

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Обеспечение пожарной безопасности объекта защиты, помещения
лаборатории в корпусе научно-технического центра (НТЦ) ООО
«Тольяттикаучук»

Обучающийся

А.Е. Сатубалиева

(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)

О.В. Лебединская

Тольятти 2023

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы: «Обеспечение пожарной безопасности на объекте защиты, помещения лаборатории в корпусе научно-технического центра (НТЦ) ООО «Тольяттикаучук»».

Выпускная квалификационная работа включает в себя: введение, шесть разделов, заключение, список литературы, включая зарубежные источники, и графическую часть на 6 листах формата А1.

Целью работы является разработка противопожарной системы для объекта исследования – лаборатории контроля производства ООО «Тольяттикаучук».

Дипломная работа может быть разделена на следующие логически взаимосвязанные части: оперативно-тактическая характеристика объекта, система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты, разработка мероприятий по противопожарной защите лаборатории контроля производства, охрана труда, охрана окружающей среды, оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Сначала мы изучаем пожарную нагрузку объекта. Далее проводится анализ имеющихся систем противопожарной защиты. В основном разделе ВКР рассмотрена разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта. В отдельной части выпускной квалификационной работы подробно описаны охрана труда и охрана окружающей среды. Заключительная часть работы посвящена оценке эффективности предложенных мероприятий.

Результатом выпускной квалификационной работы является разработанный проект мероприятий для объекта исследования, а также его экономическая обоснованность.

Abstract

This graduation work, entitled "Ensuring Fire Safety at the Object of Protection: Laboratory Premises in the Building of the Scientific and Technical Center of Togliattikauchuk LLC".

The graduation work consists of an introduction, six sections, a conclusion, a list of references, and a graphic component comprising six A1 sheets.

The primary objective of the work is to develop a fire-fighting system for the production control laboratory of Togliattikauchuk LLC.

The work is divided into several interconnected parts, including operational-tactical characteristics of the object, fire prevention systems for the object of protection, development of measures for fire protection, occupational safety and health, environmental protection, and estimation of efficiency of measures for ensuring technosphere safety.

The study begins with an analysis of the fire load of the object and an evaluation of the existing fire protection systems. The main section of the graduation work focuses on developing measures to ensure fire safety, with a special emphasis on occupational health and environmental protection. Finally, the graduation work evaluates the effectiveness of the proposed measures.

The outcome of the graduation work is a developed project comprising measures to ensure fire safety for the object of study and its economic feasibility.

Содержание

Введение.....	6
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Оперативно-тактическая характеристика объекта	9
1.1 Общие сведения об объекте	9
1.2 Пожароопасность и взрывоопасность объекта исследования.....	10
1.3 Организация работ по спасению людей руководителями лаборатории и прибывших пожарных подразделений	11
1.3.1 Действия персонала до прибытия пожарных подразделений	11
1.3.2 Действие персонала по прибытии пожарного подразделения. Эвакуация людей.....	11
1.4 Организация тушения пожара на объекте	12
1.4.1 Расчет необходимых сил и средств для тушения пожаров и проведения АСР в корпусе № 150 «НТЦ». Вариант № 1	12
1.4.2 Расчет необходимых сил и средств для тушения пожаров и проведения АСР в корпусе № 150 «НТЦ». Вариант № 2	18
2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты	24
2.1 Расчет первичных средств пожаротушения	24
2.2 Анализ противопожарного водоснабжения	27
2.3 Составление плана эвакуации.....	30
3 Мероприятия по противопожарной защите корпуса № 150 «НТЦ» ООО «Тольяттикаучук»	32
3.1 Выбор системы противопожарной защиты.....	32
3.2 Анализ типов АУПТ	33
3.3 Требования к АУПТ.....	37
3.4 Выбор типа АУПТ	39
3.5 Выбор оборудования АУПТ	40
3.6 Расчет количества модулей для установок порошкового пожаротушения	43
4 Охрана труда.....	46
5 Охрана окружающей среды	54

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	63
Заключение	73
Список используемых источников.....	74
Приложение А Пожароопасные и токсические свойства применяемых веществ.....	78
Приложение Б Нормы обеспечения огнетушителями на 3 участке - лабораторий контроля производства ООО «Тольяттикаучук»	80
Приложение В Схема расположения источников наружного противопожарного водоснабжения.....	82
Приложение Г План эвакуации из помещений ЛКП (И, СКИ).....	83
Приложение Д Технические характеристики МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2	84
Приложение Е Схема автоматической установки порошкового пожаротушения	86
Приложение Ж Перечень мероприятий для контроля профессиональных рисков	87
Приложение И Перечень отходов производства и потребления ЛКП (И, СКИ)	88

Введение

Пожарная безопасность в лабораториях больших производственных объектов является одной из первостепенных по значимости задач, ведь надлежащие меры пожарной безопасности могут помочь предотвратить возгорание и свести к минимуму потенциальный ущерб, причиняемый пожарами. А также это способствует обеспечению безопасности лабораторного персонала и оборудования.

Для выполнения поставленной цели - разработка противопожарной системы для объекта исследования – лаборатории контроля производства ООО «Тольяттикаучук», выпускная квалификационная работа включает в себя ряд задач.

Задачи исследования:

- Проанализировать оперативно-тактическую характеристику объекта;
- Изучить и проанализировать взаимодействие персонала объекта с пожарными подразделениями;
- Провести расчет необходимых сил и средств для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории объекта;
- Провести расчет первичных средств пожаротушения;
- Проанализировать противопожарное водоснабжения объекта;
- Составить план эвакуации;
- Выбрать систему противопожарной защиты объекта;
- Провести расчеты и составить схемы противопожарной защиты;
- Проанализировать охрану труда на объекте защиты;
- Изучить антропогенное влияние объекта защиты на окружающую среду;
- Рассчитать оценку эффективности предложенных мероприятий по пожарной защите исследуемого объекта.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Пожарная безопасность – состояние объекта народного хозяйства или иного назначения, при котором путем выполнения правовых норм, противопожарных и инженерно-технических мероприятий исключается или снижается вероятность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожароопасность – это состояние, при котором возможно возникновение и развитие пожара.

Система противопожарной защиты – совокупность организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Автоматическая установка пожаротушения – установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений или масштабов очагов пожара.

Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия, образующие механизм реализации конституционного права граждан на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

НТЦ – Научно-технический центр;

АХОВ – Аварийные химические опасные вещества;

ПДК – Предельно допустимая концентрация;

ЛКП – Лаборатория контроля производства;

ЛКП (И, СКИ) – Лаборатория контроля производства изопрена и синтетических изопреновых каучуков;

ЦЗЛ – Центральная заводская лаборатория;

СИЗОД – Средство индивидуальной защиты органов дыхания;

АСР – Аварийно-спасательные работы;

РС – Ручной ствол;

АЦ – Автоцистерна;

БУ – Боевой участок;

ЛВЖ – Легковоспламеняющаяся жидкость;

ГЖ – Горячая жидкость;

ПК – Пожарный кран;

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

АУПТ – Автоматическая установка пожаротушения;

ОТВ – Огнетушащее вещество;

МПП – Модуль порошкового пожаротушения.

1 Оперативно-тактическая характеристика объекта

1.1 Общие сведения об объекте

Объектом исследования является Научно-технический центр (НТЦ), находящийся на территории ООО «Гольяттикаучук» в корпусе № 150.

В данном корпусе располагается центральная заводская лаборатория предприятия. Работа объекта нацелена на проведение испытаний готовой продукции и мониторинг уровня загрязнения окружающей среды в процессе производства. В лаборатории также осуществляет контроль качества сырья, материалов и готовой продукции.

Объект исследования - корпус № 150 состоит из 4 этажей, площадь здания составляет 6000 м², высота - 18 м.

Здание относится ко II степени огнестойкости, согласно СП 2.13130.2020 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» [16].

Класс конструктивной пожарной опасности – С0.

Класс функциональной пожарной опасности – Ф 4.3.

По пожарной опасности объект относится к категории «В».

Здание имеет 1 пожарную лестницу и 5 выходов.

«Боковые стены здания – несущие, несущие – ж/б колонны, торцевые стены из силикатного кирпича. Перекрытия – ж/б плиты, покрытие совмещенное – на ж/б плиты уложен рубероид, залитый битумом. На крыше здания находится конструкция из силикатного кирпича с вытяжными вентиляторами. размерами 3 метра в высоту, 6 метров в ширину и 72 метра в длину» [1].

Для дальнейшего исследования выбрана одна из структур – лаборатория контроля производства изопрена и синтетических изопреновых каучуков – ЛКП (И, СКИ), расположенная на 3 этаже корпуса.

1.2 Пожароопасность и взрывоопасность объекта исследования

Рассмотрим факторы пожароопасности и взрывоопасности объекта исследования. Для этого обратимся к внутренней инструкции о мерах пожарной безопасности корпуса № 150 ООО «Тольяттикаучук».

«Пожароопасность и взрывоопасность корпуса № 150 связана с:

- Применением в работе веществ с температурой вспышки менее 28 °С с низким концентрационным пределом взрываемости;
- Применением открытого огня;
- Работой со сжиженными углеводородами C_3 , находящимися под давлением;
- Наличием электронагревательных приборов;
- Использованием концентрированных кислот и щелочей;
- Использованием АХОВ;
- Использованием кислорода» [2].

Производственный процесс лаборатории является опасным в силу свойств используемых веществ и особенностей технологического процесса. Пожароопасность и взрывоопасность помещений корпуса обусловлена применением пожароопасных продуктов. При несоблюдении технологического процесса или правил техники безопасности при обращении с легковоспламеняющимися жидкостями в лаборатории или цеху возможны разливы. Наличие источника воспламенения может привести к возгоранию или взрыву [25].

К источникам зажигания относятся: небезопасные методы проведения огневых работ; несоблюдение правил огневых работ; неисправность электрооборудования; использование незащищенного электрооборудования во взрывоопасных зонах; статическое электричество, грозовые разряды; искры от стальных инструментов во время ремонта; и курение в запрещенных местах [24].

Нарушение техники безопасности при работе с образцами продукции предприятия и нарушение правил пожарной безопасности в лаборатории может привести к возникновению наиболее опасных ситуаций [23].

Так как одним из основных факторов пожарной нагрузки лаборатории контроля производства является обращение с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, рассмотрим пожароопасные и токсические свойства веществ, применяемых в лаборатории контроля производства корпуса № 150 в Приложении А.

1.3 Организация работ по спасению людей руководителями лаборатории и прибывших пожарных подразделений

1.3.1 Действия персонала до прибытия пожарных подразделений

При обнаружении пожара или признаков горения на территории корпуса № 150 (задымление, запах гари, повышение температуры воздуха и др.) необходимо:

- «Немедленно сообщить об этом по телефону:
 - 92-01 – Единая диспетчерская служба пожарно-спасательного формирования. Обязательно назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию;
 - 91-21; 91-51 – Диспетчер предприятия
- Или вызвать пожарную охрану по пожарным извещателям, которые находятся:
 - № 286, № 287 – на входе в корпус 150» [2].

1.3.2 Действие персонала по прибытии пожарного подразделения. Эвакуация людей

«По прибытии первого пожарного подразделения, сотрудник ЦЗЛ, указывает ближайший путь к очагу возгорания, информирует руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных

свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара» [2].

«Каждый работник, услышав сигнал эвакуации при пожаре (звуковой или речевое сообщение), обязан:

- незамедлительно прекратить свою трудовую деятельность, выключить все электроприборы, закрыть окна в помещении, взять имеющиеся средства индивидуальной защиты органов дыхания (далее СИЗОД), при их наличии, и покинуть помещения плотно закрыв за собой двери (не запирая на ключ), при этом убедившись, что в них не осталось людей;
- покинуть здание/ сооружение/ помещение по основным или запасным путям эвакуации (свободным от опасных факторов пожара) согласно плану эвакуации, расположенного на этаже, оказывая помощь в эвакуации другим людям, при необходимости – применить СИЗОД.
- прибыть на место сбора, провести сверку списочного состава подчиненных с фактическим количеством эвакуированных;
- по окончании эвакуации доложить ответственному за пожарную безопасность в здании, сооружении, помещении (или лицу, его замещающему) о количественном составе присутствующих и отсутствующих» [2].

1.4 Организация тушения пожара на объекте

1.4.1 Расчет необходимых сил и средств для тушения пожаров и проведения АСР в корпусе № 150 «НТЦ». Вариант № 1

В первом варианте расчета сил и средств для тушения пожара рассмотрим возгорание в кабинете № 19 - 3 этаж – актовый зал. Примем место возгорания – в центре помещения.

Рассмотрим таблицу 1 с исходными данными.

Таблица 1 – Исходные данные для расчёта сил и средств, необходимых для ликвидации пожара (вариант № 1)

Параметр	Единица измерения	Значение
Геометрические параметры помещения	м	8,68 × 12,13
Глубина тушения ручным водяным стволом	м	5,0
Линейная скорость распространения пожара	м/мин	1,0
Интенсивность подачи огнетушащих средств	л/с · м ²	0,15
Время обнаружения пожара	мин	5,0
Время обработки сообщения	мин	1,0
Время сбора личного состава по сигналу тревоги	мин	1,0
Время разворачивания с установкой АЦ на водоисточник	мин	4,0
Скорость следования ПА к месту вызова по дороге с асфальтовым покрытием	км/час	45
Производительность ствола РС-50	л/с	3,7
Производительность ствола РС-70	л/с	7,4
Производительность противопожарного водопровода	л/с	95

1) Определяем время свободного развития пожара:

$$\tau_{св} = \tau_{дс} + \tau_{обр} + \tau_{сб} + \tau_{сл} + \tau_{разв} , \quad (1)$$

«где $\tau_{дс}$ – это время обнаружения пожара, принимаем 5 мин, так как объект оборудован автоматической системой обнаружения и сигнализации, мин;

$\tau_{обр}$ – время обработки сообщения диспетчером ПСЧ, принимаем равной 1 минуте;

$\tau_{сб}$ – время сбора л/с по сигналу тревоги, принимаем 1 мин;

$\tau_{сл}$ – время следования пожарного подразделения от пожарной части до места пожара;

$\tau_{разв}$ – время боевого разворачивания подразделения пожарной охраны по введению первых средств тушения, мин - принимаем по нормативам Государственной противопожарной службы и опыту тушения пожаров – 6 мин» [9].

$$\tau_{сл} = \frac{60 \times L}{V_{сл}} = \frac{60 \times 2}{45} = 2,7 \text{ мин} , \quad (2)$$

«где L – расстояние от объекта до пожарной части, составляет 2 км;
 $V_{сл}$ – средняя скорость движения пожарных автомобилей» [9].

