

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 Противопожарная защита с применением системы автоматического пожаротушения в котельной

Обучающийся

В.О. Тоноян

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Е. Агольцев

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2024

Аннотация

Тема: «Противопожарная защита с применением системы автоматического пожаротушения в котельной».

В разделе «Оперативно-тактическая характеристика объекта защиты» представлено описание общей характеристики объекта защиты и имеющихся систем противопожарной защиты.

В разделе «Система и средства противопожарной защиты котельной» выполнен анализ наиболее вероятных мест возникновения пожара на объекте, произведён расчет сил и средств по тушению пожара, представлены результаты анализа защищенности объекта существующими мерами защиты АПС и АУПТ.

В разделе «Содержание в исправном состоянии системы противопожарной защиты котельной» предложены на производственном объекте современные системы пожарной сигнализации.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объем работы составляет 81 страницу, 20 таблиц, 9 рисунка и 20 источников.

Abstract

The work on the topic: «Fire protection using an automatic fire extinguishing system in a boiler room» consists of an explanatory note on 150 pages of printed text and a graphic part containing 7 sheets of A1 format.

The WRC covers the following issues:

- fire situation in buildings of class F5 according to functional fire hazard; the main causes of fires and fires in boiler houses;
- fire-technical characteristics of the boiler house building: by functional fire hazard, by fire resistance of structures, space-planning characteristics;
- it will be determined that the facility poses the greatest fire hazard;
- calculation of the number of primary fire extinguishing agents used to fight a fire at the initial stage of its development; providing production with fire protection equipment;
- the importance of ensuring safe working conditions for production workers;
- analysis of a special assessment of working conditions carried out at production; identification of potentially harmful working conditions in the boiler room and workplaces most exposed to them; study of the main harmful factors using the example of an electric and gas welder's workplace; preventive measures to improve working conditions for electric and gas welders, as well as compensation paid according to the established class of working conditions.
- the cost of implementing the proposed measures to ensure fire protection using an automatic fire extinguishing system in the boiler room.

The decision to implement an automatic fire extinguishing installation is justified by regulatory documents in the field of fire safety for fire protection systems and the design requirements of boiler houses.

Содержание

Введение	5
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений	8
1 Оперативно-тактическая характеристика объекта защиты	9
2 Система и средства противопожарной защиты котельной.....	14
3 Содержание в исправном состоянии системы противопожарной защиты котельной	32
4 Охрана труда	44
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	52
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	61
Заключение	75
Список используемой литературы и используемых источников.....	78

Введение

Объекты топливно-энергетического комплекса (в частности – котельные) крайне важны для жизнедеятельности населения, экономики и обеспечения производственно-климатических условий различных производств.

Особую важность приобретает защита объектов автоматическими установками пожаротушения, установками предупреждения пожаров и системами оповещения о пожаре.

Применение систем автоматического предупреждения и пожаротушения позволяет значительно сократить убытки от пожаров и обеспечить безопасность работы предприятий.

Поэтому обеспечение противопожарной защиты с применением системы автоматического пожаротушения в котельной является весьма актуальной темой.

Объект исследования: котельная ООО «БКФ», Самарская обл., г. Тольятти, ул. Ларина, д. 149, стр. 10, оф. 203.

Цель исследования – повышение эффективности системы обеспечения пожарной безопасности котельной за счёт современных систем автоматического пожаротушения.

Задачи:

- исследовать общую характеристику объекта защиты и имеющиеся системы противопожарной защиты;
- проанализировать применяемые на объекте средства пожарной безопасности;
- описать наиболее вероятные места возникновения пожара на объекте;
- произвести расчет сил и средств по тушению пожара;
- рассмотреть современные противопожарные системы;

Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Нормативные документы по пожарной безопасности – национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности [6].

Опасность – источник, ситуация или действие, которые потенциально могут нанести вред человеку или привести к ухудшению здоровья или сочетание перечисленного [8].

Источник зажигания – средство энергетического воздействия, инициирующее возникновение горения данной горючей среды.

Охрана труда – «вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [19].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [19].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [5].

Оценка риска – «обобщенный процесс идентификации оценки и

определения уровня риска» [19].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [18].

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [17].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [17].

Происшествие – «событие, связанное с работой, в результате которого возникает или могла возникнуть травма или ухудшение здоровья (независимо от тяжести), или смерть» [19].

Профессиональный риск – «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при выполнении работником трудовых обязанностей или в иных случаях, установленных Трудовым кодексом Российской Федерации № 197-ФЗ (2001 г.), другими федеральными законами» [19].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [18].

Системная безопасность – это использование комбинации методов управления и системной инженерии, которая интегрирована в оценку и снижение рисков в системе, эксплуатации или процессе.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

АУП (АУПТ) – автоматическая установка пожаротушения;

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации;

АЦ – автомобильная цистерна.

ВУЗ – высшее учебное заведение;

ГДЗС – газодымозащитная служба.

ГПН – государственный пожарный надзор;

КПП – контрольно-пропускной пункт.

МЧС – Министерство чрезвычайных ситуаций;

ОРО – объект размещения отходов.

ПБ – пост безопасности.

ПО – пожарная охрана.

РТП – руководитель тушения пожара.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;

ТКО – твёрдые коммунальные отходы.

УУ – узел управления;

ФГБУ ВНИИПО – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны».

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЦППС – центральный пункт пожарной связи.

1 Оперативно-тактическая характеристика объекта защиты

Объектом исследования в ВКР является котельная ООО «БКФ», Самарская обл., г. Тольятти, ул. Ларина, д. 149, стр. 10, оф. 203 (рисунок 1).

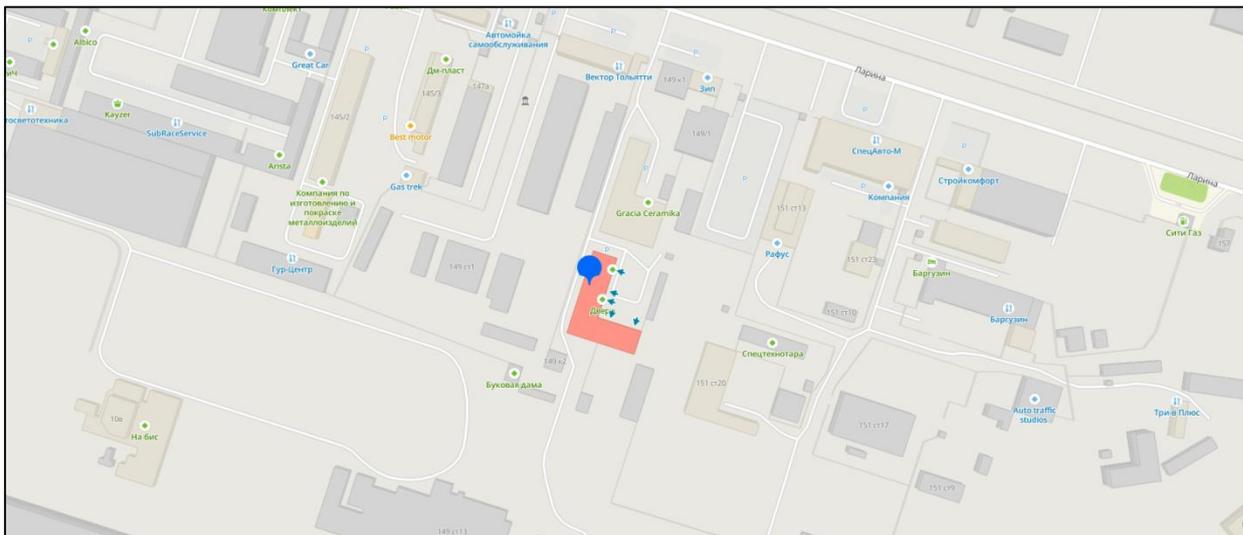


Рисунок 1 – Местоположение ООО «БКФ»

Полное наименование организации: общество с ограниченной ответственностью «БКФ».

ИНН: 6324116020.

КПП: 632401001.

ОГРН: 1206300070778.

Место нахождения: 445007, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Ларина, д. 149, стр. 10, оф. 203.

Вид деятельности: Производство прочих изделий из бумаги и картона (код по ОКВЭД 17.29).

Статус организации: коммерческая, действующая.

Организационно-правовая форма: общество с ограниченной ответственностью (код 12300 по ОКОПФ).

Функциональное значение: котельная предназначена для отпуска тепловой энергии в виде горячей воды в производственные и

административные помещения ООО «БКФ».

Элементы систем отопления, вентиляции, водоснабжения, водоотведения и технологического оборудования запроектированы с высокой степенью детализации LOD350-LOD400, с гибкой и настраиваемой параметризацией элементов. Системы проработаны подробно и включают в себя элементы:

- стальные водогазопроводные оцинкованные трубы по ГОСТ 3262;
- металлополимерные трубы с соединительными элементами из латунных и пластиковых частей (метод пресс-фитинг) для водопровода;
- насосные установки для водопровода;
- пожарные краны;
- полиэтиленовые трубы по ГОСТ 22689 для внутренней канализации.

Инженерные сети водообеспечения и канализации – централизованные, – от городских сетей.

Отопление (собственная сеть):

- стальные водогазопроводные оцинкованные трубы по ГОСТ 3262;
- отопительные приборы – алюминиевые радиаторы Calidor;
- отопительные приборы – гладкотрубные радиаторы.

Вентиляция и кондиционирование:

- канальная установка Newatom, с шумоглушителем и обратным клапаном;
- наружные блоки систем кондиционирования;
- сплит-система кондиционирования;
- очистка дымовых газов – установка золоуловителей и батарейные циклоны.

«Пожарно-технические характеристики объекта даны согласно Федерального Закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с учетом изменений по ФЗ от 14.07.2022 г. №276-ФЗ):

- конструктивный тип здания – с неполным каркасом, в котором наряду с внутренним каркасом несущими являются и наружные стены.
- класс функциональной пожарной опасности: Ф5.1 – производственные здания, сооружения, строения, производственные и лабораторные помещения, мастерские.
- степень огнестойкости здания: конструкция здания котельной относится к непожароопасной (С0)» [19].

А также класс С0 конструктивной пожарной опасности и класс пожарной опасности строительных конструкций здания:

- несущие стержневые элементы (колонны) – К0;
- наружные стены с внешней стороны – К0;
- стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия – К0;
- стены лестничных клеток и противопожарные преграды – К0;
- марши и площадки лестниц в лестничных клетках – К0.

Степень огнестойкости плит перекрытия не менее REI 60.

Противопожарные преграды рассекают подвесные потолки. Пространство над подвесными потолками помещений отделяются от смежных помещений, коридоров, холлов, тамбуров и лестничных клеток дымонепроницаемыми конструкциями из негорючих материалов с уплотнением зазоров в местах прохода инженерных коммуникаций. Пожароопасные помещения отделяются от смежных помещений противопожарными перегородками 1-го типа с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа. Двери противопожарные, лестничных клеток оборудованы устройствами для самозакрывания и уплотнением в притворах.

Освещение естественное и искусственное 220 В и 380 В. Полное отключение электроэнергии производится на подстанции, расположенной во дворе объекта, дежурным электриком. Дежурная смена электриков находится на объекте круглосуточно.

Внутреннее: внутреннее противопожарное водоснабжение в здании

представлено в виде 13 пожарных кранов. Пожарные краны оборудованы и укомплектованы пожарными рукавами с соединительной головкой типа «Богдан» диаметром 51 мм и стволами РС-50 [2].

Наружное водоснабжение: для целей пожаротушения возможно использование пожарных гидрантов, находящихся на расстоянии 10 метров, 120 метров, которые установлены на кольцевой водопроводной сети диаметром 200 мм.

На объекте смонтирована система автоматической пожарной сигнализации с установкой дымовых извещателей по всем помещениям, выведена на пост наблюдения с круглосуточным пребыванием охраны.

С системой АПС заблокирована система оповещения и управления эвакуацией звукового типа, включаемая в работу при срабатывании пожарной сигнализации.

Характеристика системы оповещения и управления эвакуации людей при пожаре и чрезвычайных ситуациях (СОУЭ): СОУЭ в здании – второго типа [15].

Система оповещения о пожаре: свето-звуковой пожарный оповещатель «Маяк-12КП».

При срабатывании пожарных извещателей сигнал передается на ППКОП «Гранит-4А» установленный в соответствующем модуле котельной. ППКОП «Гранит-4А» оснащен GSM-каналом, по которому осуществляется передача сигнала о пожаре на объекте на номера телефонов запрограммированных при настройке прибора. Сигнал может передаваться на 6 GSM номеров и 6 номеров ГТС.

Шлейфы сигнализации выполнены кабелем КПСЗнг (А)-FRLS 1 × 2 × 0,5 и 2 × 2 × 0,5.

