всего, кг.	Низшая теплота сгорания, МДж/кг	Пожарная нагрузка Q , МДж
Резина	1050,00	33,52	35196,00
Итого:	1050,00		35196,00

В данном помещении минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до перекрытия составляет 2,00 м.

Пожарная нагрузка Q составляет 35196 МДж.

Удельная пожарная нагрузка g определяется так:

$$g = Q / S, \text{ МДж/м}^2 \quad (4)$$

где Q – пожарная нагрузка, МДж

S – площадь помещения, м^2

$$g = 35196 / 60,00 = 586,6 \text{ МДж/м}^2.$$

Это значение соответствует категории В3.

Определим, выполняется ли условие (формула 3).

После подстановки численных значений получим

$$0,64 \times g_T \times H^2 = 0,64 \times 1400,00 \times 4,00 = 3584,00 \text{ МДж.}$$

Так как $Q = 351960$ МДж и условие $Q \geq 3584,00$ МДж выполняется, помещение склада автомобильных грузовых колёс в здании гаража следует отнести к категории В1.

Таким образом, окончательно данное помещение относится к категории В1 и зоне класса П-Па по ФЗ №123-ФЗ.

В соответствии с п.6.2.12. СП 4.13130-2009 в здании гаража помещения категории В1 (складское помещение) отделяются от помещений Д, В, коридоров и лестниц противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа (предел огнестойкости не менее REI 45). В противопожарных перегородках 1-го типа предусматривается установка противопожарных дверей с пределом огнестойкости не менее REI 45. Противопожарные двери также должны быть оборудованы устройствами самозакрывания, уплотнениями притворов и открываться в направлении ближайшего выхода (п.6.5.6. СП 4.13130.2009 и п.2.3.113 ПУЭ). При этом противопожарные преграды (перекрытие, перегородки) выполняются с классом пожарной опасности К0 (п.5.3.3. СП 2.13130.2009).

Проектирование систем общеобменной вентиляции и кондиционирования осуществляется в соответствии с противопожарными требованиями СП 7.13130.2009.

Строительные конструкции венткамер выполняются с пределом огнестойкости не менее EI 45.

Для прокладки вентиляционных каналов предусматриваются шахты и каналы, отделяемые от смежных помещений противопожарными преградами. Вентиляционные шахты, коллекторы и транзитные участки воздуховодов предусматриваются с нормируемыми пределами огнестойкости. Конструкции воздуховодов, транзитных для данного помещения, предусматриваются с пределом огнестойкости не менее EI 45.

При возникновении пожара по сигналу от станции пожарной сигнализации предусматривается централизованное и автоматическое отключение систем вентиляции.

Воздуховоды системы вентиляции, прокладываемые открыто, подлежат обязательной огнезащитной обработке транзитных участков воздуховодов. Закрытие огнезадерживающих клапанов в системе вентиляции предусматривается автоматически (от автоматической пожарной сигнализации и (или) автоматических установок пожаротушения) и дистанционно (из помещения поста охраны и от ручных пожарных извещателей).

Вертикальная прокладка проводов и кабелей осуществляется в шахтах, имеющих предел огнестойкости не менее EI 45 с горизонтальными разделками с пределом огнестойкости по пересекаемому перекрытию. Двери электротехнических шахт и ниш предусматриваются противопожарными с пределом огнестойкости не менее EI 30. Прокладка проводов и кабелей в вентиляционных каналах (шахтах) не предусматривается.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 53315 кабельные линии систем противопожарной защиты прокладываются кабелями типа FRHF, кабельные линии остальных систем терминала – кабелями типа нг-НФ. Светильники аварийного освещения на путях эвакуации с автономными источниками питания обеспечиваются устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания.

Вывод.

Служебные и вспомогательные помещения отделены от помещений с технологическим оборудованием стенами из негоряемых материалов с пределом огнестойкости не менее R 120 (п.9.3 РД 153-34.0-49.101-2003).

На объекте предусматривается, что складские помещения выполняются из материалов группы НГ с пределом огнестойкости строительных конструкций не менее EI 45 (СП 4.13130.2009).

Двери выходов из производственных и складских помещений предусматриваются противопожарными с пределом огнестойкости не менее REI 45 и оборудуются приспособлениями для самозакрывания и уплотнениями в притворах. Открывание дверей должно быть по направлению ближайшего выхода (п.6.5.6. СП 4.13130.2009 и ФЗ №123-ФЗ).

4 Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара

Выходы из помещений исследуемого объекта защиты в соответствии с требованиями п. 3 ст. 89 ФЗ №123-ФЗ предусматриваются наружу:

- непосредственно (помещения здания гаража);
- через коридор (кабинеты в административном здании);
- в соседнее помещение (служебные помещения в административном здании и здании гаража).

Выходы из помещений объекта защиты выполнены через дверные проемы с самозакрывающимися дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30, кроме того не допускается облицовка помещений горючими полимерными покрытиями.

На случай возникновения пожара должна быть обеспечена возможность безопасной эвакуации людей, находящихся в административном здании ООО «АвтоБат». На видных местах должны быть вывешены «Планы эвакуации людей».

Первичные средства пожаротушения имеют сертификаты соответствия, установленные стандартом или ТУ в Российской Федерации.

Огнетушители опломбированы, иметь исправный раструб. При отправке на перезарядку

Проектной документацией для защиты помещений гаража предусмотрено 8 модульные установки порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос».

Автоматическая установка порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения типа МПП(р)-8У и МПП(р)-2,5-2С (торговая марка «БУРАН») предназначена для обнаружения, локализации и тушения пожара, в соответствии с ГОСТ 12.3.046-91 в защищаемом помещении и выдачи сигнала пожарной тревоги в помещение с постоянным присутствием дежурного персонала.

Модули порошкового пожаротушения МПП(р)-8У, МПП(р)-2,5-2С имеет сертификат пожарной безопасности.

Для управления установкой, контроля хранения и выпуска порошка на защищаемые площади принято оборудование фирмы Honeywell, серийно выпускаемое и имеющее сертификаты соответствия и сертификаты пожарной безопасности.

В дежурном режиме работы установки пожарная панель осуществляет постоянный контроль за появлением дыма в защищаемом пространстве и исправностью шлейфов пожарной сигнализации с пожарными извещателями, цепей контроля и управления, а также за исчезновением электроснабжения.

При пожаре, на модуль TC810N1013, выдается соответствующий сигнал от адресной пожарной станции XLS3000.