Таким образом, произведем расчет по формуле (1):

$$\tau_{св} = \tau_{дс} + \tau_{обр} + \tau_{сб} + \tau_{сл} + \tau_{разв} = 5 + 1 + 2,7 + 6 = 14,7 \text{ мин.}$$

2) Находим путь, пройденный огнём:

$$R_n = v_{лин} \times (\tau_{св} - 5), \quad (3)$$

«где R_n – путь, пройденный огнём за время свободного горения, мин;
 $v_{лин}$ – линейная скорость распространения пламени, м/мин; 1,0
мин» [9].

$$R_n = 1 \times (14,7 - 5) = 9,7 \text{ м}$$

Так как радиус пожара $R_n = 9,7$ м, огонь достигнет стен помещения -
пожар примет прямоугольную форму.

3) Определим площадь пожара по формуле (4):

$$S_n = a \times b, \quad (4)$$

где a, b – геометрические параметры помещения, м.

$$S_n = 12,13 \times 8,68 = 105,29 \text{ м}^2$$

4) Найдем площадь тушения пожара по формуле (5):

$$S_m = a \times h, \quad (5)$$

«где a – длина фронта тушения, м;

h – глубина тушения ствола» [9].

Для ручных стволов h принимаем 5м.

Тогда, площадь тушения пожара по формуле (5):

$$S_m = 12,13 \times 5 = 60,65 \text{ м}^2$$

5) Найдем требуемый расход воды на тушение по формуле (6):

$$Q_{mp}^T = S_m \times I_m, \quad (6)$$

$$Q_{mp}^T = S_m \times I_m = 60,65 \times 0,15 = 9,1 \text{ л/с},$$

«где I_T – нормативная интенсивность подачи воды на тушение возможного пожара» [9]. Принимаем 0,15, л/м²·сек.

Для успешной локализации пожара необходимо обеспечить защиту смежных помещений, а также помещения, располагающегося над очагом возгорания этажом выше (4 этаж).

В первую очередь, рассчитаем расход воды на защиту вышележащего помещения:

6) Определяем требуемый расход воды на защиту ($Q_{тр}^3$) по формуле (7):

$$Q_{mp}^3 = S_3 \times I_3, \quad (7)$$

где S_3 – площадь защиты, м² – принимаем площадь пожара 105, 29 м²;

I_3 – интенсивность подачи огнетушащих средств на защиту (принимаем 0,25 I_T).

7) Таким образом, находим требуемый расход воды на защиту по формуле (7):

$$Q_{mp}^3 = S_3 \times I_3 = 105,29 \times 0,25 \times 0,15 = 3,95 \text{ л/с}$$

8) Найдем количество стволов на тушение по формуле (8):

$$N_{ств}^m = \frac{Q_{мп}^m}{q_{ств}}, \quad (8)$$

$$N_{ств}^m = \frac{9,1}{7,4} = 1,23 - 2 \text{ ствола РС-70.}$$

9) Определим количество стволов на защиту по формуле (9):

$$N_{ств}^з = \frac{Q_{мп}^з}{q_{ств}}, \quad (9)$$

$$N_{ств}^з = \frac{3,95}{7,4} = 0,53$$

Принимаем 1 ствол РС-70 на защиту выше располагающегося помещения (4 этаж).

Исходя из тактических соображений 1 ствол РС-50 на защиту смежного помещения.

10) Найдем фактический расход воды на тушение по формуле (10):

$$Q_{\phi}^m = N_{ств}^T \times q_{ств}, \quad (10)$$

где $q_{ств}$ – производительность ствола РС-70.

$$Q_{\phi}^m = 2 \times 7,4 = 14,8 \text{ л/с}$$

11) Найдем фактический расход воды на защиту по формуле (11):

$$Q_{\phi}^з = N_{ств}^з \times q_{ств}, \quad (11)$$

$$Q_{\phi}^з = 1 \times 7,4 + 1 \times 3,7 = 11,1 \text{ л/с .}$$

12) Найдем фактический общий расход воды на локализацию пожара по формуле (12)

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^m + Q_{\phi}^3, \quad (12)$$

$$Q_{\phi} = 14,8 + 11,1 = 25,9 \text{ л/с.}$$

13) Определяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами по следующему условию:

$$Q_{сети}^k \geq Q_{\phi}, \quad (13)$$

$95 \geq 25,9$ – условие выполняется.

14) Найдем количество пожарных автомобилей, необходимых для подачи огнетушащих веществ по формуле (14):

$$N_{па} = \frac{Q_{\phi}}{Q_n}, \quad (14)$$

«где $N_{па}$ – количество пожарных автомобилей.

Q_{ϕ} – фактический расход воды;

Q_n – расход воды, подаваемый автомобилем;

$N_{па}$ – количество пожарных автомобилей» [9].

$$N_{па} = \frac{25,9}{32} = 0,81 - 1 \text{ АЦ.}$$

15) Определим количество личного состава, необходимого для тушение пожара по формуле (15):

$$N_{л/с} = N_{ств}^m \times N_{л/с}^{лп} + N_{ств}^3 \times N_{л/с}^{лп} + N_{разв} + N_m + N_{пост.б} + N_{рез.зв} \times n, \quad (15)$$

«где $N_{л/с}$ – количество личного состава;

$N_{ств}^T$ – количество стволов на тушение;

$N_{ств}^3$ – количество стволов на защиту;

$N_{л/с}^{пр}$ – количество личного состава, работающего с одним техническим прибором;

$N_{разв}$ – количество разветвлений;

$N_{м}$ – количество личного состава, занятого контролем за магистральной рукавной линией из расчёта;

$N_{пост.б}$ – количество постов безопасности;

$N_{рез.зв}$ – количество резервных звеньев» [9].

$$N_{л/с} = 2 \times 3 + 2 \times 3 + 3 + 1 + 4 + 2 \times 3 + 2 = 28 \text{ человек}$$

16) Найдем количество отделений по формуле (16):

$$N_{отд} = \frac{N_{л.с}}{4}, \quad (16)$$

«где $N_{отд}$ – количество отделений;

$N_{л.с}$ – количество личного состава» [9].

$$N_{отд} = \frac{28}{4} = 7$$

Принимаем 7 отделений.

Организуется два участка тушения пожара:

- БУ-1 – эвакуация людей с 3 этажа, тушение кабинета № 19 и защита соседнего помещения 3 этажа;
- БУ-2 – эвакуация с помещений 4 этажа, защита помещений 4 этажа.

1.4.2 Расчет необходимых сил и средств для тушения пожаров и проведения АСР в корпусе № 150 «НТЦ». Вариант № 2

Во втором варианте расчета сил и средств для тушения пожара рассмотрим возгорание в кабинете № 17 на 3 этаже – Химический зал № 2.

В данном помещении имеются места для временного (посменного) хранения ЛВЖ, что определяет данное место возгорания, как наиболее опасное [22].

Обратимся к Методическим указаниям для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Пожарная тактика» - «Методики расчета сил и средств для тушения пожаров». Воспользуемся разделом «Расчет параметров тушения воздушно-механической пеной разлитых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в помещениях» [7].

Геометрические параметры помещения: 11,9 × 8,6, м.

Примем разлив и воспламенения этилового спирта. Норма посменного хранения этой ЛВЖ – 10 л. Так как для расчета необходимо принять наиболее неблагоприятный вариант аварии, принимаем полное разрушение емкости с ЛВЖ.

Для расчета сил и средств нам необходимо найти площадь пожара по площади разлива ЛВЖ. «1 л жидкостей разливается на 1 м² помещения», следовательно, площадь разлива составит 10 м² [7].

1) Исходя из площади разлива, площадь пожара составит:

$$S_n = 10 \text{ м}^2$$

2) Определим площадь тушения ствола (пенногенератора) $S_{ств}^{туш}$, м² по формуле (1):

$$S_{ств}^{туш} = \frac{Q_{ств}}{J_{туш}}, \quad (1)$$

«Где $Q_{ств}$ – фактический расход раствора из пенного ствола, л/с;

$J_{туш}$ – требуемая интенсивность на тушение, л/(с · м²)» [7].

«Для легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) $J_{туш} = 0,08$ л/(с · м²)» [7].

Для тушения принимаем ствол ГПС-600 с расходом раствора пенообразователя ≈ 6 л/с.

Таким образом, найдем площадь тушения:

$$S_{ств}^{туш} = \frac{6}{0,08} = 75 \text{ м}^2$$

3) Определим требуемое количество стволов на тушение $N_{ств}^{туш}$ по формуле (3):

$$N_{ств}^{туш} = \frac{S_n}{S_{ств}^{туш}}, \quad (2)$$

$$N_{ств}^{туш} = \frac{10}{75} = 0,13$$

Исходя из получившегося значения, принимаем 1 ствол ГПС-600.

4) Определим требуемое количество стволов на защиту $N_{ств}^{защ}$:

«При определении требуемого расхода огнетушащих веществ (ОВ) на защиту следует исходить из количества мест защиты или площади защиты» [7].

«Количество стволов для защиты смежных помещений определяется так же, как и при тушении твердых веществ и материалов водой» [7].

Исходя из тактических соображений 1 ствол РС-50 на защиту смежного помещения и 1 ствол РС-50 на защиту выше располагающегося помещения (4 этаж).

Также имеющимся стволом ГПС-600 защитим остальные ЛВЖ, находящиеся непосредственно рядом разлитой горячей ЛВЖ.

5) Определим количество (требуемый запас) пенообразователя $V_{п-о}$, л, для получения раствора по формуле (3):

$$V_{п-о} = N_{ГПС-600} q_{п-о} T_{туш} 60К, \quad (3)$$

«Где $q_{п-о}$ – расход пенообразователя или воды из ствола, л/с (для ГПС-600 $q_{п-о} = 0,36$ л/с);

$T_{туш}$ – расчетное время тушения, мин (для разливов $T_{туш} = 10$ мин);

K – коэффициент запаса пенообразователя (в большинстве случаев $K_{п-о} = 3$)» [7].

$$V_{н-о} = 1 \times 0,36 \times 10 \times 60 \times 3 = 648 \text{ л}$$

«После этого производится сравнение требуемого запаса с фактическим, сосредоточенным на пожаре» [7].

$$V_{н-о \text{ треб}} \leq V_{н-о \text{ факт}},$$
$$648 \leq 5000.$$

6) Найдем фактический расход воды на тушение по формуле (4):

$$Q_{\phi}^m = N_{ГПС-600} \times q_{ГПС-600}, \quad (4)$$

где $q_{ГПС-600}$ – производительность ствола ГПС-600, л/с ($q_{ГПС-600} = 5,64$ л/с).

$$Q_{\phi}^m = 1 \times 5,64 = 5,64 \text{ л/с}$$

7) Найдем фактический расход воды на защиту по формуле (5):

$$Q_{\phi}^3 = N_{ств}^3 \times q_{ств}, \quad (5)$$

где $q_{ств}$ – производительность ствола.

$$Q_{\phi}^3 = 2 \times 3,7 = 7,4 \text{ л/с}$$

8) Найдем фактический общий расход воды на ликвидацию пожара по формуле (6):

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^m + Q_{\phi}^3 \quad (6)$$

$$Q_{\phi} = 5,64 + 7,4 = 13,04 \text{ л/с.}$$

9) Определяем обеспеченность объекта огнетушащими веществами по следующему условию:

$$Q_{\text{сети}}^k \geq Q_{\phi} \quad (7)$$

$$95 \geq 13,04 \text{ – условие выполняется.}$$

10) Найдем количество пожарных автомобилей, необходимых для подачи огнетушащих веществ по формуле (8):

$$N_{na} = \frac{Q_{\phi}}{Q_n} \quad (8)$$

«где N_{na} - количество пожарных автомобилей;

Q_{ϕ} - фактический расход воды;

Q_n - расход воды, подаваемый автомобилем» [9].

$$N_{na} = \frac{13,04}{32} = 0,4 \text{ – 1 АЦ}$$

11) Определим количество личного состава по формуле (9):

$$N_{л/с} = N_{ств}^m \times N_{л/с}^{лп} + N_{ств}^3 \times N_{л/с}^{лп} + N_{разв} + N_m + N_{пост.б} + N_{рез.зв} \times n + N_{стр} + N_{св} \quad (9)$$

«где $N_{л/с}$ - количество личного состава;

$N_{ств}^T$ - количество стволов на тушение;

$N_{ств}^3$ - количество стволов на защиту;

$N_{л/с}^{пр}$ - количество личного состава, работающего с одним техническим прибором;

$N_{разв}$ - количество разветвлений;

$N_{м}$ – количество личного состава, занятого контролем за магистральной рукавной линией из расчёта;

$N_{пост.б}$ - количество постов безопасности;

$N_{рез.зв}$ - количество резервных звеньев;

$N_{стр}$ – количество людей, задействованных для страховки птв,

$N_{св}$ - количество связных» [9].

$$N_{л/с} = 1 \times 3 + 2 \times 3 + 3 + 1 + 5 + 2 \times 3 + 2 = 26 \text{ человек.}$$

12) Найдем количество отделений по формуле (10):

$$N_{отд} = \frac{N_{л.с}}{4}, \quad (10)$$

$$N_{отд} = \frac{26}{4} = 6,5.$$

Исходя из расчета, получаем 7 отделений.