В качестве резервного источника питания пожарной сигнализации принимается встроенный аккумулятор в контрольно-приемный прибор, обеспечивающий работу установки не менее 24 часов в дежурном режиме, 3 часов в тревожном режиме. Емкость аккумуляторной батареи для приборов

приемно-контрольных составляет 70 а/ч. Основное питание пожарной сигнализации осуществляется от ВРУ кабелем КГВВГнг -FRLS 3×1,5 мм.

Тракт подачи топлива с угольного склада в котлы состоит из четырех ленточных конвейеров (ЛК № 1,2,3,5) и дробильного корпуса. Стены – кирпичные и частично железобетонные панели, перекрытия – железобетонные плиты. Кровля над центральной частью – плоская, рубероидная на битумной мастике, над восточной частью – двускатная из металлических листов. В дробильном корпусе расположен транспортер № 5, посредством которого уголь подается от транспортера № 1 на транспортер № 2, длина транспортера 28 м.

Здание находится под круглосуточным наблюдением частного охранного предприятия. Все помещения здания находятся под видеонаблюдением, в том числе весь периметр здания.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться всеми системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Установлено, что на объекте смонтирована система автоматической пожарной сигнализации с установкой дымовых извещателей по всем помещениям, выведена на пост наблюдения с круглосуточным пребыванием охраны. Системы пожаротушения отсутствуют.

2 Система и средства противопожарной защиты котельной

Пожарная опасность технологического процесса обусловлена наличием угольной пыли, так как перед подачей в котлы уголь размельчается в специальных углеразмольных мельницах до пылевидного состояния. Бурый уголь – твёрдый горючий материал, тёмно-коричневого цвета. Температура самовозгорания 410°С. Склонен к тепловому самовозгоранию. Температура тления 150-259 °С. Склонен к химическому самовозгоранию.

В котельной смонтирована схема для совместного сжигания угля и кородревесных отходов (КДО) в пропорциях 70% к 30% в топливе подаваемом для выработки тепла. КДО подаются совместно с углём на тракт топливоподачи, где происходит их смешение. Схема совместного сжигания предусмотрена для всех котлов. Пожарная опасность КДО обусловлена возможностью теплового самовозгорания при открытом кучевом хранении. Хранение КДО осуществляется на открытом складе на территории предприятия.

«В целях профилактики самовозгорания угля на складах уголь укладывается в штабели на негорючее основание, сокращаются сроки хранения, послойно укладываются штабели с уплотнением каждого слоя отдельно, ограничивают высоту штабелей, производят изоляцию штабелей, уплотняют поверхность штабеля и уменьшают углы откоса, укладывают штабели зимой на ледяную подушку и сохраняют в них низкие температуры, применяют антипирогены, организуют контроль за температурным режимом штабелей» [1].

«Если температура в штабеле достигает 60 °С, то штабель необходимо разбирать. Очаги самонагревания и самовозгорания угля ликвидируют путём извлечения угля из штабеля, тушения и охлаждения его на отдельных площадках» [1].

«Для оценки возможности поджога угля тепловыми источниками зажигания, которые могут иметь место в помещениях и на площадке склада,

были проведены прикидочные опыты, которые показали, что уголь является трудновоспламеняемым материалом. Уголь и его осевшие пылевидные фракции не могут загораться (воспламеняться) от электрических искр, горящих спичек, папирос; небольших горящих частиц (кусочков) древесины, резины и т.д., то есть, от большинства тепловых источников в помещениях и на площадках склада уголь и осевшая пыль загореться не могут. Уголь может загораться от пламени газовых и мазутных горелок, ударов молнии, паяльных ламп, горящих дров при его (угля) укладке на их слой. То есть, уголь можно поджечь только высококалорийными, длительно действующими источниками зажигания, которых на складе небольшое количество» [3].

«Однако эти рассуждения не относятся к взрывоопасным смесям угольной пыли с воздухом, которые могут воспламеняться и взрываться от маломощных источников зажигания» [3].

«Исходя из оперативно-тактической характеристики объекта и реальной обстановки наиболее вероятным местом возникновения пожара является галерея ЛК №2, так как в ЛК находится угольная пыль, транспортеры» [3], величина пожарной нагрузки составляет 70 кг/м² (размеры ЛК №2: 89×6 м, высота 3,5 м).

На момент прибытия первых подразделений будет происходить горение угля и транспортной ленты в ЛК № 2, возникнет угроза распространения огня в котельное отделение и дробильный корпус. Вследствие воздействия высокой температуры на металлические фермы возможно обрушение строительных конструкций ЛК №2. В результате горения транспортной ленты создастся плотное задымление в галерее которое будет распространяться в котельное отделение, что создает угрозу обслуживающему персоналу.

Возможные параметры пожара:

- линейная скорость распространения пожара $V_{л} = 1$ м/мин;
- интенсивность подачи огнетушащих веществ $I_{тр} = 0,06$ л/(м²с).

Размеры в плане: 9×9 м.

Для прогнозирования пожара может быть использована интегральная математическая модель пожара, которую реализует программа INTMODEL, разработанная на кафедре ИТиГ МИПБ МВД России. Использование метода Рунге-Кутта-Фельберга 4-5 порядка точности с переменным шагом позволяет численно решить системы дифференциальных уравнений (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} V \frac{dp_m}{d\tau} = \psi + G_B - G_r ; \\ \eta \cdot \psi \cdot Q_H + C_{pa} \cdot T_a \cdot G_B - Q_w = 0 ; \\ P_m \cdot V \frac{dx_{O_2}}{d\tau} = -(\eta \cdot L_{O_2} + X_{O_2})\psi + (X_{O_2B} - X_{O_2}) \cdot G_B ; \\ \rho_m \cdot V \frac{d\varpi}{d\tau} = (1 - \varpi)\varphi - \varpi G_B ; \\ V \frac{d\mu_m}{d\tau} = D\varphi - \mu_m \cdot G_r \frac{1}{\rho_m} ; \\ P_m = \rho_m \cdot R \cdot T_m . \end{array} \right. \quad (1)$$

где V – объём помещения, m^3 ;

P_m, T_m, ρ_m – соответственно среднеобъёмные плотность, температура и давление;

μ_m –среднеобъёмная оптическая плотность дыма, Нп/м;

$\varpi = X_m/L$ – приведённая среднеобъёмная концентрация кислорода.

Свойства горючего материала характеризуются следующими величинами:

- теплота сгорания – $Q_H = 41,87$ МДж/кг;
- потребление кислорода при горении – $L_{O_2} = 0,282$ кг/кг;
- дымовыделение – $D = 243$ Нп·м²/кг;
- выделение окиси углерода при горении – $L_{CO} = 0,122$ кг/кг;
- выделение двуокиси углерода при горении – $L_{CO_2} = 0,70$ кг/кг;
- удельная скорость выгорания – $\psi_0 = 108$ кг/(м²·ч);
- время стабилизации горения – $\tau_{стаб} = 30$ мин.

Внешние атмосферные условия:

- ветер отсутствует;
- температура наружного воздуха $T_{в} = +10^{\circ}\text{C}$;
- давление (на уровне $Y=h$) = 760 мм. рт. ст.

Результаты вычислений сведены в таблицу 1:

Таблица 1 – Результаты вычислений

Время, τ , мин.	Температура, $T_m, ^{\circ}\text{C}$	Конц. $\text{O}_2, X_{\text{O}_2}$, мас. %	Задымление, μm , Нп/м	Конц. CO, X_{CO} , мас. %	Конц. $\text{CO}_2, X_{\text{CO}_2}$, мас. %	Плотность газа, $\rho_m, \text{кг/м}^3$	Нейтр. плоскости $Y^*, \text{м}$
0,0	20	23,000	0,000	0,000	0,000	1,2053	24,79
1,0	52	22,958	0,026	0,011	0,061	1,0871	24,07
2,0	97	22,896	0,056	0,026	0,151	0,9557	24,26
3,0	133	22,843	0,077	0,040	0,228	0,8702	24,33
4,0	159	22,804	0,090	0,050	0,284	0,8183	24,34
5,0	178	22,774	0,099	0,057	0,327	0,7835	24,34
6,0	193	22,750	0,106	0,063	0,362	0,7571	24,32
7,0	207	22,730	0,112	0,068	0,392	0,7355	24,30
8,0	220	22,711	0,117	0,073	0,419	0,7168	24,29
9,0	231	22,694	0,121	0,077	0,444	0,7002	24,27
10,0	242	22,677	0,125	0,082	0,468	0,6853	24,26
11,0	253	22,662	0,128	0,085	0,490	0,6717	24,24
12,0	263	22,647	0,132	0,089	0,512	0,6592	24,23
13,0	272	22,632	0,135	0,093	0,533	0,6476	24,21
14,0	281	22,619	0,138	0,096	0,553	0,6368	24,20
15,0	290	22,605	0,141	0,100	0,572	0,6266	24,19
16,0	299	22,592	0,143	0,103	0,591	0,6170	24,17
17,0	308	22,579	0,146	0,106	0,610	0,6080	24,16
18,0	316	22,566	0,148	0,110	0,628	0,5994	24,15
19,0	332	22,554	0,150	0,113	0,646	0,5911	24,14
20,0	348	22,542	0,153	0,116	0,664	0,5833	24,13
21,0	364	22,530	0,155	0,119	0,681	0,5758	24,12
22,0	390	22,518	0,157	0,122	0,699	0,5686	24,11
23,0	135	22,842	0,078	0,040	0,228	0,8665	17,76
24,0	93	22,901	0,054	0,025	0,143	0,9647	17,93
25,0	69	22,934	0,039	0,017	0,096	1,0327	18,07
26,0	53	22,955	0,028	0,011	0,065	1,0827	18,16
27,0	43	22,969	0,019	0,008	0,045	1,1189	18,22
28,0	35	22,979	0,014	0,005	0,031	1,1448	18,26
29,0	31	22,985	0,010	0,004	0,021	1,1630	18,29
30,0	30	22,990	0,007	0,003	0,015	1,1757	18,30

Из результатов вычислений видно, что при свободном развитии пожара высота зоны предельно-равных давлений не опустится ниже отметки $\nabla 17,76$ м, а максимальная среднеобъемная температура газовой среды $T_m = 390 + 273$ К достигается на 22 минуте пожара (в это время вероятно обрушение строительных конструкций). Предельная парциальная плотность диоксида углерода для безопасной эвакуации $(\rho_m \cdot X_{CO_2})_{пред} = (\rho_{CO_2})_{пред} = 0,11$ кг/м³, предельная парциальная плотность оксида углерода $(\rho_{CO})_{пред} = 1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м³, предельная концентрация кислорода $X_{O_2} = 14\%$ достигнуты не будут, что объясняется большим объемом здания.

Промежуток времени от начала возникновения пожара до сообщения о нём (принимаем равным $\tau_{д.с} = 5$ мин. (наличие АПС).

Время, затрачиваемое на проведение разворачивания прибывшего подразделения, установка пожарной автоцистерны на пожарный гидрант и подача ствола на тушение пожара принимаем $t_{бр} = 6$ мин.

Так как минимальные пределы огнестойкости для строительных конструкций составляют от 15 до 45 минут, то угроза обрушения конструкций над местом возникновения пожара возможна в течение этого времени.

Определяем время свободного горения ($T_{св. гор}$) по формуле (2).

$$T_{св. гор} = T_{обн} + T_{сб} + T_{след} + T_{б.р.} \quad (2)$$

где $T_{обн}$ – время, затрачиваемое на обнаружение пожара (для расчетов принимается: при наличии АПС – 5 минут, без АПС – 10 минут);

$T_{сб}$ – время, затрачиваемое на сбор и выезд по тревоге пожарного подразделения - 45 секунд (для расчетов принимаем 1 минуту);

$T_{след}$ – время следования к месту пожара расчётов пожарных подразделений, мин.

$T_{след}$ определяется по формуле (3):

$$T_{\text{след}} = \frac{V_{\text{сл}} \cdot 60}{L}, \quad (3)$$

где L – расстояние от пожарной части до объекта, на котором произошел пожар (1,3 км);

$V_{\text{сл}}$ – средняя скорость движения пожарных автомобилей (50 км/час).

$T_{\text{б.р.}}$ – время, затрачиваемое на проведения развертывания прибывшего подразделения, установка пожарной автоцистерны на пожарный гидрант и подача ствола на тушение пожара (для расчетов принимается 6 минут) [7].

$$T_{\text{след}} = \left(\frac{1,6}{50}\right) \cdot 60 = 1,92 \text{ принимаем } 2 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{св. гор}} = 5 + 1 + 2 + 6 = 14 \text{ мин.}$$

Определяем радиус пожара ($R_{\text{п.}}$) по формуле (4).

$$R_{\text{п.}} = 5 V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot (T_{\text{св. гор}} - 10), \quad (4)$$

где $R_{\text{п.}}$ – радиус пожара;

$V_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения;

$$R_{\text{п.}} = 5 \cdot 1 + 1 \cdot (14 - 10) = 9 \text{ м.}$$

Определяем площадь пожара ($S_{\text{п.}}$) по формуле (5).