При срабатывании одного пожарного извещателя выдается сигнал «Внимание» с включением индикации и звукового сигнала, при срабатывании второго пожарного извещателя выдается сигнал «Пожар» с включением светозвуковых оповещателей «Порошок – уходи!». Отключается общеобменная вентиляция, закрываются огнезадерживающие клапаны в защищаемом помещении.

Через 30 секунд прибор осуществляет выдачу сигнала «Порошок не входи!» при входе в помещение (световой оповещатель) и дает импульс на модули установки пожаротушения.

Включение автоматической установки порошкового пожаротушения осуществляется в автоматическом режиме – от системы пожарной сигнализации со станции XLS3000; в дистанционном – режиме от кнопки запуска.

Установка обеспечивает выдачу звуковых и световых сигналов оповещения, сигналов на управление инженерными системами, а также сигналов пожарной тревоги (в т.ч. сигналов контроля работоспособности) на станцию пожарной сигнализации XLS3000.

Для обнаружения пожара применяются адресно-аналоговые оптоэлектронные извещатели ТС806В1076 с розеткой 14506414-002 (European-style, 4" (10.16 cm) фирмы Honeywell, подключаемые в кольцевой адресный шлейф пожарной сигнализации платы LCM-320.

Подача импульса на выпуск порошка на защищаемые площади производится модулями управления ТС810N1013.

Структурная схема порошкового пожаротушения в помещениях гаражного здания исследуемого объекта представлена на рисунке 5.

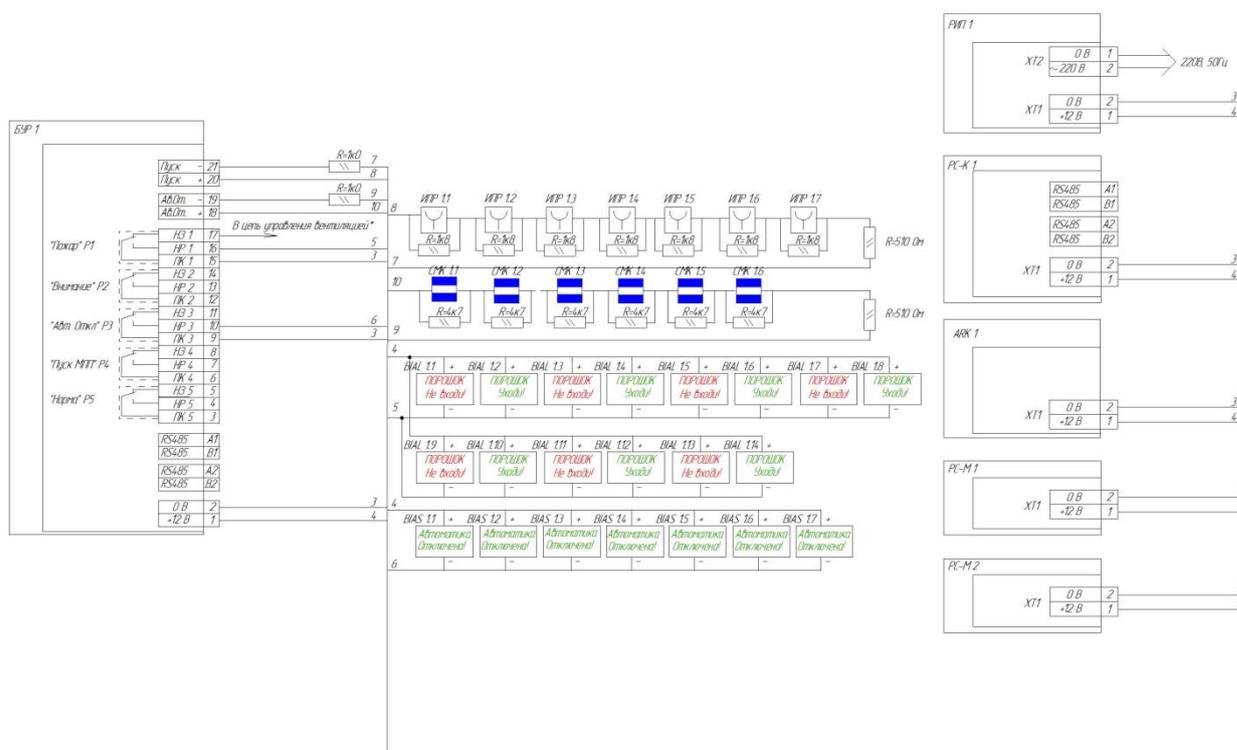


Рисунок 5 – Структурная схема порошкового пожаротушения в помещениях гаражного здания исследуемого объекта

На входе в защищаемые помещения установлены кнопки местного запуска АУППТ «ИОПР 513/101-1» «Пуск порошка» желтого цвета и кнопка восстановления автоматики.

На дверях устанавливаются дверные доводчики TS-73.

Отключение вентиляции в защищаемых помещениях предусмотрено через модуль ХР6-Р и УК/ВК-04 на программном уровне (данные приборы предусмотрены разделом ПС).

Предусмотрена возможность отмены запуска порошкового пожаротушения из помещения охраны.

Задержка выпуска огнетушащего вещества после обнаружения загорания пожарной сигнализацией принимается равной 30 секундам и реализуется логикой панели XLS3000.

Шлейфы пожарной сигнализации и шлейфы контроля и управления АУППТ выполняются негорючим экранированным проводом связи с медными жилами, в двойной изоляции, с диаметром сечения, соответствующим техническим условиям на извещатели и светозвуковые оповещатели, но не менее 0,5 мм.

Принят кабель КПСЭнг(А)-FRHF. Прокладка шлейфов пожарной сигнализации в защищаемых помещениях и по трассам ведется отдельно от всех силовых, осветительных кабелей и проводов в гофротрубах ПВХ d=20мм и электротехнических коробах.

Согласно ФЗ №123-ФЗ по степени обеспечения надежности электроснабжения, автоматическая установка порошкового пожаротушения относится к потребителям I категории. Питание установки осуществляется от сети переменного тока напряжением 220В (рабочий и резервный ввод) и блока резервного питания (аккумуляторы).

Вывод:

Эксплуатация модулей порошкового пожаротушения производится с соблюдением требований безопасности ФЗ №123-ФЗ а также «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 03-576-03). Установка порошкового блока произведена в местах, исключающих возможность механических повреждений и попадания на них прямых солнечных лучей, а также на расстоянии от нагревательных приборов: не менее 1 м – для корпуса модуля.