Организуется два участка тушения пожара

- БУ-1 – эвакуация людей с 3 этажа, тушение кабинета № 17 и защита соседних помещений 3 этажа;
- БУ-2 – эвакуация с помещений 4 этажа, защита помещений 4 этажа.

Таким образом, в первом разделе выпускной квалификационной работы был проведен анализ оперативно-тактической характеристики объекта исследования, расчет необходимых сил и средств для тушения пожара для двух сценариев возникновения пожара, а также была описана организация работ по эвакуации персонала в случае ЧС.

2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты

2.1 Расчет первичных средств пожаротушения

Обратимся к Постановлению Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 21.05.2021) "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации" для расчета первичных средств пожаротушения на объекте защиты – корпуса № 150 «Тольяттикаучук» [10]. Примем участок исследования – ЛКП (И, СКИ), занимающая 3 этаж корпуса № 150. Именно для него произведем расчет первичных средств пожаротушения.

Согласно п. 60: «Руководитель организации обеспечивает объект защиты первичными средствами пожаротушения (огнетушителями) по нормам согласно разделу XIX настоящих Правил и приложениям N 1 и 2» [10].

«При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их взаимодействие с огнетушащими веществами, а также площадь производственных помещений, открытых площадок и установок» [10].

«Для тушения пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды:

для пожаров класса А - порошок АВСЕ;

для пожаров классов В, С, Е - порошок ВСЕ или АВСЕ;

для пожаров класса D - порошок D» [10].

Таким образом, составим перечень необходимых первичных средств пожаротушения для 3 этажа корпуса №150 ООО «Тольяттикаучук».

Нормы обеспечения огнетушителями на 3 участке - лабораторий контроля производства ООО «Тольяттикаучук» представлены в Приложении Б.

Рассмотрим характеристику огнетушителей, имеющихся на вооружении лаборатории контроля производства корпуса № 150 ООО «Тольяттикаучук». Для этого обратимся к внутренней инструкции о мерах пожарной безопасности объекта.

«Огнетушители порошковые ОП-5 предназначены для тушения пожаров класса А (твердых веществ), В (жидких веществ), С (газообразных веществ) и электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Они не предназначены для тушения загораний щелочных и щелочноземельных металлов и других металлов, горение которых может происходить без доступа воздуха.

Масса заряда порошка огнетушителей ОП-5 5 кг; продолжительность подачи огнетушащего вещества 6, 9 и 5 сек» [1].

«Углекислотные огнетушители предназначены для тушения небольших очагов загорания различных химических веществ и материалов, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушители могут быть применены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением не выше 1 кВ. При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подводить раструб ближе 1 м до токоведущих частей и пламени» [1].

Рассмотрим требования для содержания первичных средств пожаротушения.

«Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 метров для общественных зданий и сооружений, 30 метров – для помещений категорий А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности» [1].

«Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь паспорт и порядковый номер, нанесенный белой краской на корпус» [1].

«Огнетушители, отправленные на перезарядку, заменяются соответствующим количеством заряженных огнетушителей» [1].

«Начальник ЛКП обеспечивает наличие и исправность огнетушителей, периодичность их осмотра и проверки, а также своевременную перезарядку огнетушителей» [1].

«Учет наличия, периодичности осмотра и сроков перезарядки огнетушителей, а также иных первичных средств пожаротушения ведется в специальном журнале» [1].

«Огнетушители, размещенные в коридорах, проходах, не должны препятствовать безопасной эвакуации людей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 метра» [1].

Для определения необходимых типов и количества пожарных щитов воспользуемся Приложением № 6 постановления Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 21.05.2021) "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации"[10].

Суммарная площадь помещений с категориями по взрывопожарной и пожарной опасности лабораторий контроля производства на 3 этаже корпуса № 150:

- Категория В – 1189,2 м²
- Категория А – 25 м²

Также нам известны классы пожаров: А, В, Е.

Эти исходные данные позволяют нам воспользоваться вышеуказанным приложением и определить типы и количество необходимых пожарных щитов на участке исследования. Таким образом необходимо:

- ЩП-В (предельно защищаемая площадь 200 м²) – 1 шт.
- ЩП-А (предельно защищаемая площадь 400 м²) – 2 шт.
- ЩП-Е (предельно защищаемая площадь 400 м²) – 1 шт.

Воспользуемся Приложением 7 для составления нормы комплектации выбранных пожарных щитов [10]. Рассмотрим таблицу 2, в которой приведены нормы оснащения пожарных щитов.

Таблица 2 – Нормы комплектации пожарных щитов первичными средствами пожаротушения, немеханизированным инструментом и инвентарем

Наименование первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и инвентаря	Нормы комплектации		
	ЩП-А	ЩП-В	ЩП-Е
Лом	1	1	-
Багор	1	-	-
Крюк с деревянной рукояткой	-	-	1
Ведро	2	1	-
Комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик	-	-	1
Покрывало для изоляции очага возгорания	1	1	1
Лопата штыковая	1	1	-
Лопата совковая	1	1	1
Емкость для хранения воды объемом 0,2 куб. метра	1	-	-
Ящик с песком 0,5 куб. метра	-	1	1

«Пожарные шкафы (за исключением встроенных пожарных шкафов) крепятся к несущим или ограждающим строительным конструкциям, при этом обеспечивается открывание дверей шкафов не менее чем на 90 градусов» [1].

«Использование первичных средств пожаротушения, немеханизированного пожарного инструмента и инвентаря для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, запрещается» [1].

2.2 Анализ противопожарного водоснабжения

Одним из обязательным требованием обеспечения пожарной защиты объекта является наличие источников противопожарного водоснабжения. Данная совокупность мероприятий гарантирует необходимое количество воды со всеми надлежащими характеристиками. Организация водоснабжения очень значима для тушения возгорания, она должна предусматривать введение ее в действие в незамедлительном порядке. Для обеспечения этого

условия должно соблюдаться надежное и постоянное наличие воды в необходимом объеме и максимальная доступность в любой момент.

Системы пожарной защиты регламентируются действующим Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [19].

В статье 62 указано: «Здания и сооружения, а также территории организаций и населенных пунктов должны иметь источники противопожарного водоснабжения для тушения пожаров» [19].

Также требования пожарной безопасности к источникам наружного водоснабжения изложены в СП 8.13130.2020 от 30.09.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение» [15].

Пункт 4.2 данного свода правил гласит:

«Для использования в качестве источников наружного противопожарного водоснабжения предусматриваются:

- противопожарные водопроводы низкого или высокого давления;
- пожарные резервуары и (или) водоемы» [15].

Обратимся к внутренней инструкции по мерам пожарной безопасности корпуса № 150 ООО «Тольяттикаучук». В данном документе содержится характеристика и требования к содержанию внутреннего пожарного водоснабжения.

«На объекте должна быть обеспечена исправность источников наружного противопожарного водоснабжения и внутреннего противопожарного водопровода и организовано проведение проверок их работоспособности не реже 2 раз в год (весной и осенью) с составлением соответствующих актов» [1].

«При отключении участков водопроводной сети и (или) пожарных гидрантов, а также при уменьшении давления в водопроводной сети ниже требуемого, об этом извещается подразделение пожарной охраны» [1].

Рассмотрим таблицу 3 с характеристикой противопожарного водоснабжения объекта защиты.

Таблица 3 - Характеристика пожарных гидрантов на территории объекта

№ гидранта	Характеристика пожарных гидрантов	Диаметр сети, мм	Напор в сети, м	Водоотдача сети, л/с	Расстояние до объекта, м
Гидрант № 182	Кольцевой	200	40	130	60
Гидрант № 183	Кольцевой	200	40	130	50
Гидрант № 184	Кольцевой	150	40	95	20
Гидрант № 142	Кольцевой	150	40	95	50
Гидрант № 144	Кольцевой	150	40	95	50

Схема расположения источников наружного противопожарного водоснабжения представлена в Приложении В.

«Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода должны быть укомплектованы пожарными рукавами, ручными пожарными стволами и вентилями, не реже 1 раза в год организуется перекатка пожарных рукавов на новую скатку» [1].

«Пожарный рукав должен быть присоединен к пожарному крану и пожарному стволу и размещаться в навесных, встроенных или приставных пожарных шкафах из негорючих материалов, имеющих элементы для обеспечения их опломбирования и фиксации в закрытом положении» [1].

Рассмотрим таблицу 4, в которой приведено месторасположение ПК на объекте исследования.

Таблица 4 – Расположение пожарных кранов на исследуемом объекте

Структура объекта	Наименование ПК	Расположение
ЛКП (И, СКИ)	ПК-12	в коридоре 3 этажа правого крыла 150 корпуса
	ПК-13	в коридоре 3 этажа правого крыла 150 корпуса
	ПК-14	в коридоре 3 этажа левого крыла 150 корпуса

Продолжение таблицы 4

Структура объекта	Наименование ПК	Расположение
	ПК-15	в коридоре 3 этажа левого крыла 150 корпуса
	ПК-16	на лестничной площадке между 2 и 3 этажами левого крыла 150 корпуса
	ПК-1	на 1этаже отделения Д-7-17 ТТЦ

«Внутренние пожарные краны предназначены для подачи воды при тушении твердых горючих материалов и охлаждения нагретых поверхностей. Пожарный краны укомплектованы пожарными рукавами длиной 20 м и запитаны пожаро-хозяйственной водой с давлением до 4 атм. Очаг загорания ликвидируется подачей водяной струи от заводской водопроводной сети. Тушение электроустановок возможно только после снятия напряжения» [1].

2.3 Составление плана эвакуации

Обратимся к ГОСТ 34428-2018 «Системы эвакуационные фотолюминесцентные. Общие технические условия». В пункте 9.3.9 «Планы эвакуации» изложены технические требования к составлению планов эвакуации.

«Планы эвакуации состоят из графической части и пояснительных надписей, которые должны быть просты, понятны и актуальны. План эвакуации не должен содержать посторонних рисунков, надписей и другой информации, не относящейся к эвакуации людей или местам размещения средств противопожарной защиты, спасательных и медицинских средств, средств связи» [5].

«Графическая часть плана эвакуации должна включать в себя этажную (секционную) планировку объекта с обозначением номера этажа с указанием эвакуационных путей, выходов, дверных проемов, лестниц, лестничных

клеток, балконов, лифтов, зон безопасности, а также аварийных выходов» [5].

«При помощи знаков безопасности на плане следует показать места включения ручных пожарных извещателей, размещения средств связи и спасения людей, оборудования для инвалидов» [5].

План эвакуации для объекта исследования – ЛКП – 3 этажа корпуса № 150 представлены в Приложении Г.

Таким образом, во втором разделе выпускной квалификационной работы была отображена система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты, а именно были представлены:

- расчет первичных средств пожаротушения для лабораторий контроля производства, располагающихся на 3 этаже корпуса № 150;
- анализ противопожарного водоснабжения;
- план эвакуации корпуса для 3 этажа корпуса № 150.

3 Мероприятия по противопожарной защите корпуса № 150 «НТЦ» ООО «Тольяттикаучук»

3.1 Выбор системы противопожарной защиты

В результате анализа противопожарной защиты объекта, была выявлена необходимость в дополнительной защите лабораторных залов – кабинетов: 7, 11, 12, 13, 17 располагающиеся в лаборатории контроля производства (ЛКП (И, СКИ)) - на 3 этаже исследуемого корпуса. Данная потребность обусловлена обращением и посменным хранением ЛВЖ и ГЖ, что значительно отражается на вероятности возникновения ЧС. Также нужда в дополнительной защите заключается в ранее произошедшем случае возгорания холодильного оборудования с размещением ЛВЖ и ГЖ в подобном помещении. Таким образом, проведем анализ систем противопожарной защиты.

Система противопожарной защиты включает в себя многообразные технические средства и мероприятия для предотвращения возникновения пожара, защиты людей во время пожара и их эвакуации, а также защиты имущества. АУПТ являются частью этой системы.

Автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) - «Установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне, а также обеспечивающая передачу сигнала о пожаре во внешние цепи» [18]. АУПТ предназначены для тушения или локализации пожара.

Автоматические установки пожаротушения включают в себя разнообразие технических средств, которые могут быть классифицированы в зависимости от их характеристик.

Рассмотрим классификацию автоматических установок пожаротушения на рисунке 1.

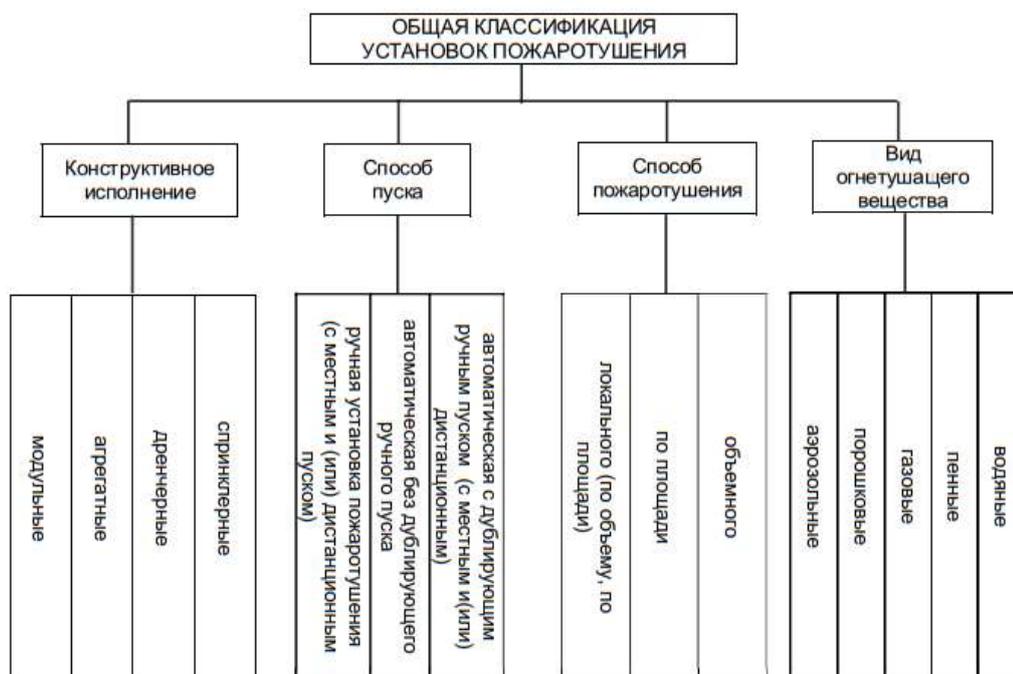


Рисунок 1 – Классификация АУПТ

Таким образом, АУПТ можно классифицировать по следующим характеристикам:

- Огнетушащее вещество (ОТВ);
- Конструктивное исполнение;
- Способ тушения;
- Способ запуска.