Так как за время свободного развития пожар распространяется по $R_{\text{п.}} = 9\text{м.}$, то к моменту прибытия первого подразделения и подачи первого ствола пожар примет форму помещения и распространится в соседнее помещение размерами $9 \times 5,5$ м на 1 метр и примет угловую форму (180°).

$$S_{\text{п.}} = a \cdot b + 0,5 \cdot \pi \cdot R^2, \quad (5)$$

$$S_{\text{п.}} = 9 \cdot 8 + 0,5 \cdot 3,14 + 1^2 = 72 + 1,6 = 73,6 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь тушения пожара (S_T) по формуле (6):

Так как пожар внутренний, охватывающий несколько отдельных помещений, в качестве расчетного параметра для определения требуемого расхода огнетушащих веществ принимаем – площадь пожара.

$$S_T = S_{\Pi} = 73,6 \text{ м}^2 \quad (6)$$

Определяем требуемый расход воды на тушение ($Q_{\text{тр}}$) по формуле (7):

$$Q_{\text{тр}} = S_T \cdot I_{\text{тр}} = 73,6 \cdot 0,06 = 4,4 \text{ л/с} \quad (7)$$

Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара ($N_{\text{ств}}$) по формуле 8.

На вооружении подразделений имеются стволы с переменным расходом ИТС-70-15 с производительностью от 6 до 15 л/с (шаг: 6; 8; 12; 16 л/с), ИТС-50-8 и КУРС-8 с производительностью от 2 до 8 л/с (шаг: 2; 4; 6; 8 л/с), конструкция стволов позволяет получать пену низкой кратности без дополнительных пенных насадок.

И исходя из возможной обстановки на пожаре и анализа тушения пожаров в административных помещениях на тушение пожара подаем стволы КУРС-8 с расходом воды 2 л/с.

$$N_{\text{ств Т}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{q_{\text{ств}}} \quad (8)$$

$$N_{\text{ств Т}} = \frac{4,4}{2} = 2,2 \Rightarrow \text{три ствола КУРС-8 с расходом воды 2 л/с.}$$

Принимаем один ствол КУРС-8 с расходом воды 4 л/с и один ствол КУРС-8 с расходом воды 2 л/с.

Определяем необходимое количество стволов на защиту ($N_{\text{ств заш}}$).

Защищаемую площадь принимаем площадь на третьем этаже над местом пожара, равную площади пожара.

$$S_{\text{защ}} = 73,6 \text{ м}^2.$$

Определяем требуемый расход воды на защиту ($Q_{\text{тр. защ}}$).

Требуемый расход воды на защиту выше расположенных и смежных помещений на этаже, где произошел пожар, рассчитывается по формуле (9):

$$Q_{\text{защ тр.}} = S_{\text{защ}} \cdot I_{\text{тр.защ}}, \quad (9)$$

где $S_{\text{защ}}$ – площадь защищаемого участка.

$I_{\text{тр.защ}}$ – требуемая интенсивность подачи огнетушащих средств на защиту.

$$I_{\text{трзащ}} = 0,25 \cdot I_{\text{тр}} = 0,25 \cdot 0,06 = 0,015 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)$$

$$Q_{\text{защ тр.}} = S_{\text{защ}} \cdot I_{\text{тр.защ}} = 73,6 \cdot 0,015 = 1,1 \text{ л/с.}$$

Определяем необходимое количество стволов на защиту ($N_{\text{ств}}$).

На защиту подаем ствол КУРС-8 расходом воды 2 л/с.

$N_{\text{ств т}} = Q_{\text{тр}} / q_{\text{ств «8»}} = 1,1 / 2 = 0,55 =$ один ствол КУРС-8 расходом воды 2 л/с.

Определим общий требуемый расход воды на тушение и защиту ($Q_{\text{тр}}$) по формуле (10):

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{туш.тр}} + Q_{\text{защ.тр.}} \quad (10)$$

$$Q_{\text{тр}} = 4,4 + 1,1 = 5,5 \text{ л/с.}$$

Прибывшие подразделения обеспечат подачу двух стволов КУРС-8 на тушение пожара.

Распространение пожара остановлено.

Остальные прибывающие подразделения необходимы для создания звеньев ГДЗС для подачи стволов на защиту и поиска и спасения людей [4].

Определяем фактический расход воды на тушение и защиту (Q_{ϕ}):

$$Q_{\phi} = N_{\text{ств.т}} \cdot q_{\text{ств}\langle 4 \rangle} + N_{\text{ств.т}} \cdot q_{\text{ств}\langle 2 \rangle} + N_{\text{ств.з}} \cdot q_{\text{ств}} = 1 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 2 = 8 \text{ л/с}$$

Определение необходимого количества пожарных автомобилей для подачи ОТВ на тушение пожара ($N_{\text{м}}$):

$$N_{\text{м}} = \frac{8}{(40 \cdot 0,8)} = 0,25 \Rightarrow 1 \text{ АЦ}$$

Определяем обеспеченность объекта водой.

Водоотдача водопроводной сети диаметром трубы 200 мм. $Q_{\text{вод}}$ при напоре 40 м составляет 130 л/с.

$$Q_{\text{вод}} > Q_{\phi}$$
$$30 \text{ л/с} > 8 \text{ л/с}$$

Объект водой для целей пожаротушения обеспечен.

Определяем необходимое количество личного состава.

В ходе проведенных расчетов установлено: на тушение пожара подаем два ствола звеньями ГДЗС, на защиту помещений, проверку на наличие людей и спасение подаем один ствол звеном ГДЗС.

На поиск и спасение людей на этажах необходимо три звена ГДЗС. Так как работает шесть звеньев ГДЗС, то в резерв выставляем два резервных звена ГДЗС, 6 человек задействовано на ПБ, 1 человек на разветвлении.

$$N_{\text{л/с}} = 4 \cdot N_{\text{т. гдзс}} + 4 \cdot N_{\text{з гдзс}} + 4 \cdot N_{\text{спас гдзс}} + 3 \cdot N_{\text{резерв гдзс}} + N_{\text{пб}} + N_{\text{разв.}}$$

$$N_{\text{л/с}} = 4 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 1 = 8 + 4 + 12 + 6 + 1 = 31 \text{ чел.}$$

Определяем требуемое количество пожарных подразделений:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{л/с}} / 4 = 31 / 4 = 8 \text{ отделений.}$$

По требуемому числу отделений, согласно расписанию выезда подразделений пожарно-спасательного гарнизона, следует, что в случае возникновения пожара на данном объекте силы и средства необходимо направлять по рангу пожара № 2 (таблица 2).

Таблица 2 – Тушение пожара

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q _{тр.} л/с	Введено приборов на тушение и защиту				Q _{ф.} л/с	Рекомендации РТП
			КУРС	ИТС-	ПДС	ГПС		
Ч+00	В результате взрыва угольной пыли возник пожар. От взрывной волны произошло вскрытие оконного проема здания насосной. Угроза распространения пожара в здание хранилища.	5,5	3				8	-
Ч+14	Обстановка та же. Обслуживающий персонал принимает меры по эвакуации людей на безопасное расстояние, отключение электроэнергии,	5,5	3				8	Дежурный караул в составе двух отделений на АЦ-40, докладывает радиотелефонисту ПСЧ о возникновении пожара, объявляет ранг пожара № 2, определяет решающее направление, проводит развертывание сил и средств на решающем направлении. Устанавливает АЦ на ПГ1.

Продолжение таблицы 2

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q _{гр.} л/с	Введено приборов на тушение и защиту				Q _{ф.} л/с	Рекомендации РТП
			КУРС-8	ИТС-70-15	ПЛС	ГПС СВП		
-	выдача допуска РТП-1 на тушение пожара в электроустановках, установленного образца и организует тушение пожара имеющимися первичными средствами.	5,5	3	-	-	-	8	Формирует 2 звена ГДЗС: - звено № 1, со стволом КУРС-8 на защиту помещения; - звено № 2, со стволом РСК-50 на защиту здания хранилища.
Ч+15	Обстановка та же.	5,5	3	-	-	-	8	Радиотелефонист ПСЧ – принимает сообщение о ранге пожара, уточняет что, где горит. Оповещает диспетчера гарнизона и направляет резервные силы к месту тушения пожара. Диспетчер гарнизона – оповещает руководство управления о ранге пожара и месте возникновения, высылает необходимые силы и средства к месту пожара, оповещает службы жизнеобеспечения, должностных лиц управления, дежурного инспектора ОФГПН. Передаёт данные по вызову на ЦУКС. Дежурные караулы ПСЧ – выезжает к месту пожара, кратчайшим путем, с максимальной возможной скоростью.

Продолжение таблицы 2

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q _{тр.} л/с	Введено приборов на тушение и защиту				Q _{ф.} л/с	Рекомендации РТП
			КУРС-8	ИТС-70-	ПЛС	ГПС СВП		
Ч+19	Продолжается пожар. Прибывает караул в составе отделения на АЦ 40. S _{пожара} = 64 м ² S _{тушения} = 64 м ²	5,5	3	-	-	-	8	РТП-1 отдаёт распоряжение: Отделение – АЦ-40 установить в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ поиск и спасение людей.
Ч+21	Продолжается пожар в. Прибывает караул в составе отделения на АЦ 40. S _{пожара} = 64 м ² S _{тушения} = 64 м ²	5,5	3	-	-	-	8	РТП-1 отдаёт распоряжение: Отделение – АЦ-40 установить в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ поиск и спасение людей.
Ч+23	Продолжается пожар. Прибывает караул в составе отделения на АЛ. S _{пожара} = 64 м ² S _{тушения} = 64 м ²	5,5	3	-	-	-	8	РТП 2 подтверждает ранг пожара № 2, уточнить информацию о спасённых и эвакуированных людях, организовать два боевых участка. БУ-1 тушение пожара. БУ-2 защита помещений, поиск и спасение людей. Создается КПП ГДЗС
Ч+25	Продолжается пожар в помещении. Прибывает караул в составе отделения на АЦ 40. S _{пожара} = 64 м ² S _{тушения} = 64 м ²	5,5	3	-	-	-	8	РТП-2 отдаёт распоряжение: АЦ в резерв. сформировать резервное звено ГДЗС.
Ч+40	Локализация пожара. Прибывает отделение на АЦ 70. S _{пожара} = 64 м ² S _{тушения} = 64 м ²	5,5	3	-	-	-	8	РТП-2 отдаёт распоряжение: АЦ установить в резерв. сформировать резервное звено ГДЗС. Пожар локализован.

Продолжение таблицы 2

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q _{тр.} л/с	Введено приборов на тушение и защиту				Q _{ф.} л/с	Рекомендации РТП
			КУРС-8	ИТС-70-	ПЛС	ГПС СВП		
Ч+45	Локализация	5,5	3	-	-	-	8	РТП-2 подает команду о начале пенной атаки и по радиостанции передает на ПСЧ о локализации пожара
Ч+55	Пожар ликвидирован.	-	-	-	-	-	-	РТП-2 передает на ПСЧ о ликвидации с места вызова. Отдает распоряжения НУТП о сворачивании сил на участках тушения пожара. Подразделения по команде РТП возвращаются к месту дислокации.

Рекомендации для начальника оперативного штаба пожаротушения:

- организовать связь на месте пожара: по мобильным радиостанциям – с ЦППС, по переносным радиостанциям – с УТП, РТП;
- вызвать через ЦППС к месту пожара службы жизнеобеспечения (СМП, ОВД);
- в состав штаба включить представителя объекта (начальника смены, главного инженера);
- через представителя объекта организовать проверку наличия эвакуированных из здания людей;
- через представителя объекта привлечь к месту пожара службы объекта (здравпункт, группа сантехников, электриков);
- выяснить конструктивные особенности объекта и строительных конструкций и принять меры по их защите;
- организовать обеспечение личного состава диэлектрическими средствами;
- создать резервное звено ГДЗС из личного состава отделения;

- пожарную технику, не задействованную в подаче огнетушащих веществ установить в резерв и разместить с восточной стороны на территории предприятия;
- вызвать КПП с запасом резервных воздушных баллонов;
- при необходимости привлечь: для освещения места работ и удаления дыма АГ-12;
- вести оперативную документацию оперативного штаба пожаротушения;
- собирать сведения о причине возникновения пожара и обстоятельствах его распространения, о работе подразделений ГПС по тушению пожара.