5 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара

Для обеспечения деятельности пожарных подразделений при возникновении пожара на объекте защиты, в соответствии со ст.90 ФЗ № 123-ФЗ, предусматривается ряд мероприятий, включающих в себя обеспечение устройства:

- пожарных проездов и подъездов пожарной техники к зданиям объекта;
- пожарных лестниц и других средств подъема личного состава подразделений пожарной охраны и пожарной техники на этажи и кровлю зданий;
- противопожарного водопровода, в том числе пожарных резервуаров запаса воды;
- индивидуальных средств спасения людей.

Подъезд пожарных автомобилей к зданиям исследуемого объекта защиты осуществляется с двух сторон по всей его длине. При этом расстояние от края проезжей части дорог для движения пожарной техники до зданий и сооружений не более 8 м.

«Личный состав дежурного караула (смены), прибывший к месту вызова, выходит из пожарного автомобиля только по распоряжению командира отделения или старшего должностного лица, прибывшего во главе дежурного караула (смены), после полной остановки пожарного автомобиля» [3].

«Личный состав пожарной охраны прибывает на место пожара, проведения аварийно-спасательных и специальных работ одетым в боевую одежду и обеспеченным средствами индивидуальной защиты с учетом выполняемых задач. Водителям пожарных автомобилей допускается одевание боевой одежды по прибытии к месту вызова» [3].

Проектом предусматривается возможность подъезда и забора воды пожарными автомобилями из резервуаров запаса воды для пожаротушения, а также предусматривается площадка для их разворота в соответствии с требованиями ст.98, п.8 ФЗ № 123-ФЗ.

Пожарные краны размещаются в шкафах ШПК-320Н навешиваемых на стены, которые также комплектуются двумя ручными огнетушителями ОП-5.

Расстановка внутренних пожарных кранов осуществляется таким образом, чтобы каждая точка помещения орошалась двумя струями, по одной от двух пожарных кранов.

Схема расстановки внутренних пожарных кранов в помещениях административного здания исследуемого объекта представлена на рисунке 6.

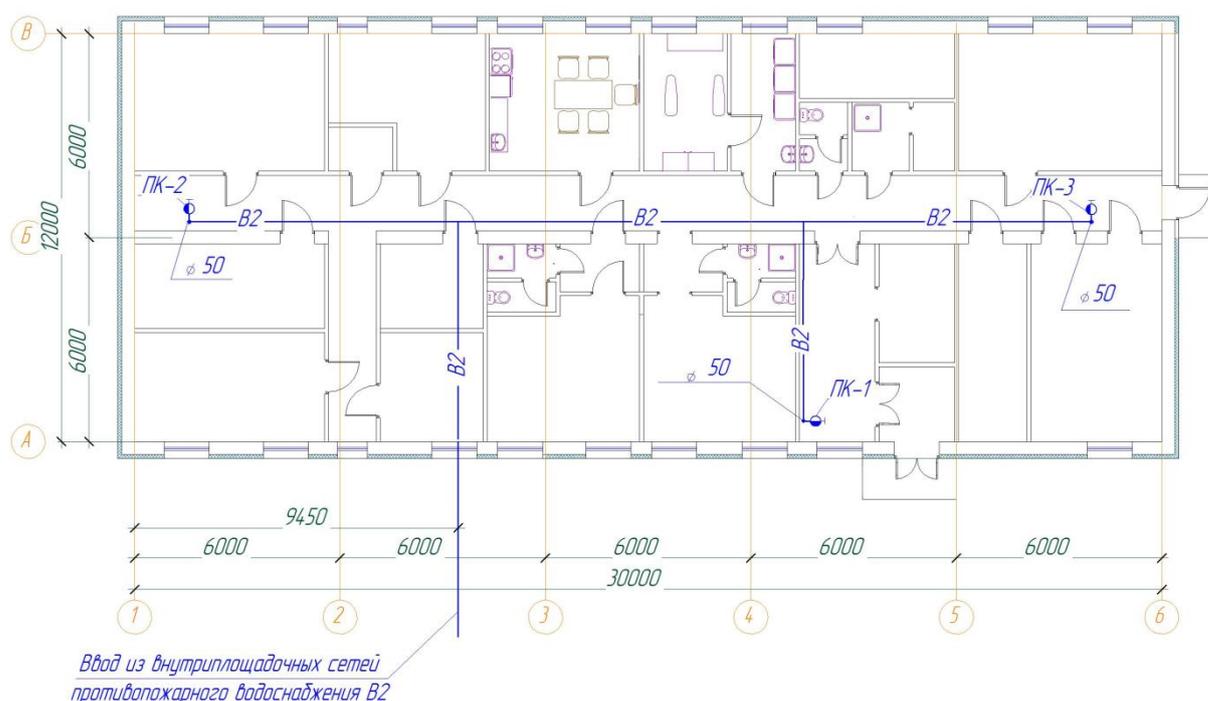


Рисунок 6 – Схема расстановки внутренних пожарных кранов в помещениях административного здания исследуемого объекта

Для получения требуемого расхода внутреннего противопожарного водопровода воды (3,6 л/сек) принимаются пожарные краны Ду-50 мм в комплекте с пожарными рукавами, стволами и соединительными головками.

Исходя из нормативного расхода и числа пожарных струй, определённых в соответствии со СП 10.13130.2009, общий расход воды на внутреннее пожаротушение административного здания составит:

$$Q_{\text{вн.}} = n_{\text{ств.}} \times q_{\text{ств.}}, \text{ л/с.} \quad (5)$$

где $n_{\text{ств.}}$ – количество пожарных кранов.

$q_{\text{ств.}}$ – расход (номинальный) воды одного ствола от пожарного крана, л/с.

$$Q_{\text{вн.}} = 3 \times 3,6 = 10,8 \text{ л/с.}$$

Внутренний противопожарный водопровод здания оборудован пожарными кранами диаметром 50 мм, пожарными стволами РС-50 с диаметрами насадков 13 мм, пожарными рукавами длиной 20 м диаметром 51 мм. При этом в соответствии с табл.3 СП 10.13130.2009 при расходе струи 3,6 л/с требуемый напор у пожарного крана $H_{\text{пк.}} = 0,406$ МПа, а высота компактной части пожарной струи $R_k = 18$ м.