3.2 Анализ типов АУПТ

Рассмотрим классификацию по видам огнетушащего вещества подробнее.

Водяные АУПТ.

В водяных установках пожаротушения в качестве ОТВ используется вода. По конструктивному исполнению эти АУПТ разделяются на два вида:

- Дренчерные;
- Спринклерные.

Спринклерные установки пожаротушения отличаются от дренчерных наличием тепловых замков.

Дренчерная система отличается большим расходом ОТВ, так как установка запускает сразу все оросители.

Водяные АУПТ имеют следующие достоинства: низкая стоимость ОТВ, способность покрывать большую площадь, высокая эффективность при тушении пожаров, совместимость с мобильным пожарным оборудованием и внутренними системами пожаротушения, а также пригодность для охлаждения несущих конструкций в случае пожара.

Системы водяного пожаротушения имеют ряд недостатков, в том числе невозможность тушения пожаров оборудования под электрическим напряжением, невозможность работы при отрицательных температурах, вероятность повреждения имущества от затопления, потребность в инженерных сооружениях электроснабжении большой мощности.

Пенные АУПТ.

Пенная установка пожаротушения – техническое средство с ОТВ, состоящим из пенообразователей и воды.

«Отличительными характеристиками классификации установок пенного пожаротушения являются параметры продолжительности действия и кратности пены» [14].

Системы пенного пожаротушения применяются для защиты территорий, где осуществляются такие виды деятельности, как слив/налив, складирование горюче-смазочных материалов в больших количествах, насосных станций, компрессорных и генераторных отделений, машинных отделений с различными видами топлива, складов горючих жидкостей и легковоспламеняющихся жидкостей.

Системы пенного пожаротушения не подходят для использования в неотапливаемых помещениях, так как пенообразователь может замерзнуть и прийти в негодность. Кроме того, пена не эффективна при тушении

возгорания электричества и может проводить электричество, что представляет опасность для тех, кто пытается ее использовать.

Газовые АУПТ

Газовые установки пожаротушения представляют собой техническое средство, позволяющее тушить пожар с помощью автоматического выпуска газового огнетушащего состава [14].

«В основе классификации АУПТ, в соответствии с определением, лежат их конструктивные особенности и физико-химические свойства огнетушащего вещества» [14].

В АУПТ используются составы из сжиженных и сжатых газов - «Аргонит» и «Инерген». Их состав включает диоксид углерода, азот и аргон. Также используют сжиженные газы на основе углекислого газа и хладоны на основе фтора.

Системы газового пожаротушения работают за счет снижения концентрации кислорода в окружающей среде до уровня, при котором воспламенение невозможно.

Газовое пожаротушение имеет ряд преимуществ, таких как безопасное использование для защищаемых материалов, быстрое и эффективное тушение пожара, объемное тушение и увеличенный срок службы установок.

АУПТ имеет такие ограничения, как непригодность для открытых площадок, требования к герметичности защищаемого помещения, повышенные меры предосторожности при хранении модулей установки, невозможность тушения пожаров веществ, способных гореть без доступа кислорода.

Аэрозольные АУПТ.

Аэрозольные системы пожаротушения – комплекс технической системы, использующий в качестве ОТВ аэрозолеобразующие огнетушащие составы.

Аэрозольное пожаротушение основано на принципе выброса в зону защиты мелкодисперсного тумана или аэрозоля частиц огнетушащего

вещества, способных быстро потушить пожар, лишив его кислорода. Частицы в аэрозоле обычно состоят из смеси соединений калия или других веществ, которые могут химически мешать процессу горения.

Системы аэрозольного пожаротушения классифицируются по характеристикам генератора огнетушащего аэрозоля (ГОА). Он классифицируется «по конструктивному исполнению, способу приведения в действие и размеру образующейся при работе ГОА зона с температурами более 400°С» [14].

Использование аэрозольного пожаротушения имеет ряд преимуществ: простота установки без необходимости в дополнительном оборудовании или средствах связи; он универсален и экономичен; не требует обслуживания; и не повреждает защищаемый объект, окружающий материал или окружающую среду.

Этот вид пожаротушения имеет ряд недостатков, среди которых: запрет нахождения людей в помещении во время тушения, ограничения по огнестойкости материалов и конструкций (при нагреве аэрозоля выше 400 °С), требование к герметичности помещения и ограничения на некоторые вещества, которые нельзя тушить аэрозолем.

Порошковые АУПТ.

Порошковое пожаротушение предполагает использование сухого химического порошка для тушения пожаров. Порошок работает, подавляя пламя и прерывая химическую реакцию, поддерживающую огонь. Порошковые огнетушители эффективны при пожарах классов А, В, С и Е.

Автоматические установки порошкового пожаротушения можно разделить по таким характеристикам, как: способ хранения вытесняющего газа, инерционность, быстрдействие, время действие, способ тушения, вместимость единичного корпуса модуля (емкости), а также по конструктивному устройству.

Рассмотрим классификационные характеристики порошковой установки пожаротушения на рисунке 2.



Рисунок 2 – Классификационные характеристики АУПТ

К преимуществам порошковой АУПТ можно отнести простоту монтажа и обслуживания, универсальность, широкий диапазон применения, низкую стоимость ОТВ, возможность использования при больших температурных показателях, возможность использования в негерметизированных помещениях, возможность использования при сильной системой вентиляции, а также сохранность химического состава, то есть рабочее состояние ОТВ даже спустя большой промежуток времени.

Порошковые АУПТ имеют несколько недостатков: вероятность окисления порошком металлических поверхностей, что может значительно снизить их прочность; вредное воздействие на человеческий организм.

3.3 Требования к АУПТ

Рассмотрим нормативные требования к АУПТ. Обратимся к Федеральному закону от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) [19].

Федеральный закон рассматривает общие требования к АУПТ:
«Автоматические установки пожаротушения должны быть обеспечены:

- расчетным количеством огнетушащего вещества, достаточным для ликвидации пожара в защищаемом помещении, здании или сооружении;
- устройством для контроля работоспособности установки;
- устройством для оповещения людей о пожаре, а также дежурного персонала и (или) подразделения пожарной охраны о месте его возникновения;
- устройством для задержки подачи газовых и порошковых огнетушащих веществ на время, необходимое для эвакуации людей из помещения пожара;
- устройством для ручного пуска установки пожаротушения, за исключением установок пожаротушения, оборудованных оросителями (распылителями), оснащенными замками, срабатывающими от воздействия опасных факторов пожара» [19].

Закон регламентирует требования к способу подачи ОТВ: «Способ подачи огнетушащего вещества в очаг пожара не должен приводить к увеличению площади пожара вследствие разлива, разбрызгивания или распыления горючих материалов и к выделению горючих и токсичных газов» [19].

Рассматриваемый нормативный документ рассматривает требования к удалению ОТВ после его применения: «В проектной документации на монтаж автоматических установок пожаротушения должны быть предусмотрены меры по удалению огнетушащего вещества из помещения, здания и сооружения после его подачи» [19].

Данный федеральный закон также регламентирует требование о необходимости обеспечения информирования о неисправностях системы: «Автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации должны обеспечивать автоматическое информирование дежурного персонала

о возникновении неисправности линий связи между отдельными техническими средствами, входящими в состав установок» [19].

АУПТ должна обеспечить, чтобы время срабатывания находилось в пределах максимально допустимого и критического времени, необходимого времени для тушения и локализации, огнетушащее вещество соответствовало нормативным требованиям, сохранялась эксплуатационная надежность.

3.4 Выбор типа АУПТ

Выбор типа АУПТ зависит от потребностей противопожарной защиты, экономической целесообразности и возможностей пожарной охраны.

При выборе АУПТ необходимо руководствоваться особенностями зданий и помещений. Учитывая, что помещения представляют собой лабораторные залы, оптимальным будет установить автоматическую систему пожаротушения с применением порошка.

Использование автоматической установки порошкового пожаротушения дает ряд преимуществ перед существующими системами, среди которых минимальный ущерб от пожара, быстрое время восстановления оборудования и системы, компактное размещение оборудования, установка в эксплуатируемом здании, повышенная производительность, надежность, длительный срок службы, простота обслуживания, раннее обнаружение и тушение пожаров без участия человека. Данная система компактна, не требует герметизации помещений.

Рассмотрим требования к порошковым АУПТ. Для этого обратимся к СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».

Запрещается применение порошковых АУПТ:

- «в помещениях, которые не могут быть покинуты людьми до начала подачи огнетушащих порошков;
- в помещениях с пребыванием более 50 человек» [18].

Нормативный документ регламентирует требования к порошковым АУПТ: «Установки порошкового и газопорошкового пожаротушения не должны применяться для тушения пожаров: горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и др.); пиррофорных веществ и материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха» [18].

3.5 Выбор оборудования АУПТ

Проанализировав характеристики порошковых установок пожаротушения, предлагается внедрение модульной порошковой АУПТ.

Среди преимуществ модульной установки пожаротушения:

- простота монтажа и обслуживания;
- отсутствие сети подачи ОТВ;
- возможность мобильного обособленного размещения вне зависимости от расположения других систем противопожарной защиты;
- компактность;
- большой срок службы;
- сравнительно низкая стоимость.

Модуль порошкового пожаротушения (МПП) - устройство, хранящее и выдающее огнетушащий порошок при поступлении исполнительного импульса на спусковой элемент.

Модульная автоматическая установка порошкового пожаротушения срабатывает сразу по сигналу датчика, быстро локализуя источник возгорания с минимальным ущербом. Она работает без перекрытия вытяжных вентиляционных каналов и может перезаряжаться. Система питается от автономных источников тока. Также данная АУПТ может быть выполнена во взрывозащищенном исполнении для использования во взрывоопасных зонах.

Модуль порошкового пожаротушения включает в себя емкость с огнетушащим порошком, распределительные системы, газогенератор, пусковую систему и другие узлы в зависимости от конструкции.

Газогенератор может представлять из себя баллон со сжатым воздухом или пиротехнический заряд, быстро производящий значительное количество газа.

МПП можно активировать с использованием различных методов, таких как импульс электрического тока, термохимический, механический или комбинация этих методов, но обычно требуется использование пускового элемента.

В настоящее время используются 2 вида таких модулей: первый подразумевает разрушение корпуса при срабатывании, а второй производит выброс ОТВ, сохраняя целостность корпуса. Устройство данных видов МПП подразумевает размещение на потолке модуля, который в свою очередь содержит ОТВ, систему инициации и пиротехнический заряд.

Возможность перезарядки модулей АУПТ – важное экономически выгодное преимущество, поэтому выберем МПП, сохраняющий целостность корпуса, то есть способный к дальнейшей перезарядке после срабатывания.

Выбор МПП надо осуществлять с учетом нескольких критериев:

- Тип и площадь помещения;
- Возможность напольной или потолочной установки;
- Наличие электрооборудования;
- Скорость срабатывания;
- Стоимость.

Проанализировав рынок модулей порошкового тушения, выбор был сделан в пользу модуля от производителя Тунгус – МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2.

Рассмотрим характеристику модуля.

МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2 двух исполнений: потолочный (п) и настенный (н), предназначен для автоматического подавления очагов пожара классов А, В, С и Е.

Способ крепления модуля к несущей конструкции различается в разных версиях МРР из-за различий в конструкции кронштейна.

Благодаря электронному пусковому устройству МПП получает возможность самоактивироваться и функционировать как автономный порошковый огнетушитель.

«МПП предназначен как для тушения локальных очагов пожара, так и для пожаротушения в помещении по площади или объему.

МПП имеет возможность перезарядки, то есть является изделием многоразового использования.

Вытеснение огнетушащего порошка производится газом, вырабатываемым источником холодного газа ИХГ-9(М)» [3].

Технические характеристики МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2 представлены в Приложении Д.

Рассмотрим устройство МПП на рисунке 3.

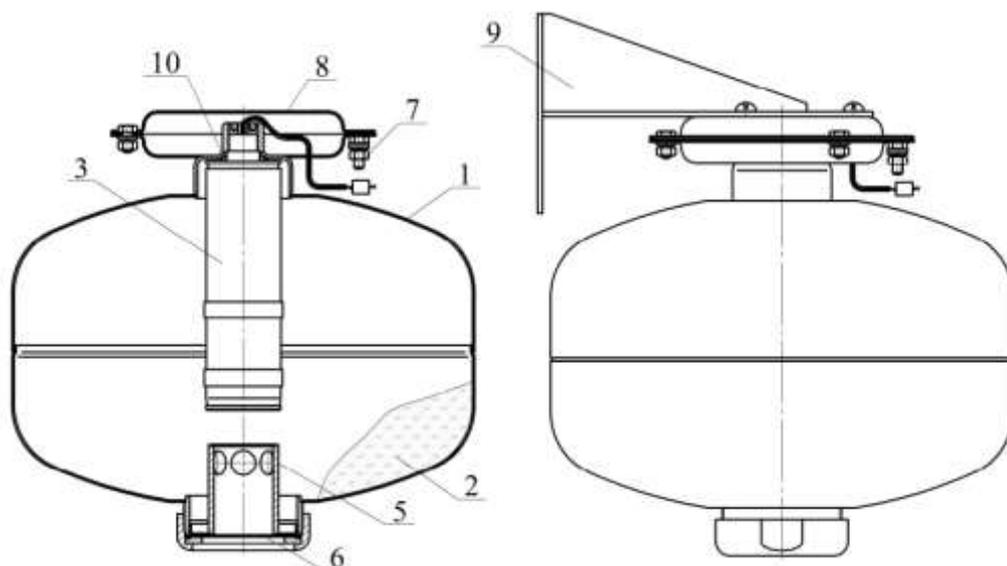


Рисунок 3 – Устройство МПП

Рассмотрим принцип работы МПП.