Рекомендации для начальника тыла:

- задействовать пожарные гидранты №4 (L=20 м от ЛК №2), №13 (L=10 м от ЛК №2), при необходимости задействовать пожарный водоём у ОРУ-35 кВ;
- при низких температурах обогрев личного состава производить в кабинах боевого расчёта АЦ или в кузове АГ-12;
- при затяжном пожаре питание личного состава производить в столовой объекта (через представителя администрации объекта при штабе);
- организовать защиту рукавных линий, используя рукавные мостики;
- для перекрытия проездов привлечь сотрудников службы охраны предприятия или сотрудников полиции;
- вести учет пожарной техники и рукавов, составить схему расстановки сил и средств от водоисточника до разветвления.
- заправку ГСМ производить на АЗС по ул. Новозаводская;
- с администрацией объекта решить вопрос о дозаправке ГСМ на АЗС, расположенной на территории объекта, для АЦ-40 находящиеся на ПГ привлечь бензовоз;

- совместно с представителем объекта проверить заземление пожарной техники.
- не допускать установки техники под галереями, эстакадами, в районах возможных обрушений.

Рекомендации представителю администрации объекта при оперативном штабе пожаротушения (В состав штаба пожаротушения включается начальник смены или технический директор, директор предприятия):

- оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара, а также к противопожарным водоисточникам. Показать возможные пути проникновения к очагу пожара и места заземления пожарной техники.
- организовать отключение электроустановок;
- лично или с помощью дежурного персонала, проверить включение автоматической установки пожаротушения;
- организовать учет эвакуированных работников, находящихся в здании ТЭЦ в момент возникновения пожара;
- после эвакуации людей, провести сверку эвакуированных;
- доложить начальнику оперативного штаба пожаротушения о, результатах сверки эвакуированных людей;
- предоставить необходимую информацию о горящем помещении и материалах, которые в нём находятся;
- организовать заправку пожарной техники;4
- организовать пункт обогрева и пункт питания личного состава пожарных подразделений.

Организация взаимодействия подразделений гарнизона ПО со службами жизнеобеспечения муниципального образования представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Организация взаимодействия подразделений гарнизона ПО со службами жизнеобеспечения

Содержание задач	Ответственн	Привлекаемые	Наименование
------------------	-------------	--------------	--------------

	ая служба	должностные лица	техники, (марка) и количество техники
Старший сотрудник ГУ ОМВД прибывший к месту пожара обязан доложить РТП о прибытии. Органы полиции на месте пожара организуют оцепление места пожара и освобождение территории от посторонних лиц, обеспечивают охрану имущества, не допускают проникновения в зону объекта посторонних лиц, а также перекрытие движения в районе пожара. Убытие с места пожара согласовывается с РТП	ГУ ОМВД	Ответственное должностное лицо ОМВД	УАЗ 469 1 шт. Волга 1 шт.
Врач скорой помощи, прибывший к месту пожара, обязан доложить о своём прибытии РТП. Бригада скорой помощи на месте пожара оказывает медицинскую помощь пострадавшим, а при необходимости направляет их в лечебные учреждения. Информировывает РТП: о количестве пострадавших, об их состоянии и в какие лечебные учреждения города направлены, какая помощь им оказана.	Станция скорой помощи	Старший бригады скорой помощи	Газель 1 шт.
Старший аварийной бригады МУП водоканал, прибывший к месту вызова, обязан доложить о своём прибытии РТП и выполнять его распоряжения	МУП Водоканал	Ответственное должностное лицо	Водовозка 1 шт.
Старший аварийной бригады МУП электросети принимает меры по отключению наружных и внутренних участков электросетей, установок высокого напряжения, о завершении обесточивания докладывает РТП. При длительных и сложных пожарах на объекте МУП электросети контролирует наличие или отсутствие напряжения в электросети до полной ликвидации пожара.	МУП Электросети	Ответственное должностное лицо	Электролаборатория УАЗ 1 шт.

Продолжение таблицы 3

Содержание задач	Ответственная служба	Привлекаемые должностные лица	Наименование техники, (марка) и количество техники
Старший группы ГЗ и ПБ прибывший к месту пожара обязан доложить о своём прибытии РТП и выполнять его распоряжения по проведению АСР. Покидать место вызова только по окончании АСР, с разрешения РТП.	Управление ГЗ и ПБ	Старший оперативной группы	АСА 1 шт.

Анализ системы автоматического пожаротушения показал, что, согласно [13, 14], АУПТ отвечает требованиям данных нормативных документов. А вот АПС – не отвечает современным требованиям, изложенным в [16].

Основными причинами и условиями необходимости разработки новой системы АПС:

- существующая (действующая) система АПС разработана на основании и в соответствии с требованиями недействующих (устаревших) нормативных актов и документов;
- моральное и физическое устаревание оборудования и аппаратуры существующей системы АПС;
- несоответствие существующей системы АПС современным требованиям пожарной охраны и безопасности промышленных объектов.

Вывод по разделу.

Оценка уровня пожарной опасности: каждому объекту был присвоен уровень пожарной опасности в соответствии с его функциональной значимостью. Это позволило выделить объекты, которые могут быть более подвержены риску в случае пожара. Учебные аудитории - Уровень высокой пожарной опасности, так как их работоспособность критически важна для обучения и подготовки к действиям в чрезвычайных ситуациях.

В разделе выполнен анализ возможного алгоритма тушения пожара на объекте.

Определено, что по требуемому числу отделений, согласно расписанию выезда подразделений пожарно-спасательного гарнизона, следует, что в случае возникновения пожара на данном объекте силы и средства необходимо направлять по рангу пожара № 2.

В разделе определено, что основными причинами и условиями необходимости разработки новой системы АПС:

- существующая (действующая) система АПС разработана на основании и в соответствии с требованиями недействующих (устаревших) нормативных актов и документов;
- моральное и физическое устаревание оборудования и аппаратуры существующей системы АПС;
- несоответствие существующей системы АПС современным требованиям пожарной охраны и безопасности промышленных объектов.

В связи с вышеизложенным принято решение на разработку (модернизацию) системы АПС.

3 Содержание в исправном состоянии системы противопожарной защиты котельной

По таблице А.3 [19] определяем, что для помещений категорий В2-В3 по пожарной опасности при их размещении в надземных этажах менее 1000 м² требуются автоматические установки пожарной сигнализации.

Автоматическая установка пожарной сигнализации (АУПС) – совокупность технических средств, установленных на объекте защиты для обнаружения пожара, обработки, представления извещения о пожаре, специальной информации и выдачи команд на включение автоматической установки пожаротушения (АУПТ), систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Как было отмечено выше, основным мероприятием по усовершенствованию системы противопожарной защиты котельной будет проектирование автоматической пожарной сигнализации (АПС) котельной.

Проект АПС разработан на монтаж автоматической пожарной сигнализации в здании котельной ООО «БКФ».

Разработка рабочей документации выполнена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 №1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [6];
- СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [12];
- СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [16];
- СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты.

Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования» [14].

Проект АПС котельной разработан в соответствии с требованиями экологических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации и обеспечивающих безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию комплексной системы при соблюдении предусмотренных рабочими документами мероприятий.

«Выбор извещателей для галерей топливоподдачи обосновывается сложными условиями:

- дымовые извещатели будут часто реагировать на пыль, находящуюся в воздухе;
- тепловые извещатели достаточно поздно сработают. Такого допустить нельзя, так как уже произойдет довольно сильное возгорание, что остановит работу котельной;
- газовые извещатели также не рациональны, так как в помещении большая скорость воздушных потоков, работает вентиляция;
- термокабель выполняет основные требования в данной обстановке по температурному диапазону, по цене. Однако он будет неэффективен, так как лента движется, и вместе с ней источник температуры, а значит, будет недостаточно времени воздействия для расплавления оболочки термокабеля;
- извещатели пламени предназначен для обнаружения опасного превышения температуры. Обнаружение осуществляется в инфракрасном диапазоне с максимумом спектральной чувствительности» [3].

«По СП 484.1311500.2020, прил. М, рекомендуется устанавливать в производственных зданиях с выделением пыли извещатели тепловые или пламени» [16]. «Защита прибора должна соответствовать сильной

запыленности помещений» [37].

«Выбираем прибор фирмы «Тинко» – извещатель пожарный пламени «Спектрон-201» [3].

«Извещатель пожарный пламени «Спектрон-201» предназначен для защиты отапливаемых и неотапливаемых складских и производственных закрытых помещений (защищаемая площадь до 900 м²). Гарантированно обнаруживает горение древесины, газа, нефти и нефтепродуктов, бумаги, картона, тканей и т.д. Подключается в двухпроводный шлейф сигнализации к приемно-контрольным приборам всех ведущих производителей. За счет цифровой обработки сигнала значительно повышена помехоустойчивость:

- устойчивость к воздействию прямого света лампы накаливания составляет 650 лк (при требуемых ГОСТом – 250 лк);
- устойчивость к воздействию прямого света люминесцентной лампы составляет 3000 лк (по ГОСТ – 2500 лк);
- устойчивость к воздействию рассеянного солнечного света подтверждена на уровне 20000 лк» [3].

«Сервисное меню позволяет настраивать ток режима «ПОЖАР» и время срабатывания извещателя. В комплект поставки входит крепежно-устойчивое устройство, значительно облегчающее монтаж и подключение» [3]. Внешний вид представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Извещатель пожарный пламени «Спектрон-201»

«Такие извещатели потребуются в галереях топливоподачи. Так как дальность обнаружения превышает длину помещений, на каждую галерею достаточно по одному извещателю» [3].

Ручные извещатели: по СП 484.1311500.2020 [16], прил. Н, в многоэтажных производственных зданиях, сооружениях и помещениях (цеха, склады, и т.п.) ручные извещатели устанавливаются вдоль эвакуационных путей, в коридорах, у выходов из цехов, складов, а также на лестничных площадках каждого этажа.

Их следует устанавливать в местах, удаленных от электромагнитов, постоянных магнитов и других устройств, воздействие которых может вызвать самопроизвольное срабатывание ручного пожарного извещателя, на расстоянии:

- не более 50 м друг от друга внутри зданий;
- не менее 0,75 м от других органов управления и предметов, препятствующих свободному доступу к извещателю.

«Для неотопливаемых помещений (например, склад) подбираем такой ручной извещатель, который сможет функционировать при низких температурах (ниже минус 46°С). Выбираем такой прибор (извещатель пожарный ручной – ИПР) той же фирмы («Тинко»») [3], который представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Извещатель пожарный ручной ИПР-535-26 «Север»

«Извещатель пожарный ручной ИПР-535-26 «Север» предназначен для ручной подачи тревожного сигнала о пожаре на приемно-контрольные приборы систем пожарной сигнализации в жилых и производственных зданиях и сооружениях» [3].

Для остальных помещений подбираем ручной извещатель ИПР-55 (красный). Представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Извещатель пожарный ручной ИПР-55 (красный)

«В помещениях котельной, в которых есть пожарная нагрузка, оптимальным решением будут дымовые извещатели. Выбираем извещатель пожарный дымовой оптико-электронный точечный ИП-212-141» [37] (рисунок 5) фирмы «Тинко». «Он предназначен для раннего обнаружения загорания, сопровождающегося появлением дыма малой концентрации в закрытых помещениях» [3].



Рисунок 5 – Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный точечный ИП-212-141

«Для помещений токарного и слесарного цехов дымовые извещатели не подходят, так как в этих помещениях присутствует большая запыленность. Оптимальным вариантом являются тепловые извещатели» [3]. Подбираем тепловой извещатель ИП-114-5-А2 (рисунок 6) фирмы «Тинко».



Рисунок 6 – Извещатель тепловой максимальный ИП-114-5-А2

«По технической документации извещателя ИП-114-5-А2 выясняем, что при высоте защищаемого помещения до 3,5 м, средняя контролируемая площадь извещателем – до 25 м², расстояние между извещателями – 5,0 м, а между стеной и извещателем – 2,5 м» [3].

«По условиям СП 484.1311500.2020 [16] определяем количество всех извещателей» [3]. Данные по количеству сведены в таблице 4.