Требуемый расход на внутреннее пожаротушение составит:

$$Q = Q_{\text{пк}} \quad (6)$$

где $Q_{\text{пк}}$ – общий расход воды на внутреннее пожаротушение административного здания, л/с.

$$Q = Q_{\text{пк}} = 10,8 \text{ л/с}$$

Монтажные работы должны выполняться специализированной организацией имеющей квалифицированных специалистов и необходимые лицензии на данные виды работ, при строительной готовности объекта, в строгом соответствии с действующими нормами и правилами на монтаж, испытания и сдачу в эксплуатацию установок пожарной сигнализации РД 78.145-93.

Наружное пожаротушение обеспечивается не менее чем от 2-х пожарных гидрантов, расположенных на кольцевой наружной водопроводной сети, с учетом прокладки рукавных линий длиной не более 200 м по дорогам с твердым покрытием.

«Во избежание разрывов и выброса воды под напором при прокладке рукавных линий необходимо следить, чтобы напорные рукава не имели резких перегибов. Не допускается прокладка пожарных напорных рукавов по острым или горящим (тлеющим) предметам, поверхностям, залитым горюче-смазочными материалами или химикатами» [3].

«Во избежание гидравлических ударов и разрывов пожарных напорных рукавов подача воды в рукавную линию осуществляется путем постепенного открытия клапанов напорных патрубков насоса и разветвлений. Запрещается резко повышать давление в насосе, а также резко перекрывать пожарный ствол» [3].

«При использовании пожарного гидранта его крышка открывается пожарным крюком или ломом движением от себя. При этом необходимо следить, чтобы крышка не упала на ноги открывающего» [3].

Расход на наружное пожаротушение здания принимается не менее 30 л/сек.

Выводы.

Безопасность подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара обеспечивается при соблюдении требований Приказа Минтруда России от 11.12.2020 № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» всеми участниками тушения пожара.

6 Охрана труда

Порядок проведения вводного инструктажа регламентирован Постановлением Министерства труда и социального развития РФ и Минобразования России от 13.01.2003 № 1/29 «Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций» и ГОСТ 12.0.004-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

«Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие работы на выделенном участке, обучающиеся образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящие в организации производственную практику, и другие лица, участвующие в производственной деятельности организации, проходят в установленном порядке вводный инструктаж, который проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности» [4].

«Вводный инструктаж по охране труда проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом)» [4].

«При необходимости по решению руководителя предприятия вводный инструктаж проводят и для лиц, посещающих производственные подразделения предприятия и (или) находящихся на подконтрольных предприятию территории и объектах в иных целях» [4].

Регламентированная процедура проведения вводного инструктажа по охране труда представлена на рисунке 7.

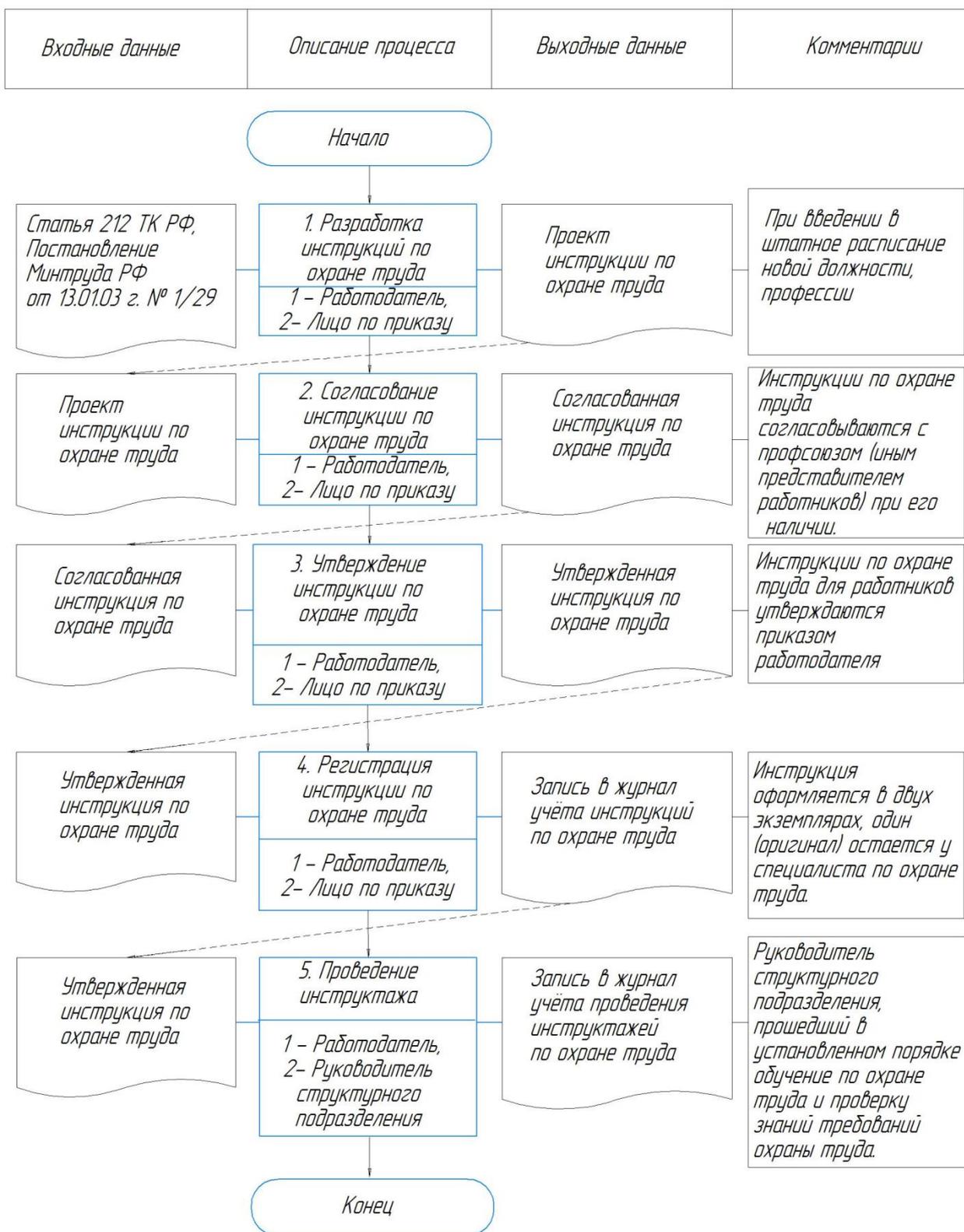


Рисунок 7 – Регламентированная процедура проведения вводного инструктажа по охране труда

«Содержание программ вводного инструктажа для различных категорий работающих может быть различным» [4].