Когда сигнализация автоматической системы пожаротушения срабатывает при пожаре, она посылает электрический сигнал на модуль пожаротушения. «После подачи электрического импульса на выводы элемента электропускового 4 ИХГ 3 генерирует газ, который вспушивает ОП 2 и создает давление внутри корпуса МПП для вскрытия мембраны 6 и выброса через насадок - распылитель 5 струи ОП в зону горения» [3].

3.6 Расчет количества модулей для установок порошкового пожаротушения

Для расчета необходимого количества модулей порошкового пожаротушения в защищаемых помещениях обратимся к методическому пособию «Выбор и расчет параметров установок пожаротушения и сигнализации» [13].

«При тушении защищаемого объема количество модулей N , шт., для защиты объема помещения определяется по формуле» [13].

$$N = \frac{V_n}{V_m} \times K_1 \times K_2 \times K_3,$$

«где V_n – объем защищаемого помещения, m^3 ;

V_m – объем, защищаемый одним модулем выбранного типа, m^3 ;

K_1 – коэффициент неравномерности распыления порошка;

K_2 – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания;

K_3 - коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка к горючему веществу в защищаемой зоне» [13].

Рассмотрим таблицу 5, в которой отражены геометрические параметры защищаемых помещений.

Таблица 5 – Расчет объема защищаемых помещений

Наименование, номер защищаемого помещения	Длина помещения, м	Ширина помещения, м	Высота помещения, м	Объем помещения, м ³
Лабораторный зал 3-7	11,62	8,55	3,85	382,5
Лабораторный зал 3-11	5,05 2,93	4,61 4,00	3,85	134,75
Лабораторный зал 3-12	5,83	8,62	3,85	193,48
Лабораторный зал 3-13	11,85	8,64	3,85	394,18
Лабораторный зал 3-17	11,9	8,6	3,85	394,01

Произведем расчёты количества МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2.

$$N_{1B} = \frac{382,5}{54} \times 1 \times 1,2 \times 1,1 = 9,35 ,$$

$$N_{2B} = \frac{134,75}{54} \times 1 \times 1,1 \times 1,1 = 3 ,$$

$$N_{3B} = \frac{193,48}{54} \times 1 \times 1 \times 1,1 = 3,9 ,$$

$$N_{4B} = \frac{394,18}{54} \times 1 \times 1 \times 1,1 = 8 ,$$

$$N_{5B} = \frac{394,01}{54} \times 1 \times 1,1 \times 1,1 = 8,8 .$$

Выбирать количество МПП следует из расчета по более опасному развитию пожара, таким образом, составим перечень необходимых МПП по классу пожара В.

Рассмотрим таблицу 6 с результатами расчета необходимого количества модулей порошкового пожаротушения для выбранных помещений.

Таблица 6 – Сводный перечень необходимого количества МПП для защищаемых помещений

Наименование, номер защищаемого помещения	Объем помещения, м ³	Количество модулей
Лабораторный зал 3-7	382,5	10

Продолжение таблицы 6

Наименование, номер защищаемого помещения	Объем помещения, м ³	Количество модулей
Лабораторный зал 3-11	134,75	3
Лабораторный зал 3-12	193,48	4
Лабораторный зал 3-13	394,18	8
Лабораторный зал 3-17	394,01	9
	Итого:	34

Схема АУПТ в защищаемых помещениях представлена в Приложении Е.

Таким образом, в третьем разделе был произведен анализ систем противопожарной защиты объекта, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности выбранных помещений.

4 Охрана труда

Безопасность и охрана труда в условиях лабораторных исследований являются крайне важными. Для обеспечения безопасных условий труда на рабочих местах необходимо применять риск-ориентированный подход.

Управление рисками на производстве включает в себя ряд мероприятий, направленных на минимизацию (в лучшем случае ликвидацию) потенциальных опасностей и предотвращение возможных несчастных случаев. Данная задача может быть реализована в несколько этапов:

- Идентификация рисков на рабочем месте
- Оценка профессиональных рисков
- Разработка и реализация мер по воздействию на идентифицированный риск.

При проведении анализа профессиональных рисков на предприятии, в соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда», по предприятию ООО «Тольяттикаучук» составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест объекта исследования, и проведём идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций таких профессий как лаборант химического анализа, инженер – химик и ведущий инженер – химик [11].

По результатам проведения идентификации рисков исследуемых рабочих мест в соответствии с Приказом Минтруда РФ от 28.12.2021 N 926 "Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков" необходимо провести оценку уровней профессиональных рисков [12].

Рассмотрим таблицу 7 с приведенным реестром рисков для выбранного рабочего места.

Таблица 7 – Реестр рисков для лаборанта химического анализа

Опасность	ID	Опасное событие
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешаями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Контакт с высокоопасными веществами	9.4	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ
Образование токсичных паров при нагревании	9.5	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ
Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	10.1	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва
Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
Физические перегрузки при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе	23.1	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	24.4	Психоэмоциональные перегрузки
Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением

Рассмотрим таблицу 8 с результатами оценки уровней профессиональных рисков для выбранной профессии, составленную в соответствии с реестром рисков на рабочем месте – ЛКП (И, СКИ) корпуса № 150, ООО «Тольяттикачук» - лаборатория химического анализа.

Анкета оценки уровней профессиональных рисков включает в себя следующие показатели:

- Степень вероятности;
- Тяжесть последствий;
- Значимость оценки риска.

А также мы определяем:

- Коэффициент степени вероятности – А;
- Коэффициент тяжести последствий - U;
- Оценка риска - R.

Таблица 8 – Анкета оценки уровней профессиональных рисков для лаборанта химического анализа

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Лабораторный зал ЛКП (И, СКИ)	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешивыми вредными химическими веществ в воздухе рабочей зоны	Возможно	A3	Крупная	U4	R12	Средний
	Контакт с высокоопасными веществами	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ	Возможно	A3	Крупная	U4	R12	Средний
	Образование токсичных паров при нагревании	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	Возможно	A3	Крупная	U4	R12	Средний
	Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва	Маловероятно	A2	Катастрофическая	U5	R10	Средний
	Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру	Возможно	A3	Незначительная	U2	R6	Низкий
	Физические перегрузки при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках	Маловероятно	A2	Значительная	U2	R6	Низкий
	Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	Психоэмоциональные перегрузки	Возможно	A3	Незначительная	U2	R6	Низкий
	Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Маловероятно	A2	Крупная	U4	R8	Низкий

Определим перечень рисков для рабочего места инженера-химика в таблице 9.

Таблица 9 – Реестр рисков для инженера-химика

Опасность	ID	Опасное событие
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Физические перегрузки при неудобной рабочей позе	23.1	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1	Психоэмоциональные перегрузки
Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	24.4	Психоэмоциональные перегрузки
Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	27.6	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды

Рассмотрим таблицу 10 с результатами оценки уровней профессиональных рисков для выбранной профессии, составленную в соответствии с реестром рисков на рабочем месте – ЛКП (И, СКИ), кабинет инженера-химика.

Таблица 10 – Анкета оценки уровней профессиональных рисков для инженера-химика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
ЛКП (И, СКИ) кабинет инженера- химика	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Возможно	A3	Крупная	U4	R12	Средний
	Физические перегрузки при неудобной рабочей позе	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках	Маловероятно	A2	Значительная	U3	R6	Низкий
	Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	Психоэмоциональные перегрузки	Возможно	A3	Незначительная	U2	R6	Низкий
	Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	Психоэмоциональные перегрузки	Возможно	A3	Незначительная	U2	R6	Низкий
	Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Маловероятно	A2	Крупная	U4	R8	Низкий
	Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды	Маловероятно	A2	Крупная	U4	R8	Низкий

Определим перечень рисков для рабочего места ведущего инженера-химика в таблице 11.

Таблица 11 – Реестр рисков для ведущего инженера-химика

Опасность	ID	Опасное событие
Физические перегрузки при неудобной рабочей позе	23.1	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1	Психоэмоциональные перегрузки
Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	24.4	Психоэмоциональные перегрузки
Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	27.6	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды

Рассмотрим таблицу 12 с результатами оценки уровней профессиональных рисков для выбранной профессии, составленную в соответствии с реестром рисков на рабочем месте – ЛКП (И, СКИ), кабинет ведущего инженера-химика.

В данной таблице мы также определяем:

- Коэффициент степени вероятности – А;
- Коэффициент тяжести последствий - U;
- Оценка риска - R.

Таблица 12 – Анкета оценки уровней профессиональных рисков для ведущего инженера-химика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
ЛКП (И, СКИ), кабинет Ведущего инженера-химика	Физические перегрузки при неудобной рабочей позе	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках	Маловероятно	A2	Значительная	U3	R6	Низкий
	Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	Психоэмоциональные перегрузки	Возможно	A3	Незначительная	U2	R6	Низкий
	Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	Психоэмоциональные перегрузки	Возможно	A3	Незначительная	U2	R6	Низкий
	Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Маловероятно	A2	Значительная	U3	R6	Низкий
	Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде	Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды	Маловероятно	A2	Крупная	U4	R8	Низкий

Перечень мероприятий для контроля профессиональных рисков представлен в Приложении Ж.

Таким образом, в четвертом разделе были рассмотрены три рабочих места лаборатории контроля производств «Гольяттикаучук» - лаборант химического анализа, химик–инженер и ведущий инженер-химик. Все рабочие места рассматривались в структуре корпуса № 150 ЛКП (И, СКИ) – зал химического анализа, кабинет химика-инженера и кабинет ведущего химика-инженера. Для исследуемых мест были составлены перечни-реестры рисков, была проведена оценка рисков в соответствии с критериями: степень вероятности и тяжесть последствий, а также разработаны мероприятия по контролю профессиональных рисков для опасностей со средней значимостью оценки риска.

5 Охрана окружающей среды

Лаборатория контроля производства осуществляет контроль качества сырья, материалов и готовой продукции. В ходе различных технологических процессов образовывается посменное количество отходов. По завершении каждой рабочей смены организован сбор каждого вида отходов на площадки для накопления, и в дальнейшем передачу на утилизацию.

«На производствах и рабочих местах должен быть обеспечен сбор использованных обтирочных материалов в контейнеры из негорючего материала с закрывающейся крышкой и удаление по окончании рабочей смены содержимого указанных контейнеров» [1].

«Каждую смену производить уборку производственных помещений от горючих отходов и пыли с временным накоплением этих отходов на площадках» [1].

Рассмотрим антропогенную нагрузку на окружающую среду исследуемого объекта – корпуса № 150 ООО «Тольяттикаучук» [21]. Приведенная таблица 13 отражает перечень образования отходов [1].

Таблица 13 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
ООО «Тольяттикаучук», корпус 150	ЛКП (И, СКИ)	-	-	Мусор от бытовых помещений несортированный (исключая крупногабаритный)
				Отходы ртутных термометров
				Смет с территории, отходы спецодежды, отработанные противогазные коробки, средства индивидуальной защиты, сальниковая набивка асбесто-графитовая, промасленная (содержание масел менее 15%);
				Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)
				Бой стекла.

Продолжение таблицы 13

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
				Лом и отходы содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусками, несортированные.
				Лом и отходы, содержащие цветные металлы
				Минеральные масла промышленные
				Продукция из натуральной древесины, утратившая потребительские свойства
Количество в год, тонн	-	-		23,29

Рассмотрим таблицу 14, отражающую характеристику образующихся отходов на объекте исследования.

Таблица 14 – Характеристика отходов

Наименование объекта	Подразделение	Отходы	Класс опасности	Код ФККО	Химический состав отхода
ООО «Гольягтикаучук», корпус № 150	ЛКП (И, СКИ)	Мусор от бытовых помещений несортированный (исключая крупногабаритный)	4	7 33 100 01 72 4	Целлюлоза - 33,7; Органические вещества - 30,7; Хлопок - 8,5; Полимерные материалы - 5,0; Fe - 0,4; Медь - 0,27; Цинк - 0,18; Алюминий - 4,05; Стекло - 5,6; Камни, керамика - 1,4; Кожа, синтетический каучук - 1,3; Отсев менее 16 мм - 8,8
		Отходы ртутных термометров	1	4 71 920 00 52 1	Стекло - 65,24; Ртуть - 25,66; Алюминий - 9,10;

Продолжение таблицы 14

Наименование объекта	Подразделение	Отходы	Класс опасности	Код ФККО	Химический состав отхода
		Смет с территории, отходы спецодежды, отработанные противогазные коробки, средства индивидуальной защиты, сальниковая набивка асбесто-графитовая, промасленная (содержание масел менее 15%);	4	7 33 390 01 71 4	Алюминий - 0,2524; Железо - 0,85; Кадмий - 0,0001; Кальций - 0,6523; Кремний диоксид; 20,9; Магний - 0,27; Марганец - 0,2758; Медь - 0,0354; Мышьяк - 0,00047; Нефтепродукты - 0,268; Никель - 0,026; Свинец - 0,00919; Сульфаты - 0,6615; Хром - 0,019; Цинк - 0,0156
		Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	4	9 19 204 02 60 4	Тряпье – 89,925; Нефтепродукты - 10,075
		Бой стекла.	5	3 41 901 01 20 5	SiO ₂ - 72,5; Al ₂ O ₃ - 2,5; MgO - 2,5; CaO - 7; Na ₂ O - 15,5;
		Лом и отходы содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусками, несортированные.	5	4 61 010 01 20 5	Железо – 97,18; Углерод – 0,57; Кремний – 0,46; Марганец – 0,96; Хром – 0,3; Никель – 0,35; Медь – 0,18;

Продолжение таблицы 14

Наименование объекта	Подразделение	Отходы	Класс опасности	Код ФККО	Химический состав отхода
		Лом и отходы, содержащие цветные металлы	3	4 62 011 11 20 3	Медь - 23%, Алюминий - 40%, Никель - 9%, Свинец - 13%, Железо – 10%, Механические примеси - 5%.
		Минеральные масла промышленные	3	4 06 130 01 31 3	Масла - 94,3; Взвешенные вещества - 1,7; Вода - 4
		Продукция из натуральной древесины, утратившая потребительские свойства, незагрязненная	5	4 04 190 00 51 5	Клетчатка (целлюлоза) - 58; Вода - 1; Пентоза - 11; Лигнин - 28; Воск (липиды) - 1; Жир растительный - 1;

Нормативно-правовая база в части регулирования обращения с отходами производства и потребления содержит Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Статья 19 данного закона обязывает юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность в области обращения с отходами, вести в установленном порядке учёт образовавшихся отходов.