Таблица 4 – Размещение извещателей в соответствии с экспликацией помещений котельной

Наименование	Площадь, м ²	Кол-во извещателей пламени «Спектрон-201», шт.	Кол-во ручных извещателей ИПР, шт.	Кол-во ручных извещателей ИПР-55, шт.	Кол-во дымовых извещателей ИП-212-141, шт.	Кол-во тепловых извещателей ИП-114-5-А2, шт.
Лестничная клетка №1; №2	10,0	-	-	2	-	-
Лаборатория	26,0	-	-	-	1	-
Кабинет №1; №2	8,1; 4,6	-	-	-	1	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Площадь, м ²	Кол-во извещателей пламени «Спектрон-201», шт.	Кол-во ручных извещателей ИПР, шт.	Кол-во ручных извещателей ИПР-55, шт.	Кол-во дымовых извещателей ИП-212-141, шт.	Кол-во тепловых извещателей ИП-114-5-A2, шт.
Кладовая №1; №2	11,3; 14,3	-	-	-	2	-
Токарный цех	17,5	-	-	-	-	1
Электрощитовая	39,3	-	-	-	1	-
Слесарная (ремонтный цех)	28,8	-	-	-	-	2
Машинный зал	638,8	-	-	3	-	-
Санитарный узел	4,7	-	-	-	-	-
Зал гидросмыва	52,7	-	-	-	1	-
Склад	23,6	-	-	-	1	-
Коридор	32,0	-	-	1	1	-
Лестничная клетка №1; №2	10,0	-	-	2	-	-
Раздевалка	41,0	-	-	-	1	-
Санитарный узел	2,9	-	-	-	-	-
Душевая кабина №1; №2	4,0; 3,1	-	-	-	-	-
Коридор №1; №2	43,6; 154,2	-	-	2	3	-
Комната мастера	5,4	-	-	-	1	-
Помещение КИПиА	12,9	-	-	-	1	-
1 этаж	217,1	-	-	-	-	-
Зал котлов	538,9	-	-	-	-	-
Лестничная клетка №1; №2	10,0	-	-	2	-	-
Коридор №1; №2; №3	15,3; 17,5; 114,0	-	-	1	2	-
Комната приёма пищи	13,7	-	-	-	1	-
Складское помещение №1; №2; №3	2,3; 15,0; 13,7	-	-	-	2	-
Санитарный узел №1; №2	3,1; 3,1	-	-	-	-	-
Кабинет №1; №2	4,8; 6,5	-	-	-	2	-
Вентиляционная	3,0	-	-	-	1	-
Тамбур	2,0	-	-	-	-	-
1 этаж	242,4	-	-	-	-	-
Комната слесаря	8,9	-	-	-	1	-
Электрощитовая	51,5	-	-	-	1	-
2 этаж	301,0	-	-	-	-	-
Лестничная клетка	10,0	-	-	1	-	-
Подсобное помещение	23,1	-	-	-	-	-
Котельная	2027,6	-	-	-	-	-
Лестничная клетка	10,0	-	-	1	-	-
Подсобное помещение	23,1	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 4

Наименование	Площадь, м ²	Кол-во извещателей пламени «Спектрон-201», шт.	Кол-во ручных извещателей ИПР, шт.	Кол-во ручных извещателей ИПР-55, шт.	Кол-во дымовых извещателей ИП-212-141, шт.	Кол-во тепловых извещателей ИП-114-5-A2, шт.
Котельная	227,6	-	-	-	-	-
Лестничная клетка	10,0	-	-	1	-	-
Надбункерная галерея	247,6	1	1	-	-	-
Галерея топливоподачи №2	69,6	1	-	-	-	-
Пересыпка	16,1	-	-	-	-	-
Галерея топливоподачи №1	34,8	1	-	-	-	-
Дробильное отделение 1-й этаж	16,3	-	1	-	-	-
Электрощитовая 1-й этаж	19,0	-	-	-	1	-
Общее количество, шт.:	3	2	16	25	3	
Сумма за вид извещателей, руб.:	9840	1046	2288	5925	108	
Общая сумма, руб.:	16919 руб.					

Ответственность за организацию эксплуатацию АСПС возложена на руководителей объектов, которые защищены средствами пожарной автоматики.

В процессе детального обследования АСПС представитель органов ГПС проверяет наличие необходимой технической документации на АСПС, анализирует ее состояние, проводит внешний осмотр и контроль за работоспособным состоянием.

На каждую АСПС должен быть издан приказ или распоряжение по предприятию (организации), назначающий:

- лицо, ответственное за эксплуатацию установки;
- оперативный (дежурный) персонал для круглосуточного контроля за работоспособным состоянием установок.

Оперативный (дежурный) персонал должен иметь и заполнять «Журнал учета неисправностей установки».

Техническое обслуживание системы, комплекса следует проводить периодически, по установленной форме (рисунок 7).



Рисунок 7 – Структура системы технического обслуживания установок пожарной автоматики

Предприятие, осуществляющие ТО и ремонт АСПС, должно иметь лицензию на «Монтаж, наладку, ремонт, и техническое обслуживание оборудования и систем противопожарной защиты».

Допускается проведение ТО и Р специалистами объекта, имеющими соответствующую квалификацию. При этом порядок проведения работ по ТО

и Р должен соответствовать руководящим документам.

Восстановление работоспособности АСПТ или АСПС после ее срабатывания или отказа не должно превышать:

- для Москвы, Санкт-Петербурга, административных центров автономных образований в составе Российской Федерации – 6 ч;
- для остальных городов и населенных пунктов – 18 ч.
- В помещении диспетчерского персонала пункта должна быть инструкция о порядке действия дежурного диспетчера при получении тревожных сигналов.

Типовой регламент технического обслуживания установок АПС представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Типовой регламент технического обслуживания установок АПС

Перечень работ	Периодичность обслуживания		
	заказчиком	исполнителем	
		1-й вариант	2-й вариант
Внешний осмотр составных частей установки (приемно-контрольного прибора, извещателей, оповещателей, шлейфов сигнализации и др. средств) на отсутствие механических повреждений, коррозии, грязи, прочность креплений и т. п.	еженедельно	еженедельно	еженедельно
Контроль рабочего положения выключателей и переключателей, исправности световой индикации, наличие пломб на приемно-контрольном приборе	то же	то же	то же
Контроль основного и резервного источников питания, проверка автоматического переключения питания с рабочего ввода на резервный	1 раз в полугодие	1 раз в полугодие	1 раз в полугодие
Проверка работоспособности составных частей установки (приемно-контрольного устройства или прибора, извещателей, оповещателей, измерение параметров шлейфов сигнализации и т. п.)	-	1 раз в полугодие	1 раз в полугодие
Профилактические работы	-	1 раз в полугодие	1 раз в полугодие

Продолжение таблицы 5

Перечень работ	Периодичность обслуживания		
	заказчиком	исполнителем	
		1-й вариант	2-й вариант
Проверка работоспособности установки	-	1 раз в полугодие	1 раз в полугодие
Измерение сопротивления защитного и рабочего заземления	ежегодно	ежегодно	ежегодно
Измерение сопротивления изоляции электрических цепей	1 раз в 3 года	1 раз в 3 года	1 раз в 3 года

Элементы электротехнического оборудования автоматических установок пожаротушения и системы пожарной сигнализации должны удовлетворять требованиям по способу защиты человека от поражения электрическим током.

Защитное заземление (зануление) электрооборудования автоматических установок пожаротушения и системы пожарной сигнализации должно быть выполнено в соответствии с техническими требованиями и технической документацией завода-изготовителя.

Устройства местного пуска автоматических установок пожаротушения должны быть ограждены от случайного доступа и опломбированы, за исключением устройств местного пуска, установленных в помещениях станции пожаротушения или пожарных постов.

При использовании для защиты различных объектов радиоизотопных дымовых пожарных извещателей должны быть соблюдены требования радиационной безопасности.

Расчет тока потребления необходим для определения количества блоков резервного питания, обеспечивающих стабильную работу системы пожарной сигнализации.

Выводы по разделу.

В разделе определено, что для помещений категорий В2-В3 по пожарной опасности при их размещении в надземных этажах менее 1000 м² требуются автоматические установки пожарной сигнализации.

Как было отмечено выше, основным мероприятием по усовершенствованию системы противопожарной защиты котельной являлось проектирование автоматической пожарной сигнализации (АПС) котельной.

Проект АПС в данном разделе разработан на монтаж автоматической пожарной сигнализации в здании котельной ООО «БКФ».

АПС котельной разработана в соответствии с требованиями экологических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации и обеспечивающих безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию комплексной системы при соблюдении предусмотренных рабочими документами мероприятий.

Установлено, что ответственность за организацию эксплуатации АСПС возложена на руководителей объектов, которые защищены средствами пожарной автоматики.

В процессе детального обследования АСПС представитель органов ГПС проверяет наличие необходимой технической документации на АСПС, анализирует ее состояние, проводит внешний осмотр и контроль за работоспособным состоянием.

4 Охрана труда

По «Трудовому кодексу Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ [19] устанавливаем, что:

- условия труда – это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника;
- вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию;
- опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

Специальная оценка условий труда (СОУТ) является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников [9].

Далее последовательно рассмотрим наиболее опасные рабочие места:

- электрогазосварщик;
- электрослесарь;
- слесарь по ремонту оборудования.

Реестр рисков представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Реестр рисков

Опасность	ID	Опасное событие
3. Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам

Продолжение таблица 6

Опасность	ID	Опасное событие
3. Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
	3.3	Падение из-за отсутствия ограждения, из-за обрыва троса, в котлован, в шахту при подъеме или спуске при нештатной ситуации
	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот
	3.5	Падение с транспортного средства
7. Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.2	Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия
13. Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
13. Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.9	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру
22. Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1.	Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме
23. Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	23.1.	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
27. Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
	27.2	Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования
	27.3	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ
	27.4	Воздействие электрической дуги
27. Шаговое напряжение	27.5	Поражение электрическим током

Продолжение таблица 6

Опасность	ID	Опасное событие
27. Наведенное напряжение в отключенной электрической цепи (электромагнитное воздействие параллельной воздушной электрической линии или электричества, циркулирующего в контактной сети)	27.7	Поражение электрическим током

Риск является сочетанием вероятности и возможной величины вреда, причиняемого опасностью. Определение величины риска производится с целью установления его степени и ранжирования факторов опасности

Оценка вероятности представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценка вероятности

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

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка степени тяжести последствий

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

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле (11).

$$R=A \cdot U, \quad (11)$$

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [9].

Рабочее место электрослесаря: основные внешние риски и опасности, вредные условия труда для электрогазосварщика и электрослесаря одинаковы – работают в одних и тех же условиях (запыленность окружающей среды, освещенность, труднодоступные места, содержание вредных веществ в атмосфере и т.д.). Следовательно, основными отличиями при оценке условий

труда будут опасности и риски, связанные с выполнением технологических операций и производственных задач.

Карта идентификации опасностей и оценки уровней профессиональных рисков на рабочем месте электрослесаря представлена на рисунке 8.

Предмет: Вид работ №1 слесарно-ремонтные работы Объект: Ремонтный цех Работники: электрослесарь, электрогазосварщик	УЧЁТ РИСКОВ		Оценка риска Оценку произвёл: Начальник РМО			
			Ковач А.В. Дата: 29.10.2023			
Описание риска	Имеющаяся система контроля и реагирования	Меры по управлению	S	E	P	Риск
1. Движущиеся части производственного оборудования, инструмента	· Обучение безопасному выполнению работ · Ограждение движущихся частей и оборудования · Организация рабочего места	- контроль имеющейся системы реагирования	7	3	6	126
2. Падение работника вследствие неровности пола, скользкого покрытия, выполнении работ зимой	· Периодический контроль за состоянием рабочих мест и проходов	- контроль имеющейся системы реагирования	3	3	6	54
3. Наличие острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхностях ограждений, инструментов, лестниц	· Обучение безопасным методам работ	-использование СИЗ	3	3	6	54
4. Вероятность падения грузов, изделий и других предметов	· Обучение безопасным методам работ · Контроль за применением СИЗ	-использование СИЗ	3	3	6	54
5. Возможность поражения электрическим током	· периодический контроль за состоянием электрооборудования и электроустановок		3	6	3	54
6. Вероятность падения при выполнении работ связанных с высотой	- обучение безопасным методам труда - применение СИЗ	-применение СИЗ	7	3	6	126
7 Разрыв(повреждение) отрезного, шлифовального круга.	- Обучение безопасным методам труда	-осмотр и испытание шлифовальных кругов.	7	3	3	126

Рисунок 8 – Карта идентификации опасностей и оценки уровней профессиональных рисков на рабочем месте электрослесаря

Предлагаемые мероприятия по снижению уровня профессионального риска на рабочем месте электрослесаря:

- регламентные работы по обслуживанию оборудования и приборов следует производить согласно технической документации заводов-изготовителей;
- соблюдение требований должностной инструкции;
- контроль за исправным состоянием технологического оборудования;
- применение защитных средств и СИЗ;

- контроль за состоянием поверхностей, территории;
- периодический контроль за состоянием инструмента;
- контроль за исправностью электрослесарного оборудования, соблюдение требований ТБ;
- обучение и повышение квалификации, проверка знаний в области охраны труда;
- проведение инструктажей по охране труда и пожарной безопасности;
- после окончания монтажных работ и сдачи в эксплуатацию все приборы и оборудование должны быть опломбированы и промаркированы с указанием наименования защищаемых помещений и назначения прибора.

Внедрение предложенных мероприятий позволит снизить уровень профессионального риска на рабочем месте электрослесаря со среднего до низкого.