«Программы инструктажа разрабатываются и утверждаются организатором обучения в установленном порядке, исходя из требуемых мер организации работ, безопасности и гигиены при выполнении конкретных трудовых функций работающего с учетом национальных нормативных требований охраны труда» [4].

Вывод:

Программа вводного инструктажа разрабатывается на основе инструкций, которые необходимо знать и соблюдать на том или ином рабочем месте. Работодателям, отнесенным в соответствии с действующим законодательством к организациям микро- и малого бизнеса, разрешили совместить проведение с работником вводного инструктажа по охране труда и инструктажа по охране труда на рабочем месте. А также вправе для всех видов инструктажей по охране труда вести единый журнал регистрации проведения инструктажа по охране труда.

7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

ООО «АвтоБат» воздействует на окружающую среду путём выработки отработанных газов и аэрозолей от двигателей внутреннего сгорания и при возможном пожаре в помещениях.

«Все горючие материалы в условиях пожара выделяют токсичные продукты горения. Показательно, что уже в количестве нескольких граммов горючие материалы в 1 м³ объема создают чрезвычайно опасную среду» [20].

«Следовательно, на пожарах, где сгорают не граммы, а десятки и более килограммов горючего и выделяется около 5-6 м³ продуктов горения на 1 кг горючей нагрузки, практически всегда создается токсичная обстановка» [20].

«Наиболее токсичны продукты горения синтетических полимерных материалов. Большинство пластмасс при горении выделяют ядовитые вещества – такие как: циан водорода, оксид углерода, акролеин, хлористый водород, окислы азота, различные алифатические и ароматические углеводороды и др. Чрезвычайно опасен в санитарно-гигиеническом отношении поролон, повсеместно использующийся в изготовлении мебели. Этот продукт при горении выделяет цианосодержащий газ, даже в незначительных количествах являющиеся высокотоксичными и поражающими дыхательную и нервную системы человека» [20].

«Все полимерные материалы, входящие в состав горючей нагрузки, содержат добавки, которые также образуют токсичные продукты горения, например, входящие в состав антипиренов соединения Al, B, Bi, Sn, Zn, Sb, Cd, P, As. Красители, связующие, пластификаторы и т.д. при горении также образуют вредные и токсичные соединения. Так, ДСП и ДВП содержат до 10% масс, связующих, например, полиформальдегида, выделяющего при горении формальдегид. Полностью избежать образования токсичных продуктов горения практически невозможно, если не исключить использование самих материалов» [20].

Разработаем способ очистки воздуха помещений гаража от вредных отработанных газов и аэрозолей от двигателей внутреннего сгорания.

«В настоящее время основным направлением снижения токсичности отработанных газов автомобилей является оптимизация процессов сжигания топлива непосредственно в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания и применение каталитических дожигателей. Первый способ применим только для новых двигателей, а второй характеризуется высокой стоимостью» [20].

«Большая часть токсичных компонентов (до 90 %) в отработанных газах находится в газообразном состоянии и содержит оксиды серы, азота, углерода и углеводородов. Твердая фаза состоит в основном из частиц сажи» [19].

«К несгоревшим газам относят и обычную окись углерода, образующаяся при сжигании в том или ином количестве. В выхлопных газах двигателя, работающего на нормальном бензине и при нормальном режиме, содержится в среднем 2,7% оксида углерода. При снижении скорости эта доля увеличивается до 3,9%, а на холостом ходу – до 6,9%» [1].

«Оксид углерода, углекислый газ и большинство других газовых выделений двигателей внутреннего сгорания (ДВС) тяжелее воздуха, поэтому все они скапливаются у земли, соединяются с гемоглобином крови и мешают ему нести кислород в ткани организма. Тем самым оказывают токсическое воздействие на человека» [1].

«В выхлопных газах содержатся также альдегиды, обладающие резким запахом и раздражающим действием. К ним относятся акролеины и формальдегид: последний обладает особенно сильным действием. Пары формальдегида вызывают такие заболевания как, конъюнктивит, насморк, бронхит и т.д. В автомобильных выбросах содержатся также оксиды азота. Двуокись азота играет большую роль в образовании продуктов превращения углеводородов в атмосферном воздухе. В выхлопных газах присутствуют неразложившиеся углеводороды топлива. Среди них особое место занимают

непредельные углеводороды этиленового ряда, в частности гексен и пентен» [1].