Порядок учёта в области обращения с отходами утвержден приказом Минприроды России от 08.12.2020 № 1028. В нем изложены руководящие принципы организации и ведения учета отходов.

Рассмотрим сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2022 год в таблице 15.

Таблица 15 - Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2022 г

Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн/год	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
			Хранение	Накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мусор от бытовых помещений несортированный (исключая крупногабаритный)	7 33 100 01 72 4	4	0,1	3,6	3,7	-	3,7	-
Отходы ртутных термометров	4 71 920 00 52 1	1	0,025	1,075	1,1	-	-	1,1
Смет с территории, отходы спецодежды, отработанные противогазные коробки, средства индивидуальной защиты, сальниковая набивка асбесто-графитовая, промасленная (содержание масел менее 15%);	7 33 390 01 71 4	4	0,9	10,1	11	-	11	-
Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	9 19 204 02 60 4	4	0,05	0,84	0,89	-	0,89	-
Бой стекла	3 41 901 01 20 5	5	0,3	0,9	1,2	-	1,2	-
Лом и отходы содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусками, несортированные.	4 61 010 01 20 5	5	0,25	2,05	2,3	-	2,3	-

Продолжение таблицы 15

Наименование видов отходов			Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн/год	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
					Хранение	Накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Лом и отходы, содержащие цветные металлы			4 62 011 11 20 3	3	0,48	1,12	1,6	-	1,6	-
Минеральные масла индустриальные			4 06 130 01 31 3	3	0,06	0,64	0,7	-	0,7	-
Продукция из натуральной древесины			4 04 190 00 51 5	5	0,37	1,53	1,9	-	1,7	-
Итого:					2,535	21,855	25	-	23,09	1,1
Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн										
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения					
10	11	12	13	14	15					
25	-	19,5	1,1	-	4,69					

После посменного сбора всех видов отходов производства и потребления, организуется их накопление и хранение. Это является следующими этапами обращения с отходами.

Согласно СанПиН 2.1.3684-21, исходя из физико-химических характеристик отходов, допускается их временное хранение на производственных территориях:

- На открытых площадках;
- В специальных помещениях (в цехах, складах, на открытых площадках, в резервуарах, емкостях).

Накопление промышленных отходов допускается:

- Отходы I класса опасности могут храниться только в герметичной оборотной таре (например, в сменных бочках или цистернах)
- Отходы II класса опасности должны храниться в надежно закрытой таре (например, в полиэтиленовых или пластиковых мешках), размещенной на поддонах.
- Отходы III класса опасности могут храниться в бумажных мешках и ящиках, хлопчатобумажных или текстильных мешках или навалом.
- Отходы IV класса опасности обычно хранятся навалом.

Характеристика отходов производства и потребления ЛКП (И, СКИ) в Приложении И.

Рассмотрим характеристику условий хранения отходов производства и потребления корпуса № 150 в таблице 16.

В данной таблице указываются следующие места для хранения отходов производства и потребления:

- Огороженная бетонированная площадка № 120а;
- Участок закрываемого помещения №248;
- Открытая асфальтированная площадка № 120б;
- Открытая асфальтированная площадка № 120в;
- Открытая асфальтированная площадка № 120г.

Таблица 16 – Характеристика условий хранения отходов производства и потребления

Наименование объекта	Подразделение	Отходы	Класс опасности	Условия хранения
ООО «Гольяттикаучук» корпус № 150	ЛКП (И, СКИ)	Мусор от бытовых помещений несортированный (исключая крупногабаритный)	4	Огороженная бетонированная площадка № 120а В контейнере (1шт.)V=0,75м ³
		Смет с территории, отходы спецодежды, отработанные противогазные коробки, средства индивидуальной защиты, сальниковая набивка асбесто-графитовая, промасленная (содержание масел менее 15%);	4	
		Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	4	
		Бой стекла.	5	
		Отходы ртутных термометров	1	Участок закрываемого помещения № 248 Металлический ящик для накопления навалом – 0,1 т
		Лом и отходы содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусками, несортированные.	5	Открытая асфальтированная площадка № 120б Навалом
		Лом и отходы, содержащие цветные металлы	3	Открытая асфальтированная площадка № 120б В контейнере (1шт.)V=0,75м ³
		Минеральные масла индустриальные	3	Открытая асфальтированная площадка № 120в В бочках V=0,2м ³ до 4 шт.
		Продукция из натуральной древесины, утратившая потребительские свойства, незагрязненная, обрезь деревьев	5	Открытая асфальтированная площадка № 120г, Навалом

Поврежденные и обработанные ртутьсодержащие термометры помещают в герметичную транспортную упаковку для предотвращения нанесения вреда окружающей среде и человеку. Это делается отдельно от других видов отходов. Кроме того, обращение с отходами, относящимися к I-II классу опасности, включая ртутьсодержащие термометры, осуществляется специализированным в этой области федеральным оператором — ФГУП «ФЭО».

Требования при обращении с группой однородных отходов «Минеральные и синтетические масла, утратившие потребительские свойства» утверждены разделом IV Приказом Минприроды РФ от 11.06.2021 N 399

Индивидуальные предприниматели и юридические лица, производящие отработанные масла без лицензии на сбор, транспортировку, переработку, размещение или обезвреживание отходов, классифицированных как I-IV опасные, обязаны передать указанные отходы организациям, уполномоченным на осуществление такой деятельности. в течение 11 месяцев со дня образования отходов.

Дальнейшими этапами обращения с отходами является их передача для утилизации и размещения компаниям:

- ООО «Экология»: ИНН - 6321210459; ОГРН – 1086320010798;
- ООО «ТОЛЬЯТТИНЕФТЕПРОДУКТ СЕРВИС»: ИНН – 6322041429; ОГРН – 1086320001932;
- ООО «ЭКОСТРОЙРЕСУРС»: ИНН – 6316186232; ОГРН – 1136316004747.

Таким образом, в данном разделе была рассмотрена антропогенная нагрузка на окружающую среду, а также характеристика отходов производства и потребления объекта исследования, условия и требования обращения с данными отходами.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий для объекта исследования – ЛКП (И, СКИ) ООО «Тольяттикаучук» представлен в таблице 17.

Таблица 17 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Источник финансирования мероприятия
1	2	3	4	5
ООО «Тольяттикаучук», ЛКП (И, СКИ) – 3 этаж корпуса № 150	Разработка системы автоматической установки порошкового пожаротушения	Снижение материального ущерба от пожаров	2023 год	ООО «Тольяттикаучук»
	Монтаж автоматической установки порошкового пожаротушения		2024 год	
	Пусконаладочные работы		2024 год	

Рассмотрим таблицу 18, в которой отображена смета затрат на организацию предложенных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта исследования.

Таблица 18 - Смета затрат на финансирование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование статьи затрат	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Модули порошкового пожаротушения	шт	34	6750,00	229 500
Кронштейн	шт	34	420	14 280
Прокладка кабеля	м	120	70	8400
Монтажные работы	-	34	1200	40 800
Пусконаладочные работы	-	-	4500	4500

Продолжение таблицы 18

Наименование статьи затрат	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Табло световое	шт	10	300	3000
Итого:				300 480

Обратимся к Межгосударственному стандарту «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» ГОСТ 12.1.004-91 [4]. А также обратимся к пособию «Методические рекомендации об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов государственного пожарного надзора» для расчета ущерба от пожара на объекте исследования [8].

Найдем стоимость 1 м² поврежденных частей здания:

$$Y = K_{пов. об. стр. q} \times C_{1 кв. м об. стр. i} \times K_{пер} \times K_{гр.к.} \times K_{рег}$$

«Где $K_{пов. об. стр. q}$ – коэффициент, учитывающий степень повреждения пожаром площади объектов строительства q -го вида, к которому относится i -й объект строительства, в соответствии с приложением И;

$K_{пер}$ – коэффициент пересчета восстановительной стоимости от базового субъекта Российской Федерации к уровню текущих цен субъекта Российской Федерации, на территории которого расположен i -й объект строительства, безразмерный, определяемый в соответствии с приложением Б;

$K_{гр.к.}$ – коэффициент пересчета восстановительной стоимости в соответствии с фактической группой капитальности i -ого объекта строительства, безразмерный, приложения А и В» [8].

$$Y = 0,24 \times 4550 \times 13,15 \times 1,09 \times 1,01 = 15808 \text{ руб}$$

Обратимся к МДС 21-3.2001 - Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97 [6].

Рассмотрим таблицу 19 с исходными данными для расчета оценки эффективности предложенных мероприятий.

Таблица 19 - Данные для расчета эффективности мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Наименование показателя	Единицы измерения	Условные обозначения	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	2 (после реализации мероприятий)
Площадь объекта	м ²	F	6000	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	руб/м ²	C_T	20 000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м ²	C_K	15 808	
Вероятность возникновения пожара	1/м ² в год	J	0,00003	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м ²	$F_{\text{пож}}$	4	
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м ²	$F^*_{\text{пож}}$	400	
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения	м ²	$F''_{\text{пож}}$	6000	
Вероятность тушения пожара первичными средствами	—	p_1	0,79	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	—	p_2	0,99	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	—	p_3	0,86	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	—	—	0,52	

Продолжение таблицы 19

Наименование показателя	Единицы измерения	Условные обозначения	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	2 (после реализации мероприятий)
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	–	к	1,3	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	вл	1,3	
Время свободного горения	мин	Всвг	14,5	
Стоимость автоматических устройств тушения пожара	руб.	К	300 480	
Норма текущего ремонта	%	Н _{т.р}	1%	
Норма амортизационных отчислений	%	Н _а	10%	
Численность работников обслуживающего персонала	чел.	Ч	1	
Зарботная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	17000	
Ежемесячное обслуживание модулей порошкового пожаротушения	руб	W	5000	
Норма дисконта		НД	0,1	
Период реализации мероприятия	лет	Т	15	

1) Найдем годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения $M(\Pi_1)$:

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) = \\ = 28\,781,28 + 1\,099\,940,46 + 114\,775,92 = 1\,243\,497,66 \text{ руб.}$$

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

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

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [20].

2) Найдем математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_T \times F_{\text{пож}} \times (1+k) \times p_1 = 0,00003 \times 6000 \times 20000 \times \\ \times 4 \times (1+1,3) \cdot 0,79 = 28\,781,28 \text{ руб.}$$

«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_{пож} – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м²;

p₁ – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [20].

3) Рассчитаем математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \times F \times (C_T \times F'_{\text{пож}} + C_k) \times 0,52 \times (1+k) \times (1-p_1) \times p_2 = \\ = 0,00003 \times 6000 \times (20000 \times 1116,3 + 15808) \times 0,52 \times (1+1,3) \times \\ \times (1-0,79) \times 0,99 = 1\,099\,940,46 \text{ руб.}$$

«где p₂ – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

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

F' пож – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [20].

4) Найдем математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \times F \times (C_T \times F''_{\text{пож}} + C_K) \times (1+k) \times [1-p_1 - (1-p_1) \times p_2] = 0,00003 \times 6000 \times \\ \times (20000 \times 6000 + 15808) \times (1+1,3) \times (1-0,79 - (1-0,79) \times 0,99) = 114\,775,92 \text{ руб},$$

«где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м²» [20].

5) Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_l \times B_{\text{св}})^2 = \pi \times (1,3 \times 14,5)^2 = 1116,3 \text{ м}^2,$$

«где v_l – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{св}}$ – время свободного горения, мин» [20].

6) Найдем годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения $M(\Pi_2)$:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) = 28\,781,28 + 657\,961,92 + \\ + 153\,991,5 + 16\,068,6 = 856\,803,3 \text{ руб},$$

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

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения;

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

$M(\Pi_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [20].

7) Рассчитаем математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_T \times F_{\text{пож}} \times (1+k) \times p_1 = 0,00003 \times 6000 \times 20000 \times 4 \times \\ \times (1+1,3) \times 0,79 = 28\,781,28 \text{ руб.}$$

8) Найдем математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \times F \times C_T \times F_{\text{пож}}^* \times (1+k) \times (1-p_1) \times p_3 = 0,000011 \times 6000 \times 20000 \times 400 \times \\ \times (1+1,3) \times (1-0,79) \times 0,86 = 657\,961,92 \text{ руб.}$$

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

p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [20].