Рабочее место слесаря по ремонту оборудования: основные внешние риски и опасности, вредные условия труда для электрогазосварщика, электрослесаря и слесаря по ремонту оборудования одинаковы – работают в одних и тех же условиях (запыленность окружающей среды, освещенность, труднодоступные места, содержание вредных веществ в атмосфере и т.д.). Следовательно, основными отличиями при оценке условий труда будут опасности и риски, связанные с выполнением технологических операций и производственных задач.

Далее рассчитываем количественную оценку риска для слесаря по ремонту оборудования по формуле (11).

Следовательно:

- $A = 2,5$;
- $U = 3,5$.

Отсюда, количественная оценка риска равна:

$$R = 2,5 \cdot 2,5 = 6,25 \approx 7$$

Следовательно, на котельной работа слесаря по ремонту оборудования имеет средний уровень риска.

На основании вышеизложенного, составим карту идентификации опасностей и оценки уровней профессиональных рисков на рабочем месте слесаря по ремонту оборудования (рисунок 9).

Предмет: Вид работ №1 слесарно-ремонтные работы Объект: Ремонтный цех Работники: слесарь-ремонтник, электрогазосварщик	УЧЁТ РИСКОВ		Оценка риска Оценку произвёл: Начальник РМО			
			Ковач А.В. Дата: 29.10.2023			
Описание риска	Имеющаяся система контроля и реагирования	Меры по управлению	S	E	P	Риск
1. Движущиеся части производственного оборудования, инструмента	· Обучение безопасному выполнению работ · Ограждение движущихся частей и оборудования · Организация рабочего места	- контроль имеющейся системы реагирования	7	3	6	126
2. Падение работника вследствие неровности пола, скользкого покрытия, выполнении работ зимой	· Периодический контроль за состоянием рабочих мест и проходов	- контроль имеющейся системы реагирования	3	3	6	54
3. Наличие острых кромок, заусенцев и шероховатостей на поверхностях ограждений, инструментов, лестниц	· Обучение безопасным методам работ	-использование СИЗ	3	3	6	54
4. Вероятность падения грузов, изделий и других предметов	· Обучение безопасным методам работ · Контроль за применением СИЗ	-использование СИЗ	3	3	6	54
5. Возможность поражения электрическим током	· периодический контроль за состоянием электрооборудования и электроустановок		3	6	3	54
6. Вероятность падения при выполнении работ связанных с высотой	- обучение безопасным методам труда - применение СИЗ	-применение СИЗ	7	3	6	126
7. Разрыв(повреждение) отрезного, шлифовального круга.	· Обучение безопасным методам труда	-осмотр и испытание шлифовальных кругов.	7	3	3	126

Таблица 9 – Карта идентификации опасностей и оценки уровней профессиональных рисков на рабочем месте слесаря по ремонту оборудования

Предлагаемые мероприятия по снижению уровня профессионального риска на рабочем месте слесаря по ремонту оборудования:

- регламентные работы по обслуживанию и ремонту технологического оборудования следует производить согласно технической документации заводов-изготовителей;
- соблюдение требований должностной инструкции;

- контроль за исправным состоянием технологического оборудования;
- применение защитных средств и СИЗ;
- контроль за состоянием поверхностей, территории;
- периодический контроль за состоянием инструмента;
- обучение и повышение квалификации, проверка знаний в области охраны труда;
- проведение инструктажей по охране труда и пожарной безопасности;
- после окончания монтажных работ и сдачи в эксплуатацию все оборудование должно быть опломбировано и промаркировано, с указанием дат проведения ТО и ТР.

Вывод по разделу.

В разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска на рабочих местах до значимости «Низкий риск».

Внедрение предложенных мероприятий позволит снизить уровень профессионального риска на рабочих местах со среднего до низкого.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду (таблица 9).

Таблица 9 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Производственный объект	Котельная	Газообразные	Производственные сточные воды	Производственные, ТКО
Количество в год		0,003212 т	2500 тыс. т	7,001 т

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты соответствия технологий на производстве [9]

Структурное подразделение	Наименование имеющейся технологии	Соответствие НДТ
Котельная	Сухие инерционные золоуловители	-
	Мокрые инерционные золоуловители	-
	Электрофильтры	+
	Тканевые пылеуловители	+
	Добавка известняка в уголь перед размолом	+
	Подача известняковой пыли в топку	-
	Подача известковой пыли в газоходы	-
	Подача раствора соды в скруббер Вентури	+
	Предельно низкие избытки воздуха	-
	Нестехиометрическое сжигание топлива	+
	Снижение температуры горячего воздуха	-
	Рециркуляция дымовых газов	+
	Впрыск воды или пара в зону активного горения	-

Как видно по результатам из таблицы, примерно только 50% (6 из 13) применяемых сейчас на котельной технологий по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду соответствуют современным

НДТ. Следовательно, есть «потенциал» для разработки мероприятий, направленных на уменьшение антропогенной нагрузки на окружающую среду от рассматриваемой котельной.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Код	Наименование вещества	Используемый критерий	Значение критерия, мг/м ³	Класс опасности	Выброс вещества, т/год
301	Азота диоксид	ПДК _{мр}	0,2000000	3	0,1302662
304	Азота оксид	ПДК _{мр}	0,4000000	3	0,0211682
322	Серная кислота	ПДК _{мр}	0,3000000	2	0,0000113
328	Углерод; Сажа	ПДК _{мр}	0,1500000	3	0,0304806
330	Сера диоксид	ПДК _{мр}	0,5000000	3	0,1425825
333	Сероводород	ПДК _{мр}	0,0080000	2	0,0000880
337	Углерод оксид	ПДК _{мр}	5,0000000	4	3,7316906
1210	Бутилацетат	ПДК _{мр}	0,1000000	4	0,3916400
1411	Циклогексанон	ПДК _{мр}	0,0400000	3	0,7418000
1555	Уксусная кислота	ПДК _{мр}	0,2000000	3	2,3779836
2704	Бензин	ПДК _{мр}	5,0000000	4	0,0075944
2754	Углеводороды предельные С12-С19	ПДК _{мр}	1,0000000	4	0,0313394
703	Бенз[а]пирен	10ПДК _{сс}	0,0000100	1	3,2133e-10
406	Пыль полиэтилена	ОБУВ	0,1000000	-	1,6597652
1262	Метилацетат	ОБУВ	0,1000000	-	0,2334400
2732	Керосин	ОБУВ	1,2000000	-	0,0327240
2750	Сольвент-нафта	ОБУВ	0,2000000	-	0,6289400
2922	Пыль полипропилена	ОБУВ	0,1000000	-	0,3125386
3004	Аэрозоль краски	ОБУВ	0,0300000	-	0,0153900
Всего веществ:					10,4894426
в том числе твердых:					0,358409
жидких / газообразных:					10,131033
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия:					
6041	0322 + 0330	Серная кислота + Сера диоксид			
6043	0330 + 0333	Сера диоксид + Сероводород			
6204	0301 + 0330	Азота диоксид + Сера диоксид			

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу с объемом выбросов г/с, т/год. Критерии качества атмосферного воздуха представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу с объемом выбросов г/с, т/год. Критерии качества атмосферного воздуха

Наименование	ПДКм.р.	ПДКс.с.	ОБУВ	Класс опасности	Выброс вещества, г/с	Выброс вещества, т/год
Азота диоксид	0,200000	0,040000	0,000000	3	0,0327314	0,1302662
Азота оксид	0,400000	0,060000	0,000000	3	0,0053189	0,0211682
Серная кислота	0,300000	0,100000	0,000000	2	0,0000013	0,0000113
Углерод; сажа	0,150000	0,050000	0,000000	3	0,0053281	0,0304806
Сера диоксид	0,500000	0,050000	0,000000	3	0,0077306	0,1425825
Сероводород	0,008000	0,000000	0,000000	2	0,0000537	0,0000880
Углерод оксид	5,000000	3,000000	0,000000	4	0,6509453	3,7316906
Пыль полиэтилена	0,000000	0,000000	0,100000	-	0,1937311	1,6597652
Бенз[а]пирен	0,000000	0,000001	0,000000	1	1,0258e-11	3,2133e-10
Бутилацетат	0,100000	0,000000	0,000000	4	0,0564132	0,3916400
Метилацетат	0,000000	0,000000	0,100000	-	0,0335984	0,2334400
Циклогексанон	0,040000	0,000000	0,000000	3	0,1068108	0,7418000
Уксусная кислота	0,200000	0,060000	0,000000	3	0,3328888	2,3779836
Бензин	5,000000	1,500000	0,000000	4	0,0086945	0,0075944
Керосин	0,000000	0,000000	1,200000	-	0,0159945	0,0327240
Сольвент-нафта	0,000000	0,000000	0,200000	-	0,0906354	0,6289400
Углеводороды предельные C12-C19	1,000000	0,000000	0,000000	4	0,0347912	0,0313394
Пыль полипропилена	0,000000	0,000000	0,100000	-	0,0393144	0,3125386
Аэрозоль краски	0,000000	0,000000	0,030000	-	0,0028646	0,0153900
Всего:					1,6178462	10,4894426

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Номер ЗВ	Наименование загрязняющего вещества
1	Азота диоксид
2	Азота оксид
3	Серная кислота
4	Углерод; сажа
5	Сера диоксид

Результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды [11] представлены в таблицах 14-16.

Таблица 14 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
Номер	Наименование	Номер	Наименование							
1	Котельная	-	Дымовая труба	Азота диоксид	0,000149	0,000149	–	25.04.2023	–	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Азота оксид	0,000149	0,000149	–	25.04.2023	–	
				Серная кислота	0,000149	0,000119	–	25.04.2023	–	
				Углерод; сажа	0,000149	0,000149	–	25.04.2023	–	
				Сера диоксид	0,148649	0,148649	–	25.04.2023	–	
Итого	–	–	–	–	0,224221	0,224221	–	–	–	–

Таблица 15 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективность очистки сточных вод, %	
			Проектный	Допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом	Фактический			Проектное	Допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	Фактическое	Проектная	Фактическая
<p>Предприятие не является собственником водных объектов. Предприятие является абонентом МУП «Водоканал». Водоснабжение и водоотведение осуществляется по заключенным договорам с МУП «Водоканал». Ежегодно берутся анализы на входе стоков ливневых, талых и хозяйственно-бытовых сточных вод в очистные сооружения ливневых и талых сточных вод</p>												

Таблица 16 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный 2023 год

№ строки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	«Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства)» [10]	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,02	0	0	0,02
2	Отходы минеральных масел гидравлических, не содержащих галогены	40612001313	3	0	0	0,4	0	0,4	0
3	Тара из черных металлов, загрязненная лакокрасочными материалами (содержание 5% и более)	46811201513	3	0	0	1,5	0	1,5	0
4	Отходы минеральных масел гидравлических, не содержащих галогены	40612001313	3	0	0	1,5	0	1,5	0
5	«Обтирочный материал, загрязненный маслами с содержанием масел менее 15%» [10]	9 19 204 02 60 4	4	0	0	0,15	0	0,15	0

Продолжение таблицы 16

№ стр оки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацио нному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасност и отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателе й и юридических лиц, тонн	Утилизир овано отходов, тонн	Обезвреж ено отходов, тонн
				хранение	накоплени е				
6	Отходы упаковочного картона незагрязненные	9 19 201 02 39 4	4	0	0	0,3	0	0,3	0
7	Отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные	9 19 202 02 60 4	4	0	0	0,4	0	0,4	0
8	Лом и отходы изделий из полиэтилена незагрязненные (кроме тары)	4 31 193 11 51 4	4	0	0	0,1	0	0,1	0
9	Лом и отходы изделий из полипропилена незагрязненные (кроме тары)	4 33 202 03 52 4	4	0	0	0,2	0	0,2	0
10	Смет с территории предприятия практически неопасный	7 33 390 01 71 4	4	0	0	0,7	0	0,7	0
11	«Бытовые отходы (исключая крупногабаритный)» [10]	7 33 100 01 72 4	4	0	0	0,25	0	0,25	0

Продолжение таблицы 16

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн							
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения		
0,02	-	-	0,02	-	-		
0,4	-	0,4	-	-	-		
1,5	-	1,5	-	-	-		
1,5	-	1,5	-	-	-		
0,15	-	0,15	-	-	-		
0,3	-	0,3	-	-	-		
0,4	-	0,4	-	-	-		
0,1	-	0,1	-	-	-		
0,2	-	0,2	-	-	-		
0,7	-	0,7	-	-	-		
0,25	-	0,25	-	-	-		
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн						Наличие отходов на конец года, тонн	
Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО		Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	хранение	накопление
17	18		19	20	21	22	23
-	-		-	-	-	0	0

На основании результатов проведенных расчетов сделано заключение, что концентрации загрязняющих веществ на границе СЗЗ и границе близлежащей селитебной территории ниже предельно-допустимых значений. В соответствии с этим корректировку размеров (увеличение) нормативной СЗЗ проводить нецелесообразно.