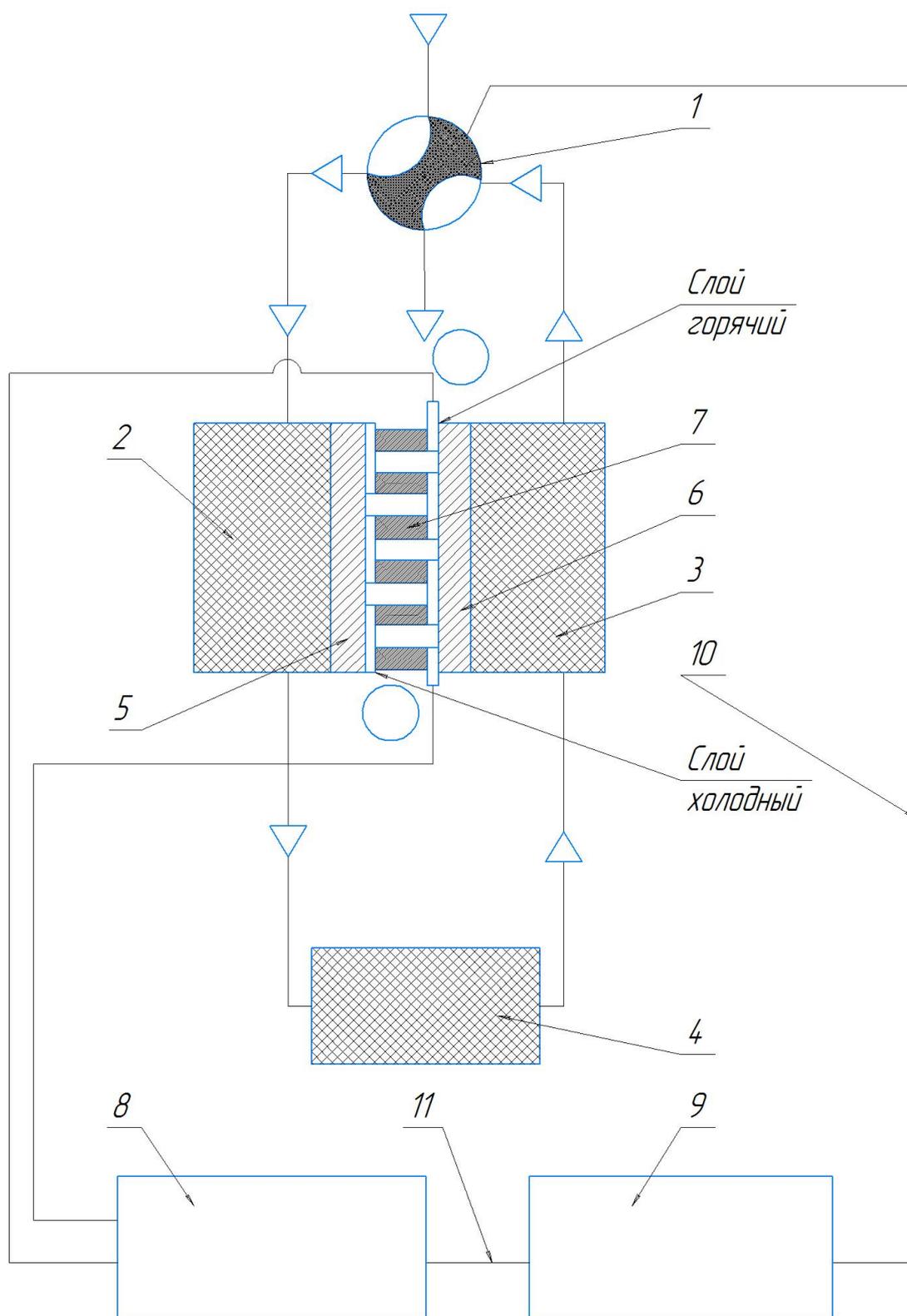
«Из-за неполного сгорания топлива в двигателе автомашины часть углеводородов превращается в сажу, содержащую смолистые вещества. Особенно много сажи и смол образуется при технической неисправности мотора и в моменты, когда водитель, форсируя работу двигателя, уменьшает соотношение воздуха и горючего, стремясь получить так называемую «богатую смесь». В этих случаях за машиной тянется видимый хвост дыма, который содержит полициклические углеводороды и, в частности, бензпирен, являющиеся канцерогенным веществом» [1].

Рассмотрим изобретение № RU2274485C2 «Способ очистки воздуха от оксида углерода», автор – Ерохин Сергей Николаевич (RU), патентообладатель – Федеральное государственное унитарное предприятие «Тамбовский научно-исследовательский химический институт» (ФГУП «ТамбовНИХИ») (RU), подача заявки 06.07.2004 [7].

«Изобретение относится к сорбционно-каталитической очистке воздуха от загрязняющих веществ и может быть использовано для систем очистки от токсичных компонентов наземных и подводных обитаемых объектов, а также от токсичных компонентов выхлопных газов выбрасываемой в атмосферу вентиляционной вытяжки из многоэтажных наземных и подземных гаражей - стоянок закрытого типа, станций техобслуживания, автодорожных тоннелей, складских помещений и терминалов с заездом внутрь автомобильного транспорта, а также для очистки приточной вентиляции помещений в случае забора воздуха в местах его высокого загрязнения выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания, а также салонов и кабин наземного транспорта от оксида углерода» [7].

«Технический результат заявляемого изобретения-способа заключается в создании более простого и надежного способа очистки воздуха от оксида углерода и других токсичных примесей» [7].

На рисунке 8 изображен данный способ очистки.



1 – переключатель потока воздуха, 2,3 – адсорберы, 4 – патрон, 5,6 – теплообменники, 7 – термоэлектрический элемент, 8 – переключатель направления электрического тока, 9 – синхронизатор переключений, 10 – линия управления, 11 – линия к источнику питания

Рисунок 8 – Способ очистки воздуха от оксида углерода

«Очищаемый воздух последовательно пропускают через адсорбер 2, либо 3, содержащий регенерируемый поглотитель паров воды, например силикагель с размером гранул от 0,5 до 2 мм, при температуре адсорбента в диапазоне температур от -10 до +50 °С, которую регулируют блоком питания 8 путем подачи заданного напряжения на термоэлектрические элементы 7. После этого воздух подают в патрон 4 с катализатором окисления оксида углерода, например с гопкалитом, после патрона с катализатором окисления воздух пропускают через второй адсорбер 3 с регенерируемым адсорбентом паров воды и одновременно с регенерацией адсорбента производят насыщение очищенного воздуха парами воды. При этом поддерживают повышенную температуру в адсорбере 3 за счет нагрева адсорбента на 15-30 градусов выше температуры адсорбера 2 за счет регулирования величины напряжения и направления электрического тока, подаваемого на термоэлектрические элементы 7. После окончания цикла десорбции производят переключение направления воздушного потока и электрического тока в термоэлектрических элементах 7» [7].

«Синхронное переключение направления электрического тока в термоэлектрических элементах и переключение направления потока воздуха обеспечивает синхронную работу адсорберов, которые за счет этого могут работать неограниченное время без остановок на проведение сорбции и десорбции адсорбента» [7].

Вывод: разработанный способ очистки воздуха от вредных газов и аэрозолей от двигателей внутреннего сгорания позволит снизить воздействие автотранспортного предприятия на окружающую среду.

8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Произведём обоснование экономической целесообразности монтажа модульных установок порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос» в помещениях гаража ООО «АвтоБат».

Проектной документацией для защиты помещений гаража ООО «АвтоБат» предусмотрено 8 модульных установок порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос».

Автоматическая установка порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения типа МПП(р)-8У и МПП(р)-2,5-2С (торговая марка «БУРАН») предназначена для обнаружения, локализации и тушения пожара, в соответствии с ГОСТ 12.3.046-91 в защищаемом помещении и выдачи сигнала пожарной тревоги в помещение с постоянным присутствием дежурного персонала.

Для обнаружения пожара применяются адресно-аналоговые оптико-электронные извещатели ТС806В1076 с розеткой 14506414-002 (European-style, 4" (10.16 cm) фирмы Honeywell, подключаемые в кольцевой адресный шлейф пожарной сигнализации платы LCM-320.

Подача импульса на выпуск порошка на защищаемые площади производится модулями управления ТС810N1013.