9) Рассчитаем математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \times F \times (C_T \times F'_{\text{пож}} + C_{\kappa}) \times 0,52 \times (1+k) \times [1-p_1 - (1-p_1) \times p_3] \times p_2 = \\ = 0,000011 \times 6000 \times (20\,000 \times 1116,3 + 15\,808) \times 0,52 \times (1+1,3) \times \\ \times (1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86) \times 0,99 = 153\,991,5 \text{ руб}$$

10) Найдем математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_4) = J \times F \times (C_T \times F''_{\text{пож}} + C_{\kappa}) \times (1+k) \times (1-p_1 - (1-p_1) \times p_3 - (1-p_1 - (1-p_1) \times p_3) \times p_2) = \\ = 0,000011 \times 6000 \times (20000 \times 6000 + 15\,808) \times (1+1,3) \times (1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86 - \\ - (1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86) \times 0,99) = 16\,068,6 \text{ руб}$$

11) Рассчитаем эксплуатационные расходы Р на содержание автоматических систем пожаротушения:

$$P=A+C=30\,048+267\,004,8=297\,052,8 \text{ руб.},$$

«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» [20].

12) Рассчитаем текущие затраты:

$$C_2=C_{m.p.}+C_{c.o.n.}+C_{o.v.}=3004,8+204\,000+60000=267\,004,8 \text{ руб.},$$

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

$C_{c.o.n.}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$C_{o.v.}$ – затраты на огнетушащее вещество» [20].

13) Затраты на текущий ремонт:

$$C_{m.p.}=\frac{K_2 \times H_{m.p.}}{100\%}=\frac{300480 \times 1\%}{100\%}=3004,8 \text{ руб}$$

14) Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{c.o.n.}=12 \times Ч \times ЗПЛ=12 \times 1 \times 17000=204\,000 \text{ руб}$$

15) Затраты на обслуживание моделей порошкового пожаротушения:

$$C_{o.v.}=W \times 12=5000 \times 12=60000 \text{ руб}$$

16) Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \times H_a}{100\%} = \frac{300\,480 \times 10\%}{100\%} = 30\,048 \text{ руб}$$

17) Рассчитаем чистый дисконтированный поток доходов по каждому году проекта:

$$I_t = ([M(\Pi 1) - M(\Pi 2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1 + HD)^t} - (K_2 - K_1),$$

«где t – год осуществления затрат;

HD – 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» [20].

18) Определим интегральный экономический эффект путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта в таблице 20.

$$I = \sum_{t=0}^T I_t$$

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

I_t – чистый дисконтированный поток доходов на t -году» [20].

Таблица 20 - Денежные потоки

Год осуществления проекта T	$M(\Pi 1) - M(\Pi 2)$	$P_2 - P_1$	$1/(1 + HD)^t$	$[M(\Pi 1) - M(\Pi 2) - (P_2 - P_1)] \times 1/(1 + HD)^t$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (I)
1	386 693,7	297 052,8	0,9	80 676,81	300 480	- 219 803,2

Продолжение таблицы 20

Год осуществления проекта Т	$M(\Pi 1) - M(\Pi 2)$	$P_2 - P_1$	$1/(1+НД)^t$	$[M(\Pi 1) - M(\Pi 2) - (P_2 - P_1)] \times 1/(1+НД)^t$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
2	386 693,7	297 052,8	0,83	74 402	-	74 402
3	386 693,7	297 052,8	0,75	67 230,7	-	67 230,7
4	386 693,7	297 052,8	0,68	60 955,8	-	60 955,8
5	386 693,7	297 052,8	0,62	55 577,4	-	55 577,4
6	386 693,7	297 052,8	0,56	50 198,9	-	50 198,9
7	386 693,7	297 052,8	0,51	45 716,9	-	45 716,9
8	386 693,7	297 052,8	0,47	42 131,2	-	42 131,2
9	386 693,7	297 052,8	0,42	37 649,2	-	37 649,2
10	386 693,7	297 052,8	0,38	34 063,5	-	34 063,5
11	386 693,7	297 052,8	0,35	31 374,3	-	31 374,3
12	386 693,7	297 052,8	0,32	28 685,1	-	28 685,1
13	386 693,7	297 052,8	0,29	25 995,8	-	25 995,8
14	386 693,7	297 052,8	0,26	23 306,6	-	23 306,6
15	386 693,7	297 052,8	0,24	21 513,8	-	21 513,8
Итого						378 998

Интегральный экономический эффект равен 378 998 руб.

Вывод: Проект по обеспечению пожарной безопасности – оснащение противопожарной системой объекта исследования – лаборатории контроля производства корпуса № 150 ООО «Тольяттикаучук» - экономически оправдан, его эффективность за период реализации в 15 лет составит 378 998 рублей.

Заключение

В ходе исследовательской работы были выполнены все поставленные задачи, а именно: проанализирована оперативно-тактическая характеристика объекта исследования – корпуса № 150 ООО «Тольяттикаучук»; изучен порядок взаимодействия персонала объекта с пожарными подразделениями; проведен расчет необходимых сил и средств для тушения пожаров в 2 помещениях лаборатории контроля производства; произведен расчет первичных средств пожаротушения для объекта исследования; проанализировано противопожарное водоснабжение рассматриваемого объекта; составлен план эвакуации для ЛКП (И, СКИ).

Далее были проанализированы системы противопожарной защиты объекта, в ходе чего выявлена необходимость в дополнительной защите лабораторных залов ЛКП (И, СКИ).

Решением выпускной квалификационной работы является оборудование исследуемых лабораторных залов автоматической установкой пожаротушения. Предлагаемая установка включает в себя систему модулей порошкового пожаротушения.

Для предлагаемого решения был проанализирован рынок модулей порошкового пожаротушения и их комплектующих частей, в ходе чего было выбрано необходимое оборудование. Опираясь на технические характеристики устройства, нормативно-правовую базу, а также методические указания были проведены необходимые расчеты по осуществлению разработанного мероприятия.

В последнем разделе выпускной квалификационной работы был проведен анализ экономической эффективности предлагаемого решения. В ходе чего выявлено: проект по обеспечению пожарной безопасности ЛКП (И, СКИ) ООО «Тольяттикаучук» экономически оправдан, его эффективность за период реализации в 15 лет составит 378 998 рублей.

Список используемых источников

1 Инструкция о мерах пожарной безопасности лаборатории контроля производства ЦЗЛ // ООО Тольяттикаучук: СТП ТК/04-07-03/ЗМУ122, 2015 - 36 с. (дата обращения: 19.02.2023).

2 Инструкция о мерах пожарной безопасности ЦЗЛ// ООО Тольяттикаучук: ТК/2.06-ЦЗЛ, 2019 - 30 с. (дата обращения: 22.01.2023).

3 Модуль порошкового пожаротушения МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2. Паспорт и руководство по эксплуатации // ТУНГУС - ЗАО Источник Плюс, 13 с. (дата обращения: 10.03.2023).

4 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 N 875) (ред. от 01.10.1993) [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91 URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 15.04.2023).

5 Межгосударственный стандарт. Системы эвакуационные фотолюминесцентные. Общие технические условия [Электронный ресурс] : ГОСТ 34428-20 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181823> (дата обращения: 26.02.2023).

6 Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97*. МДС 21-3.2001 / ОАО «ЦНИИпромзданий». — М.: ГУП ЦПП, 2001. — 86 с. (дата обращения: 15.04.2023).

7 Методики расчета сил и средств для тушения пожаров: методические указания для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Пожарная тактика» / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. Н. Ю. Клименти. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. – 28 с. (дата обращения: 05.02.2023).

8 Методические рекомендации об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов

государственного пожарного надзора. 1-е изд., доп. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 129 с. (дата обращения: 17.04.2023).

9 Наумов А.В. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров: учебное пособие / А.В. Наумов, Ю.П. Самохвалов, А.О. Семенов; под общ. ред. М.М. Верзилина. Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2008 - 184 с. (дата обращения: 05.02.2023).

10 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 24.10.2022). URL: <https://base.garant.ru/74680206/?ysclid=lgmn7d05r9285464118> (дата обращения: 17.02.2023).

11 «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 776н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 N 66318) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения: 18.03.2023).

12 Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков" [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда РФ от 28.12.2021 N 926 URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518/ (дата обращения: 20.03.2023).

13 Сафронов, В.В. Выбор и расчет параметров установок пожаротушения и сигнализации. Учебное пособие / В.В. Сафронов, Е.В. Аксенова. – Орел: ОрелГТУ, 2004. - 57 с. (дата обращения: 12.03.2023).

14 Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические. Справочник. – 3-е изд. (с изм.) – М.: Спецтехника, 2003 – 400 с., илл. (Серия «Пожарная безопасность предприятия») (дата обращения: 03.03.2023).

15 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности

[Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 22.02.2023).

16 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020 URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_361298/?ysclid=lgmm1gtsia282638924 (дата обращения: 22.01.2023).

17 Свод правил. 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> (дата обращения: 05.03.2023).

18 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020 URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 03.03.2023).

19 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 14.07.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/?ysclid=lgmm8u9dl5826964832 (дата обращения: 22.02.2023).

20 Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы)/ Фрезе Т.Ю. – Тольятти: ТГУ, 2019 – 60 с. (дата обращения: 15.04.2023).

21 Brian J. Meacham, Margaret McNamee Handbook of Fire and the Environment. Impacts and Mitigation. Springer Nature Switzerland AG 2023 [Электронный ресурс] : URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-94356-1> (дата обращения: 10.04.2023).

22 Ewing, C.T., Faith, F.R., Romans, J.B. et al. Extinguishing class B fires with dry chemicals: Scaling studies. *Fire Technol* 31, 17–43 (1995). [Электронный ресурс] : URL: <https://doi.org/10.1007/BF01305266> (дата обращения: 05.02.2023).

23 Lauren R. Shapiro, Marie-Helen Maras *Encyclopedia of Security and Emergency Management*. Springer Nature Switzerland AG 2021 [Электронный ресурс] : URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70488-3> (дата обращения: 10.02.2023).

24 Mikalsen, R.F., Storesund, K. (2023). Mitigation Strategies for Waste Fires. In: Meacham, B.J., McNamee, M. (eds) *Handbook of Fire and the Environment*. The Society of Fire Protection Engineers Series. Springer, Cham. [Электронный ресурс] : URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-94356-1_11 (дата обращения: 24.01.2023).

25 Torsten Schmiermund *The Chemistry Knowledge for Firefighters*. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2023 [Электронный ресурс] : URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64423-2> (дата обращения: 10.03.2023).

Приложение А
Пожароопасные и токсические свойства применяемых веществ

Таблица А.1 - Пожароопасные и токсические свойства применяемых веществ

Наименование вещества, агрегатное состояние	Класс опасности	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Температура, °С				Концентрационные пределы воспламенения, % об.		Характеристика токсичности (воздействия на организм человека)
			вспышки	воспламенения	кипения	самовоспламенения	нижний	верхний	
Аммиак (г)	4	20			- 33	650	4,0	13,6	СДЯВ резко раздражающего действия
Ацетон (ж)	4	200	- 18		56,2	465	2,91	12,8	Наркотическое действие
Бензол (ж)	2	15	- 11	-13	80,1	634	1,4	7,1	Сильный яд, действует на нервную систему
Диметилдиоксан-1,4 (ж)	3	3	-	-	132	351	1,96	22,2	Наркотическое и раздражающее действие
Диметилформамид (ж)	2	10	59	-	153	420	4,9	13,6	Раздражающее действие на кожу
Перекись водорода (ж)	-	-	-	-	151,4	-	-	-	Вызывает ожоги кожи и глаз, раздражает слизистые оболочки
Серная кислота (ж)	2	1			296,2				Серная кислота и ее пары оказывают сильное прижигающее действие на слизистые оболочки. При превышении ПДК пары серной кислоты поражают легкие

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Наименование вещества, агрегатное состояние	Класс опасности	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Температура, °С				Концентрационные пределы воспламенения, % об.		Характеристика токсичности (воздействия на организм человека)
			вспышки	воспламенения	кипения	самовоспламенения	нижний	верхний	
Соляная кислота (ж)	2	0,5			- 84				Вызывает ожоги, раздражает слизистую оболочку глаз и дыхательных путей.
Спирт этиловый (ж)	4	2000/ 1000	14	-	78,3	403	3,6	17,7	Наркотическое действие
Толуол (ж)	3	50	4,4		110,6	552	1,3	6,7	Слабое наркотическое действие, при малых концентрациях вызывает сухость, трещины кожи
Углерод четырёххлористый (ж)	2		-	-	76,7	-	-	-	При термическом разложении образуется отравляющее вещество – фосген
Уксусная кислота (ж)	3	5	34	68	118,1	454	3,3	22,0	Раздражающее действие, вызывает ожоги кожи
Хлороформ (ж)	3	20			61,2				Оказывает наркотическое действие

Приложение Б
Нормы обеспечения огнетушителями ЛКП ООО «Тольяттикаучук»

Таблица Б.1 - Нормы обеспечения огнетушителями на 3 участке - лабораторий контроля производства ООО «Тольяттикаучук»

Наименование помещения	Площадь, м ²	Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности	Класс пожароопасных / взрывоопасных зон	Наличие АУПТ (да/нет)	Класс пожара	Переносные огнетушители	
						Ранг тушения модельного очага	Тип и количество огнетушителей (шт.)
Лаборатория контроля производства (ТИБА) Лабораторный зал, ком.3-12	49,7	В	П-Па	нет	А, В, Д, Е	ОП-5	1
Лаборатория контроля производства (ТИБА) СКЛАД к. 1 Реактивы к. 2 Лабораторная посуда	10	В	П-2а	нет	А, В	ОУ-3	1
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Комната приема пищи, 3-5	22,8	В	-	нет	Е	ОУ-3	1
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Лабораторный зал, ком. 3-7	98,1	В	П-Па	нет	А, В, Е	ОУ-5	2
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) корридор	128,3	В	-	нет	А	ОП-5	2
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Лабораторный зал, ком. 3-11	42,9	В	П-Па	нет	А, В	ОП-5	1