Вывод по разделу.

В разделе определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду.

Установлено, что примерно только 50% (6 из 13) применяемых сейчас на котельной технологий по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду соответствуют современным НДТ. Следовательно, есть «потенциал» для разработки мероприятий, направленных на уменьшение антропогенной нагрузки на окружающую среду от рассматриваемой котельной.

Определено, что предприятие выбрасывает в атмосферу следующие загрязняющие вещества:

- азота диоксид;
- азота оксид;
- серная кислота;
- углерод; сажа;
- сера диоксид.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Основным мероприятием по повышению уровня противопожарной защиты в данной работе является модернизация (фактически – замена) системы автоматической пожарной сигнализации (АПС).

Локальный ресурсный сметный расчет на монтажно-наладочные работы АУПС и системы оповещения людей о пожаре представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Локальный ресурсный сметный расчет на монтажно-наладочные работы АУПС и системы оповещения людей о пожаре

Помещения
котельной
(наименование стройки)
на монтажно-наладочные работы
АУПС
и системы оповещения людей о
пожаре
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание: рабочий проект

Сметная стоимость 210947 руб.

Средства на оплату труда 74585 руб.

Составлен в текущих ценах по состоянию на I квартал 2024 г.

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Сметная стоимость в текущих (прогнозных) ценах, руб.		
			на ед.	общая	осн. З/П
Раздел 1. Монтажные работы					
Извещатель пожарный тепловой	шт.	3	350	1050	-
Извещатель пожарный дымовой	шт.	25	450	11250	-
Извещатель пожарный пламени	шт.	3	1500	4500	-
Ручной пожарный извещатель	шт.	18	450	8100	-
Приемно-контрольный прибор пожарный	шт.	1	3500	3500	-
Блок питания	шт.	1	1500	1500	-
Оповещатель внешний	шт.	10	1400	14000	-
Световой указатель «ВЫХОД», световой оповещатель «Лампа»	шт.	18	800	14400	-
Раздел 2. Общестроительные работы					
Проходное отверстие сечение до 20 мм бетонная стена (при глубине до 0,5 м)	б/м	15	600	9000	-
Извещатель пламени Спектрон-201	шт.	3	3280	9840	-
Извещатель ручной ИПР	шт.	2	523	1046	-
Извещатель ручной ИПР-55	шт.	16	143	2288	-
Извещатель дымовой ИП-212-141	шт.	25	237	5925	-
Извещатель тепловой ИП-114-5-А2	шт.	3	36	108	-
Световой оповещатель КРИСТАЛЛИ-24 «Выход»	шт.	18	148	2664	-
Звуковой оповещатель Маяк-24-3М1-НИ	шт.	2	226	452	-
Звуковой оповещатель Маяк-24-3М	шт.	8	175	1400	-
Блок питания БП-12/2А	шт.	1	4982	4982	-

Продолжение таблицы 17

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Сметная стоимость в текущих (прогнозных) ценах, руб.		
			на ед.	общая	осн. З/П
ППК Мираж-GSM-M8-03	шт.	1	9450	9450	-
Кабель КПСнг(А)-FRLS 1×2×0,2	м	1342,3	12495/км	16772	-
Раздел 4. Пуско-наладочные работы					
Настройка автоматизированной адресной системы управления I категории	шт.	1	15000	15000	-
Раздел 5. Кабельные работы					
Прокладка кабеля	б/м	1342,3	40	53720	-
Итого прямые затраты по смете в текущих ценах				190947	-
Транспортные расходы				20000	-
Накладные расходы на электромонтаж 100%*0,95				-	55385
Накладные расходы на пусконаладочные работы 100%*0,65				-	9750
Накладные расходы на работы с бетонными и железобетонными монолитными конструкциями 100%*1,05				-	9450
ВСЕГО по смете:				210947	74585

«Расчет эксплуатационных расходов на содержание автоматической системы пожаротушения (АСПТ) будет включать расчеты эксплуатационных расходов на содержание как системы автоматической пожарной сигнализации (АПС), так и автоматической установки пожаротушения (АУПТ). Об этом говорилось выше, что АПС и АУПТ являются в равной степени частями всей АСПТ» [20].

«Расчет эксплуатационных расходов на содержание автоматической системы пожаротушения (АСПТ) (руб./год)» [20] выполняется по формуле (12):

$$Z = Z_{ам} + Z_{тр} + Z_{с.оп} + Z_{ов} + Z_{эл} \quad (12)$$

где $Z_{ам}$ – «амортизационные отчисления, тыс. руб./год;

$Z_{тр}$ – затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание АСПТ, тыс. руб./год;

$Z_{с.оп}$ – затраты на содержание обслуживающего АСПТ персонала, тыс. руб./год;

$Z_{ов}$ – затраты на огнетушащее вещество, тыс. руб./год;

$Z_{эл}$ – затраты на электроэнергию, тыс. руб./год» [20].

«Амортизационные отчисления на АУПТ (руб./год) (считаем по АУПТ,

т.к. АПС не содержит оборудования под амортизацию» [20] определяются по формуле (13):

$$З_{ам} = \frac{K_2 \cdot H_{ам.пт}}{100} \quad (13)$$

где $H_{ам.пт}$ – «нормы амортизационных отчислений на АУПТ, % в год (для пенного пожаротушения принимается равным 6,8%);

K_2 – капитальные затраты на устройство автоматической установки пенного пожаротушения (только сама техника без затрат на транспортировку и монтаж и т.д. – берется по сметам строительства АУПТ), руб.» [20].

$$З_{ам} = \frac{304470 \cdot 6,8}{100} = 20703,00 \text{ руб.}$$

«Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание АСПТ» [20] определяются по формуле (14):

$$З_{тр} = \frac{(K_1 + K_2) \cdot H_{тр}}{100} \quad (14)$$

где K_1 – «капитальные затраты на устройство АПС, руб. (согласно локальному сметному расчету по табл. 49 – только сметная стоимость);

$H_{тр}$ – нормы отчислений на текущий ремонт, % в год (для пенного пожаротушения принимается равным 4,5%)» [20].

$$З_{тр} = \frac{(210947 + 304470) \cdot 4,5}{100} = 23194,00 \text{ руб.}$$

«Затраты на содержание обслуживающего АСПТ персонала» [20] определяется по формуле (15):

$$Z_{\text{с.оп}} = 12 \cdot Ч \cdot Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{доп}} \quad (15)$$

где Ч – «численность персонала, обслуживающего АСПТ, чел.;

$Z_{\text{осн}}$ – месячная заработная плата персонала, обслуживающего АСПТ, руб. (следует рассматривать как доплату основным работникам, которые привлекаются к проведению данных мероприятий по ТО и ТР АСПТ либо как ежемесячную плату обслуживающей фирме);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий надбавки, доплаты и социальные взносы на заработную оплату персонала, принимается 1,15» [20].

Следовательно

$$Z_{\text{с.оп}} = 12 \cdot 1 \cdot 15000 \cdot 1,15 = 207000,00 \text{ руб.}$$

«Затраты на огнетушащее вещество $S_{\text{ов}}$ определяются исходя из суммарного годового расхода $W_{\text{ов}}$ и оптовой цены $C_{\text{ов}}$ единицы огнетушащего вещества (пенообразователя ПО-6НП) с учетом транспортно-заготовительных расходов ($K_{\text{тр.з}} = 1,04$). Оптовая цена пенообразователя ПО-6НП в ценах 2024 г. составляет 15000,00 руб. за тонну» [20], тогда:

$$Z_{\text{ов}} = W_{\text{ов}} \cdot C_{\text{ов}} \cdot K_{\text{тр.з}} \quad (16)$$

где $W_{\text{ов}}$ – расход огнетушащего вещества, л;

$C_{\text{ов}}$ – среднерыночная цена огнетушащего вещества, руб./л;

$K_{\text{тр.з}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

$$Z_{\text{ов}} = 1,4 \cdot 10000 \cdot 1,04 = 14560,00 \text{ руб.}$$

«Затраты на электроэнергию $S_{\text{эл}}$ определяются» [20] по формуле (17):

$$Z_{\text{эл}} = C_{\text{эл}} \cdot N \cdot T_p \cdot K_{\text{им}} \quad (17)$$

где $C_{\text{эл}}$ – «тариф на 1 кВт×ч электроэнергии;

N – установленная электрическая мощность, кВт;

T_p – годовой фонд времени работы установленной мощности, принимается 45 ч;

$K_{им}$ – коэффициент использования установленной мощности, принимается 0,8» [20].

$$З_{эл} = 5,04 \cdot 110 \cdot 45 \cdot 0,8 = 19959,00 \text{ руб.}$$

«Эксплуатационный расход на содержание АСПТ составит» [20]:

$$З = 20703 + 23194 + 207000 + 14560 + 19959 = 285416,00 \text{ руб.}$$

Таким образом, ежегодные эксплуатационные расходы на содержание системы пожарной безопасности составят около 286,00 тыс. руб.

«Выбор наиболее эффективного противопожарного решения осуществляется исходя из условия» [20] формулы 18:

$$И \Rightarrow \max \quad (18)$$

«Интегральный экономический эффект для постоянной нормы» [20] дисконта определяется по формуле (19):

$$И = \sum_{t=0}^T \left((M(\Pi_б) - M(\Pi_п) - (P_2 - P_1)) \right) \cdot \frac{1}{(1 + НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (19)$$

где $M(\Pi_б)$ и $M(\Pi_п)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K_1 и K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P_1 и P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом

вариантах в t -м году, руб./год;

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

t – год осуществления затрат;

T – расчетный период времени, год» [20].

«В качестве расчетного периода T принимается либо срок службы здания (оборудования), либо иной, более короткий обоснованный период» [20].

«Эксплуатационные расходы по вариантам в t -м году» [20] определяются по формуле (20):

$$P = A + Э \quad (20)$$

где A – «затраты на амортизацию систем противопожарных мероприятий, руб./год;

$Э$ – эксплуатационные затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [20].

«При расчете денежные потоки шага t приводятся к начальному моменту времени через коэффициент дисконтирования. Для года t коэффициент дисконтирования при постоянной норме дисконта» [20] имеет вид по формуле (21):

$$D = \frac{1}{(1 + \text{НД})^t} \quad (21)$$

При использовании на объекте первичных средств пожаротушения (стационарных и передвижных) и отсутствии систем автоматического пожаротушения материальные годовые потери рассчитываются по формуле (22):

$$M(\Pi_6) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (22)$$

где $M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$, $M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения; привозными средствами пожаротушения; при отказе всех средств пожаротушения, определяется по формулам:

$$M(\Pi_1) = \lambda \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (23)$$

$$M(\Pi_2) = \lambda \cdot (C_T + C_k \cdot 0,52) \cdot F'_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (24)$$

$$M(\Pi_3) = \lambda \cdot (C_T + C_k \cdot 0,52) \cdot F''_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (25)$$

где λ – вероятность возникновения пожара, 1/год;

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

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами, м²;

p_1 , p_2 – вероятность тушения пожара первичными и привозными средствами;

0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения конструкций (здания);

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

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

$F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств ПТ, м²;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

При оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения материальные годовые потери от пожара рассчитываются по формуле (26):

$$M(\Pi_{\text{п}}) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (26)$$

где $M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$, $M(\Pi_3)$, $M(\Pi_4)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных соответственно первичными средствами пожаротушения; установками автоматического пожаротушения; привозными средствами пожаротушения; при отказе средств пожаротушения, определяемое по формулам:

$$M(\Pi_1) = \lambda \cdot C_{\text{т}} \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (27)$$

$$M(\Pi_2) = \lambda \cdot C_{\text{т}} \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (28)$$

$$M(\Pi_3) = \lambda \cdot (C_{\text{т}} + C_{\text{к}} \cdot 0,52) \cdot F'_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2 \quad (29)$$

$$M(\Pi_4) = \lambda \cdot (C_{\text{т}} + C_{\text{к}} \cdot 0,52) \cdot F''_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \times \\ \times \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (30)$$

где $F_{\text{пож}}^*$ – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м^2 ;

p_3 – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

Эффективность мероприятий по обеспечению пожарной безопасности может также оцениваться изменением количественного показателя, характеризующего соотношение величины возможного ущерба и стоимости материальных ценностей в вариантах при отсутствии противопожарного мероприятия и при его выполнении формулы 31:

$$Y_{\text{п.о}} = \frac{M(\Pi)}{C_{\text{м.ц}}} \quad (31)$$

где $Y_{\text{п.о}}$ – уровень пожарной опасности объекта, коп./100 руб.;

$C_{\text{м.ц}}$ – стоимость защищаемых от пожара материальных ценностей, руб.

Стоимость здания и технологической части определяется по проектным материалам, при их отсутствии – по укрупненным показателям.