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров в помещениях гаража ООО «АвтоБат» будет производиться по двум вариантам:

- помещения гаража ООО «АвтоБат» не оборудованы автоматической установкой порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения;
- помещения гаража ООО «АвтоБат» оборудованы автоматической установкой порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 5.

Таблица 5 – План мер по обеспечению пожарной безопасности на исследуемом объекте

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование автоматической установки порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения типа МПП(р)-8У и МПП(р)-2,5-2С в помещениях гаража ООО «АвтоБат»	2022 год
Монтаж автоматической установки порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения типа МПП(р)-8У и МПП(р)-2,5-2С в помещениях гаража ООО «АвтоБат»	2022 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Рассчитаем площадь пожара в помещениях гаража ООО «АвтоБат» по формуле 7:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 2 \text{ м}^2, \quad (7)$$

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

$B_{\text{свг}}$ – время свободного горения, мин.» [9]

$$F''_{\text{пож}} = 3,14(1 \times 14)^2 2 = 1230 \text{ м}^2,$$

Так как площадь гаража составляет 450 м^2 то площадь пожара будет ограничена размерами здания. Соответственно площадь пожара – 450 м^2 .

Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров в помещениях гаража ООО «АвтоБат» представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров в помещениях гаража ООО «АвтоБат»

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
1	2	3	4
Площадь пожара	м^2	450	4
Площадь здания	м^2	450	
Стоимость оборудования	руб./ м^2	60000	
Стоимость частей зданий и строений	руб./ м^2	20000	

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Вероятность возникновения загорания	1/м ² в год	3,1·10 ⁻⁵	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [9]	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [9]	P_1	0,79	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [9]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [9]	κ	1,63	

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров в помещениях гаража ООО «АвтоБат» производится по формуле 8.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (8)$$

«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» [9]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (9)$$

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

F – площадь объекта, м²;

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

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [9].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (10)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами»
[9].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 3,1 \cdot 10^{-5} \times 450 \times 60000 \times 450 \times (1+1,63) \times 0,86 = 851907 \text{ руб./год};$$
$$M(\Pi_2) = 3,1 \cdot 10^{-5} \times 450 \times (60000 \times 450 + 20000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 =$$
$$= 93097,1 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 3,1 \cdot 10^{-5} \times 450 \times 60000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,86 = 7272,51 \text{ руб./год};$$
$$M(\Pi_2) = 3,1 \cdot 10^{-5} \times 450 \times (60000 \times 4 + 20000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 =$$
$$= 895,83 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от пожаров в помещениях гаража ООО «АвтоБат»:

– если помещения гаража ООО «АвтоБат» не оборудованы автоматической установкой порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 851907 + 93097,1 = 945004,1 \text{ руб./год};$$

– если помещения гаража ООО «АвтоБат» оборудованы автоматической установкой порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 7272,51 + 895,83 = 8168,34 \text{ руб./год.}$$

Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование автоматической установки порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения типа МПП(р)-8У и МПП(р)-2,5-2С в помещениях гаража ООО «АвтоБат»	30000
Стоимость оборудования порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения типа МПП(р)-8У и МПП(р)-2,5-2С	250000
Монтаж автоматической установки порошкового пожаротушения на основе модулей порошкового пожаротушения типа МПП(р)-8У и МПП(р)-2,5-2С в помещениях гаража ООО «АвтоБат»	100000
Пуско-наладочные работы	20000
Итого:	400000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения по формуле 11:

$$P = A + C \quad (11)$$

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» [9].

$$P=35000+317500=352500 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 12:

$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} \quad (12)$$

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

$C_{\text{с.о.п.}}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [9].

$$C_2=17500+300000=317500 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 13:

$$C_{т.р.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (13)$$

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

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %» [9].

$$C_{т.р.} = \frac{350000 \times 5}{100} = 17500 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 14:

$$C_{с.о.п.} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (14)$$

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

$ЗПЛ$ – заработная плата 1 работника, руб./мес» [9].

$$C_{с.о.п.} = 12 \times 1 \times 25000 = 300000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 15:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (15)$$

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

H_a – норма амортизации, %» [9].

$$A = \frac{350000 \times 10}{100} = 35000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа модульных установок порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос» в помещениях гаража ООО «АвтоБат» составит:

$$И_t = ([M(П1) - M(П2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (16)$$

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

t – год осуществления затрат;

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

M(П1), M(П2) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

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

P1, P2– эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [9].

Расчёт денежных потоков представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчёт денежных потоков

Год проекта	M(П1)-M(П2)	Д	[M(П1)-M(П2)]Д	K ₂ -K ₁	Денежные потоки
1	584335,76	0,91	531745,54	400000	131745,54
2	584335,76	0,83	484998,68	-	484998,68
3	584335,76	0,75	438251,82	-	438251,82
4	584335,76	0,68	397348,32	-	397348,32
5	584335,76	0,62	362288,17	-	362288,17
6	584335,76	0,56	327228,03	-	327228,03
7	584335,76	0,51	298011,24	-	298011,24
8	584335,76	0,47	274637,81	-	274637,81
9	584335,76	0,42	245421,02	-	245421,02
10	584335,76	0,39	227890,95	-	227890,95

Вывод: интегральный экономический эффект от монтажа модульных установок порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос» в помещениях гаража ООО «АвтоБат» за десять лет существования проекта составит 3187821,58 рублей. Реализация проекта экономически выгодно.

Заключение

Целью создания системы предотвращения пожара на объекте защиты является исключение условий возникновения пожара. Данная цель достигается исключением условий образования горючей среды и исключением условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания (ст.48, п.п. 1, 2 ФЗ № 123-ФЗ).

Исключение условий образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания на объекте защиты достигается следующими способами:

- применение электрооборудования соответствующего по классу пожароопасной зоны;
- применение в конструкции быстродействующих средств защитного отключения электроустановок, которые могут привести к появлению источников зажигания;
- применение оборудования, режимов проведения технологического процесса, отделочных материалов покрытий исключающих образование статического электричества;
- устройство молниезащиты здания и территории объекта защиты;
- применение устройств (преград, перекрытий, клапанов и т.п.), исключающих возможность распространения пламени из одного объема в другой.

Подъезд пожарных автомобилей к зданиям исследуемого объекта защиты осуществляется с двух сторон по всей его длине. При этом расстояние от края проезжей части дорог для движения пожарной техники до зданий и сооружений не более 8 м.