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Наименование помещения	Площадь, м ²	Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности	Класс пожароопасных / взрывоопасных зон	Наличие АУПТ (да/нет)	Класс пожара	Переносные огнетушители	
						Ранг тушения модельного очага	Тип и количество огнетушителей (шт.)
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Лабораторный зал, ком. 3-13	101,2	В	П-Па	нет	А, В, Е	ОУ-5	2
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Комната приема пищи, 3-16	49,4	В	-	нет	Е	ОУ-3	1
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Лабораторный зал, ком. 3-17	101,4	В	П-Па	нет	А, В, Е	ОУ-5	2
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Лабораторный зал, ком. 3-18	100,4	В	П-Па	нет	А, В, Е	ОУ-5	2
Лаборатория контроля производства (И,СКИ) Склад ЛВЖ	25	А	-	нет	А	ОУ-5	1

Приложение В
Схема расположения источников наружного противопожарного водоснабжения

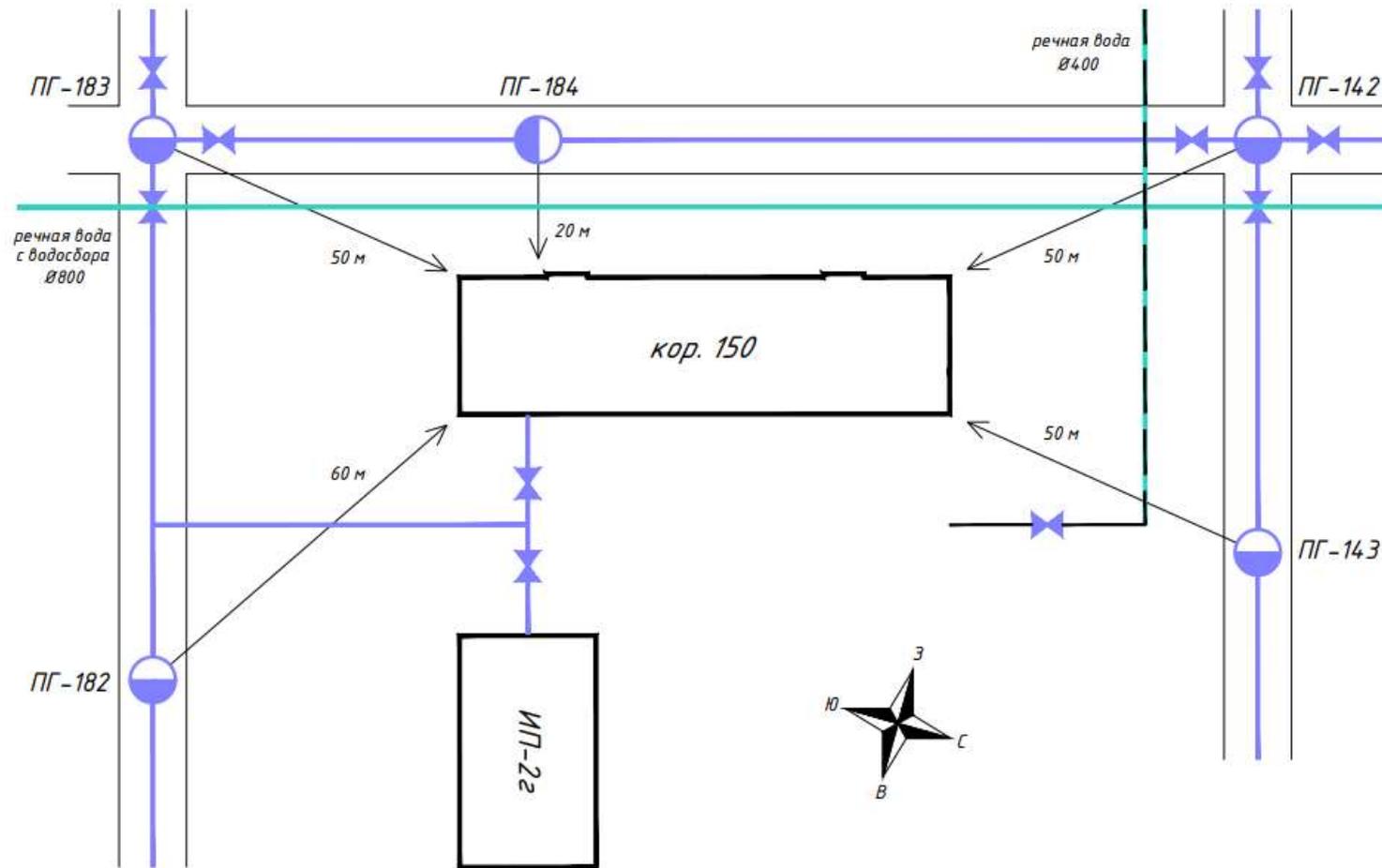


Рисунок В.1 – Схема расположения источников наружного противопожарного водоснабжения

Приложение Г План эвакуации из помещений ЛКП (И, СКИ)



Рисунок Г.1 – План эвакуации из помещений ЛКП (И, СКИ)

Приложение Д
Технические характеристики МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2

Наименование показателя	Значение		
1. Вместимость корпуса, л	9,0 _{-0,4}		
2. Габаритные размеры, мм, не более:			
– диаметр	286		
– высота (с установленным кронштейном)	268		
3. Масса МПП полная, кг, не более	13		
4. Масса огнетушащего порошка ИСТО-1 ТУ 2149-001-54572789-00, кг	8,6 ^{+0,43}		
5. Быстродействие МПП (время с момента подачи исполнительного импульса на пусковой элемент МПП до момента начала выхода огнетушащего порошка из модуля), с	от 3 до 10		
6. Время действия (продолжительность подачи огнетушащего порошка), с	Не более 1		
7. Давление вскрытия мембраны, МПа	От 2,1 до 2,2		
8. Огнетушащая способность МПП потолочного крепления:			
8.1*) Защищаемые площадь (S, м ²) и объем (V, м ³) для пожаров класса А при тушении с высоты (Н, м)	Н	S	V
	2	72	144
	3	72	216
	13	62	171
8.2*) Защищаемые площадь (S, м ²) и объем (V, м ³) для пожаров класса В при тушении с высоты (Н, м)	Н	S	V
	2	33	54
	3	33	54
	13	9,3	54
9. Огнетушащая способность МПП потолочного крепления для пожаров класса А при тушении с высоты (Н) до 13 м двух поэтажно расположенных помещений с проемами для прохождения газопорошковой струи:			
9.1 Суммарная защищаемая площадь (S), м ²	36,5		
9.2 Суммарный защищаемый объем (V), м ³	15		

Рисунок Д.1 - Технические характеристики МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2

Продолжение Приложения Д

Наименование показателя	Значение
10. Огнетушащая способность МПП настенного крепления при тушении с высоты (Н) 2 и 3 м:	
10.1 Защищаемая площадь (S) для пожаров класса А, м ²	72
10.2 Защищаемый объем (V) для пожаров класса А, м ³	216
10.3 Защищаемая площадь (S) для пожаров класса В, м ²	33
10.4 Защищаемый объем (V) для пожаров класса В, м ³	54
11. Максимальный ранг модельного очага пожара класса В при тушении на открытой площадке с высоты (Н) 12 м	233В**)
12. Характеристики цепи элемента <u>электропускового</u> для исполнений МПП(Н)-9, МПП(Н-Т)-9: - безопасный ток проверки цепи, А, не более - ток срабатывания, А, не менее: а) для МПП(Н)-9; б) для МПП(Н-Т)-9 - электрическое сопротивление, Ом	0,03 0,15 0,2 8...16
13. Характеристики цепи элемента <u>электропускового</u> для исполнения МПП(Н-Т1)-9: - безопасный ток проверки цепи, А, не более - ток срабатывания, А, не менее - электрическое сопротивление, Ом	0,2 0,6 2...5
14. Коэффициент неравномерности распыления порошка К1	1,0
Примечания: *) – Огнетушащая способность МПП потолочного крепления при тушении с высоты (Н) определяется по формулам: - в интервале от 2 до 3 м для пожаров класса А в защищаемом <u>объеме</u> : $V = 144 + 72(H-2)$; - в интервале от 3 до 13 м: $S = 72 - (H-3)$, $V = 216 - 4,5(H-3)$ – для пожаров класса А; $S = 33 - 2,37(H-3)$ – для пожаров класса В. **)– Согласно ГОСТ Р 53286-2009 модельный очаг ранга 233В – это поверхность горящего бензина в виде круга диаметром 3,05 м и площадью (S) 7,32 м ²	

Рисунок Д.2 - Технические характеристики МПП(Н)-9-И-ГЭ-У2

Приложение Е
Схема автоматической установки порошкового пожаротушения

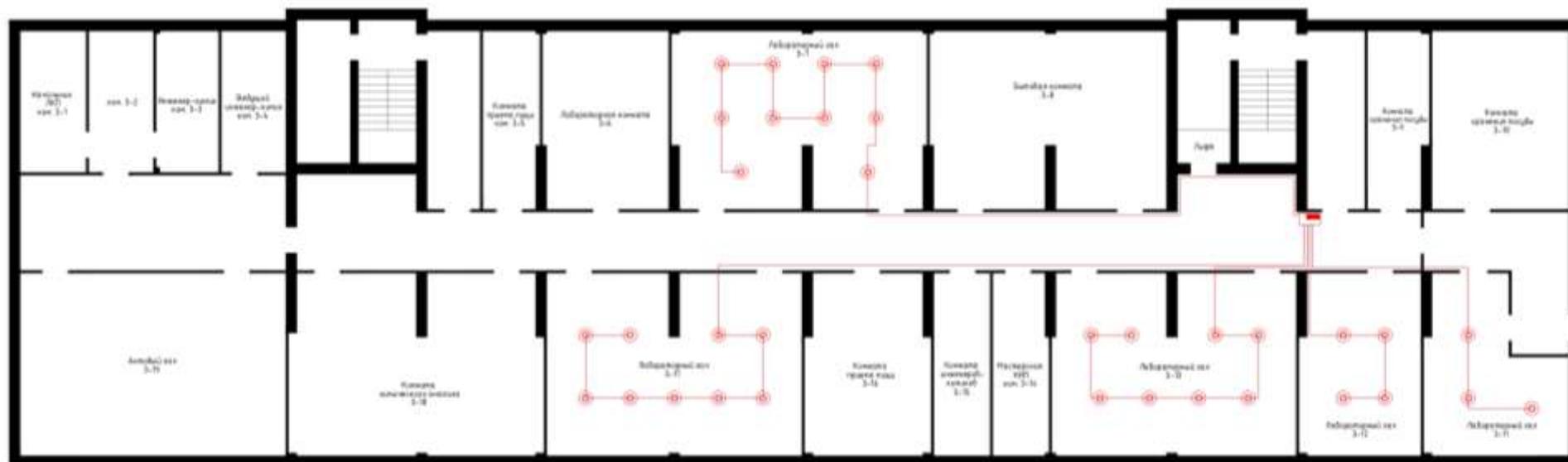


Рисунок Е.1 – Схема автоматической установки порошкового пожаротушения

Приложение Ж
Перечень мероприятий для контроля профессиональных рисков

Таблица Ж.1 - Перечень мероприятий для контроля профессиональных рисков

Опасность	Опасное событие	Меры управления риском
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	<ul style="list-style-type: none"> – Применение средств коллективной защиты, направленных на экранирование, изоляцию работника от воздействия факторов, в том числе вентиляции; – Снижение времени неблагоприятного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работника;
Контакт с высокоопасными веществами	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ	<ul style="list-style-type: none"> – Удаление воздуха из помещений системами вентиляции способом, исключающим прохождение его через зону дыхания работающих на постоянных рабочих местах;
Образование токсичных паров при нагревании	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	<ul style="list-style-type: none"> – Организация первичного и периодического обучения работников безопасным методам и приемам выполнения работ, проведение соответствующих стажировок, инструктажей и проверок знаний по охране труда; – Использование средств индивидуальной защиты; – Установка средств контроля за организацией технологического процесса, в том числе дистанционных и автоматических
Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва	<ul style="list-style-type: none"> – Организация первичного и периодического обучения работников безопасным методам и приемам выполнения работ, проведение соответствующих стажировок, инструктажей и проверок знаний по охране труда; – Применение систем аварийной остановки производственных процессов, предотвращающих наступление неблагоприятных последствий; – Механизация и автоматизация процессов; – Устройство кабин наблюдения и дистанционного управления

Приложение И
Перечень отходов производства и потребления ЛКП (И, СКИ) ООО «Тольяттикаучук»

Таблица И.1 - Перечень отходов производства и потребления ЛКП (И, СКИ)

Наименование объекта	Подразделение	Отходы	Класс опасности	Код ФККО	Норма хранения, тонн	Условия хранения
ООО «Тольяттикаучук», корпус № 150	ЛКП (И, СКИ)	Мусор от бытовых помещений несортированный (исключая крупногабаритный)	4	7 33 100 01 72 4	0,1	Огороженная бетонированная площадка № 120а В контейнере (1шт.)V=0,75м ³
		Смет с территории, отходы спецодежды, отработанные противогазные коробки, средства индивидуальной защиты, сальниковая набивка асбесто-графитовая, промасленная (содержание масел менее 15%);	4	7 33 390 01 71 4	0,9	
		Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	4	9 19 204 02 60 4	0,05	
		Бой стекла.	5	3 41 901 01 20 5	0,3	
		Отходы ртутных термометров	1	4 71 920 00 52 1	0,1	Участок закрываемого помещения № 248 Металлический ящик
		Лом и отходы содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусками, несортированные.	5	4 61 010 01 20 5	0,25	Открытая асфальтированная площадка № 120б Навалом
		Лом и отходы, содержащие цветные металлы	3	4 62 011 11 20 3	0,48	Открытая асфальтированная площадка № 120б В контейнере (1шт.)V=0,75м ³
		Минеральные масла промышленные	3	4 06 130 01 31 3	0,06	Открытая асфальтированная площадка № 120в В бочках V=0,2м ³ до 4 шт.