Проектом предусматривается возможность подъезда и забора воды пожарными автомобилями из резервуаров запаса воды для пожаротушения, а также предусматривается площадка для их разворота в соответствии с требованиями ст.98, п.8 ФЗ № 123-ФЗ.

Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями ООО «АвтоБат» соответствуют требованиям нормативных документов.

Служебные и вспомогательные помещения отделены от помещений с технологическим оборудованием стенами из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее R 120 (п.9.3 РД 153-34.0-49.101-2003).

На объекте предусматривается, что складские помещения выполняются из материалов группы НГ с пределом огнестойкости строительных конструкций не менее EI 45 (СП 4.13130.2009).

Двери выходов из производственных и складских помещений предусматриваются противопожарными с пределом огнестойкости не менее REI 45 и оборудуются приспособлениями для самозакрывания и уплотнениями в притворах. Открывание дверей должно быть по направлению ближайшего выхода (п.6.5.6. СП 4.13130.2009 и ФЗ № 123-ФЗ).

Проектной документацией для защиты помещений гаража предусмотрено 8 модульные установки порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос».

Эксплуатация модулей порошкового пожаротушения производится с соблюдением требований безопасности ФЗ № 123-ФЗ а также «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 03-576-03). Установка порошкового блока произведена в местах, исключающих возможность механических повреждений и попадания на них прямых солнечных лучей, а также на расстоянии от нагревательных приборов: не менее 1 м – для корпуса модуля.

Безопасность подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара обеспечивается при соблюдении требований Приказа Минтруда России от 11.12.2020 № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» всеми участниками тушения пожара.

Программа вводного инструктажа разрабатывается на основе инструкций, которые необходимо знать и соблюдать на том или ином рабочем месте. Работодателям, отнесенным в соответствии с действующим

законодательством к организациям микро- и малого бизнеса, разрешили совместить проведение с работником вводного инструктажа по охране труда и инструктажа по охране труда на рабочем месте. А также вправе для всех видов инструктажей по охране труда вести единый журнал регистрации проведения инструктажа по охране труда.

ООО «АвтоБат» воздействует на окружающую среду путём выработки отработанных газов и аэрозолей от двигателей внутреннего сгорания и при возможном пожаре в помещениях.

Разработанный способ очистки воздуха от вредных газов и аэрозолей от двигателей внутреннего сгорания позволит снизить воздействие автотранспортного предприятия на окружающую среду.

Интегральный экономический эффект от монтажа модульных установок порошкового пожаротушения на базе оборудования ООО «Эпотос» в помещениях гаража ООО «АвтоБат» за десять лет существования проекта составит 3187821,58 рублей. Реализация проекта экономически выгодно.

Цель бакалаврской работы, обеспечение объектов капитального строительства системами пожаротушения, достигнута.

Список используемых источников

1. Аймуханов Д.С. Проблема очистки выхлопных газов ДВС // Наука и техника Казахстана. 2006. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-ochistki-vyhlopnyh-gazov-dvs> (дата обращения: 20.09.2021).
2. Об обеспечении доступа пожарных подразделений, проезда и подъезда пожарной техники к зданиям и сооружениям [Электронный ресурс]. URL: <https://nadzor.midural.ru/news/show/id/1072> (дата обращения: 18.06.2021).
3. Об утверждении правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 881н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573191712> (дата обращения: 18.06.2021).
4. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда России и Минобразования России от 13 января 2003 г. № 1/29 (ред. от 30.11.2016). URL: <http://docs.cntd.ru/document/901850788> (дата обращения: 09.07.2021).
5. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (дата обращения: 14.06.2021).
6. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения: 24.05.2021).
7. Патент № RU2274485C2 «Способ очистки воздуха от оксида углерода», автор – Ерохин Сергей Николаевич (RU), патентообладатель – Федеральное государственное унитарное предприятие «Тамбовский научно-исследовательский химический институт» (ФГУП «ТамбовНИХИ») (RU),

подача заявки 06.07.2004. [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2274485C2_20060420 (дата обращения: 07.06.2021).

8. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.009-83. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611> (дата обращения: 18.05.2021).

9. Пособие к СНиПу 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhpriekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 11.07.2021).

10. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] : ПУЭ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030218> (дата обращения: 02.06.2021).

11. Разъяснения о противопожарном расстоянии между домами, а также другими сооружениями и строениями в соответствии требованиям ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://vvil-nam.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3031905> (дата обращения: 18.05.2021).

12. 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: 10.06.2021).

13. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 02.06.2021).

14. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://beta.docs.cntd.ru/document/566249684> (дата обращения: 05.06.2021).

15. 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: 09.06.2021).

16. Стоянки автомобилей [Электронный ресурс] : СП 113.13330.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044290?marker=7D20K3> (дата обращения: 18.04.2021).

17. Теребнев В. В., Подгрушный А. В. Пожарная тактика. Основы тушения пожара [Электронный ресурс]. URL: <http://punkt12.ru/docs/biblioteka/terebnev.taktika-2012.pdf> (дата обращения: 18.04.2021).

18. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 19.06.2021).

19. Чекалов Л.В., Санаев Ю.И., Смирнов Д.Е., Романов А.П. Очистка выхлопных газов автомобилей [Электронный ресурс]. URL: <https://kondor-eco.ru/main/stat15.htm> (дата обращения: 09.06.2021).

20. Чепрасов С.А. Вредные вещества, поступающие в атмосферу при пожарах // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. №1 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vrednye-veschestva-postupayuschie-v-atmosferu-pri-pozharah> (дата обращения: 22.04.2021).

21. Fires in Industrial and Manufacturing Properties [Electronic resource]. URL: <https://www.industrialfireworld.com/> (дата обращения 04.07.2021).

22. Fire Safety [Electronic resource]. URL: <https://industrialfireprevention.blogspot.com/> (дата обращения 08.07.2021).

23. Big Industrial Fires [Electronic resource]. URL: https://www.iklimnet.com/hotelfires/big_industrial_fires.html (дата обращения 05.07.2021).

24. Combustible Dust [Electronic resource]. URL: <https://industrialfireprevention.blogspot.com/2021/08/combustible-dust.html> (дата обращения 05.07.2021).

25. 5 Major Causes of Industrial Fires and Explosions [Electronic resource]. URL: <https://news.nifiskcfm.com/2016/07/5-major-causes-of-industrial-fires-explosions/> (дата обращения 07.07.2021).