Вероятность безотказной работы первичных средств тушения p_1 принимается в зависимости от скорости распространения горения по поверхности Y_1 (таблица 18).

Таблица 18 – Значения вероятности безотказной работы ПСТ

Y_1 , м/мин.	0,35	0,54	0,69	0,80	0,90
p_1	0,85	0,79	0,46	0,27	0,12

Вероятность тушения пожара привозными средствами p_2 определяется в зависимости от нормативного расхода воды на наружное пожаротушение и на основании данных о бесперебойности водоснабжения пожарного водопровода или насосами пожарных машин из водоемов $q_{п}$ (таблица 19).

Таблица 19 – Значения вероятности тушения пожара привозными средствами

$q_{п}$, л/с	15	20	30	40	60	100	160
p_2	0,500	0,600	0,750	0,850	0,950	0,990	0,999

Вероятность тушения пожара установками автоматического пожаротушения p_3 при отсутствии статистических данных принимается равной 0,86.

При успешном действии первичных средств пожаротушения площадь пожара $F_{пж}$ принимается в зависимости от их технических характеристик равной 0,5...4,0 м².

При успешном действии установок пожаротушения площадь пожара $F_{пж}^*$ принимается равной нормативной площади тушения пожара для расчета расхода средств тушения стационарной установки пеной средней кратности с дистанционным пуском и установками водяного орошения.

Для локальных пожаров площадь пожара при тушении привозными средствами $F'_{пж}$ принимается равной площади размещения пожарной нагрузки.

Коэффициент k , учитывающий косвенные потери, определяется по статистическим данным для аналогичных объектов как отношение косвенных потерь к прямым потерям. В величину косвенных потерь следует включать:

- капитальные затраты на восстановление основных фондов;
- заработную плату за время простоя;
- оплату демонтажных работ и разборку строительных конструкций;
- потери части условно-постоянных накладных расходов;
- потери от недополучения прибыли из-за невыпуска продукции (услуги);
- потеря из-за недоставки продукции (услуги);
- потеря предприятия с учетом сопряженности работы производств.

Для производственного корпуса частота возникновения пожара принимается $0,6 \times 10^{-5}$ год·м².

Расчеты выполняются для двух сценариев возможного пожара:

- пожар обнаруживается персоналом, используются первичные средства пожаротушения, персонал с помощью телефонной связи вызывает подразделение пожарной охраны. Системы автоматического пожаротушения и сигнализации отсутствуют;
- добавляется наличие установки пожарной сигнализации и автоматического водяного пожаротушения.

Стоимость поврежденного имущества $C_T = 50000$ руб./м².

Площадь пожара на время тушения первичными средствами $F_{\text{пож}} = 4$ м².

Значение линейной скорости распространения пламени для производственного корпуса равно 1,2 м/мин., вероятность безотказной работы первичных средств тушения принимается по таблице методики [40] $p_1 = 0,12$.

Нормативный расход воды на наружное пожаротушение $q_n = 20$ л/с, следовательно, вероятность тушения пожара привозными средствами $p_2 = 0,95$.

Стоимость поврежденных частей сооружения $C_K = 100000$ руб./м².

Площадь пожара за время тушения привозными средствами $F'_{\text{пож}} = 150$ м².

Коэффициент, учитывающий косвенные потери $k = 2,5$.

Площадь пожара при тушении средствами пожаротушения $F^*_{\text{пож}} = 15 \text{ м}^2$.

Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения $F''_{\text{пож}} = 414 \text{ м}^2$.

«По данным ФГУ ВНИИПО МЧС России, реальная эффективность работы установок пожарной автоматики при пожарах в 2023 г. для установок пожаротушения из 87 установок при пожаре задачу выполнили только 37, то есть сработали с вероятностью 0,4. Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения $p_3 = 0,4$ » [20].

С учетом приведенных данных рассчитаются вероятные годовые потери $M(\Pi)$ для первого сценария (базового):

$$M(\Pi_1) = 2,03 \cdot 10^{-2} \cdot 50000 \cdot 4 \cdot (1 + 2,5) \cdot 0,12 = 1560,00 \text{ руб./год}$$

$$M(\Pi_2) = 2,03 \cdot 10^{-3} \cdot (50000 + 40000 \cdot 0,52) \cdot 150 \cdot (1 + 2,5) \times \\ \times (1 - 0,12) \cdot 0,95 = 816125,00 \text{ руб./год}$$

$$M(\Pi_3) = 2,03 \cdot 10^{-2} \cdot (50000 + 40000 \cdot 0,52) \cdot 414 \cdot (1 + 2,5) \times \\ \times [1 - 0,12 - (1 - 0,12) \cdot 0,95] = 91632,00 \text{ руб./год}$$

«Следовательно, при первом сценарии защиты объекта (без АСПТ) материальные годовые потери» [20] составят:

$$M(\Pi_6) = 1560,00 + 816125,00 + 91632,00 = 909317,00 \text{ руб./год}$$

«Рассчитаются вероятные годовые потери $M(\Pi)$ для второго сценария (предлагаемого)» [20]:

$$M(\Pi_1) = 2,03 \cdot 10^{-2} \cdot 50000 \cdot 4 \cdot (1 + 2,5) \cdot 0,12 = 1560,00 \text{ руб./год}$$

$$M(\Pi_2) = 2,03 \cdot 10^{-2} \cdot 50000 \cdot 15 \cdot (1 + 2,5) \cdot (1 - 0,12) \cdot 0,95 =$$

$$= 44548,00 \text{ руб./год}$$

$$M(\Pi_3) = 2,03 \cdot 10^{-2} \cdot (50000 + 30000 \cdot 0,52) \cdot 150 \cdot (1 + 2,5) \times \\ \times [1 - 0,12 - (1 - 0,12) \cdot 0,4] \cdot 0,95 = 377275,00 \text{ руб./год}$$

$$M(\Pi_4) = 2,03 \cdot 10^{-2} \cdot (50000 + 30000 \cdot 0,52) \cdot 414 \cdot (1 + 2,5) \times \\ \times \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,12 - (1 - 0,12) \cdot 0,4 - \\ - [1 - 0,12 - (1 - 0,12) \cdot 0,4] \cdot 0,95 \end{array} \right\} = 54979,00 \text{ руб./год}$$

«Следовательно, при втором сценарии защиты объекта (с АСПТ) материальные годовые потери» [20] составят:

$$M(\Pi_{\text{п}}) = 1560,00 + 44548,00 + 377275,00 + \\ + 54979,00 = 478362,00 \text{ руб./год}$$

«Вероятное сокращение ущерба (R_t)» [20] составит:

$$R_t = 909317,00 - 478362,00 = 430955,00 \text{ руб./год}$$

Результаты расчета дисконтированных показателей эффективности капитальных вложений в противопожарные мероприятия представлены в таблице 20. Интегральный экономический эффект И при норме дисконта 10%.

Таблица 20 – Расчет показателей эффективности мероприятий

Год осуществления (внедрения) проекта	R_t	z_t	Д	Чистый дисконтированный поток доходов по годам без капитальных затрат предшествующего года, руб.
1	430955	570948	0,91	-127393,63
2	430955	285416	0,83	120797,37
3	430955	285416	0,75	109154,25
4	430955	285416	0,68	98966,52
5	430955	285416	0,62	90234,18
6	430955	285416	0,56	81501,84

7	430955	285416	0,51	74224,89
8	430955	285416	0,47	68403,33
9	430955	285416	0,42	61126,38
10	430955	285416	0,38	55304,82
Итого:	-	-	-	632319,95

«Капитальные вложения, необходимые для осуществления предлагаемых мероприятий в первый год осуществления (внедрения) проекта» [20] составляют (формула 32):

$$Z_{\text{кап}}(1 \text{ год}) = Z_{\text{АПС}} + Z_{\text{экспл. АСПТ}} \quad (32)$$

где $Z_{\text{АПС}} = 285532,00$ руб. – сметные затраты на проектирование, закупку материалов и монтаж системы АПС (только один раз учитываем – в год осуществления (внедрения) проекта);

$Z_{\text{экспл. АСПТ}} = 285416,00$ руб. – ежегодные затраты на эксплуатацию всей АСПТ (ТО, ТР, обслуживание, проверка и т.д.).

$$Z_{\text{кап}}(1 \text{ год}) = 285532,00 + 285416,00 = 570948,00 \text{ руб.}$$

Для последующих годов эксплуатации АСПТ затраты составят:

$$Z_{(\text{год})} = Z_{\text{экспл. АСПТ}} = 285416,00 \text{ руб.}$$

«Интегральный эффект при расчете за период в 10 лет (срок эксплуатации оборудования)» [20] составит:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t \quad (40)$$

$$И = \sum_{t=0}^T И_t = 632319,95 \text{ руб.}$$

Поскольку интегральный эффект положителен, $I > 0$, проект признается экономически эффективным.

Вывод по разделу 6.

Интегральный экономический эффект от установки системы пожарной сигнализации за десять лет составит 632319,95 рублей.

Заключение

В первом разделе определено, что пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться всеми системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Установлено, что на объекте смонтирована система автоматической пожарной сигнализации с установкой дымовых извещателей по всем помещениям, выведена на пост наблюдения с круглосуточным пребыванием охраны. Системы пожаротушения отсутствуют.

Во втором разделе проведена оценка уровня пожарной опасности: каждому объекту был присвоен уровень пожарной опасности в соответствии с его функциональной значимостью. Это позволило выделить объекты, которые могут быть более подвержены риску в случае пожара. Учебные аудитории - Уровень высокой пожарной опасности, так как их работоспособность критически важна для обучения и подготовки к действиям в чрезвычайных ситуациях.

В разделе выполнен анализ возможного алгоритма тушения пожара на объекте.

Определено, что по требуемому числу отделений, согласно расписанию выезда подразделений пожарно-спасательного гарнизона, следует, что в случае возникновения пожара на данном объекте силы и средства необходимо направлять по рангу пожара № 2.

В разделе определено, что основными причинами и условиями необходимости разработки новой системы АПС:

- существующая (действующая) система АПС разработана на основании и в соответствии с требованиями недействующих (устаревших) нормативных актов и документов;
- моральное и физическое устаревание оборудования и аппаратуры существующей системы АПС;

- несоответствие существующей системы АПС современным требованиям пожарной охраны и безопасности промышленных объектов.

В связи с вышеизложенным принято решение на разработку (модернизацию) системы АПС.

В третьем разделе определено, что для помещений категорий В2-В3 по пожарной опасности при их размещении в надземных этажах менее 1000 м² требуются автоматические установки пожарной сигнализации.

Как было отмечено выше, основным мероприятием по усовершенствованию системы противопожарной защиты котельной являлось проектирование автоматической пожарной сигнализации (АПС) котельной.

Проект АПС в данном разделе разработан на монтаж автоматической пожарной сигнализации в здании котельной ООО «БКФ».

АПС котельной разработана в соответствии с требованиями экологических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации и обеспечивающих безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию комплексной системы при соблюдении предусмотренных рабочими документами мероприятий.

Установлено, что ответственность за организацию эксплуатацию АСПС возложена на руководителей объектов, которые защищены средствами пожарной автоматики.

В процессе детального обследования АСПС представитель органов ГПС проверяет наличие необходимой технической документации на АСПС, анализирует ее состояние, проводит внешний осмотр и контроль за работоспособным состоянием.

В четвёртом разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска на рабочих местах до значимости «Низкий риск».

Внедрение предложенных мероприятий позволит снизить уровень профессионального риска на рабочих местах со среднего до низкого.

В пятом разделе определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду.

Установлено, что примерно только 50% (6 из 13) применяемых сейчас на котельной технологий по снижению антропогенного воздействия предприятия на окружающую среду соответствуют современным НДТ. Следовательно, есть «потенциал» для разработки мероприятий, направленных на уменьшение антропогенной нагрузки на окружающую среду от рассматриваемой котельной.

Определено, что предприятие выбрасывает в атмосферу следующие загрязняющие вещества:

- азота диоксид;
- азота оксид;
- серная кислота;
- углерод; сажа;
- сера диоксид.

В шестом разделе установлено, что интегральный экономический эффект от установки системы пожарной сигнализации за десять лет составит 632319,95 рублей.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Ахтулов А. Л., Любаков А. Е., Ахтулова Л. Н., Иванова Л. А. Особенности построения при автоматизации проектирования систем пожаротушения на распределенных объектах // ОНВ. 2020. №3 (119). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-postroeniya-pri-avtomatizatsii-proektirovaniya-sistem-pozharotusheniya-na-raspredelennyh-obektah> (дата обращения: 09.06.2024).
2. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684> (дата обращения: 17.03.2024).
3. Данилова С. С. Охранно-пожарная сигнализация: монтаж, обслуживание, работа // StudNet. 2021. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ohranno-pozharnaya-signalizatsiya-montazh-obsluzhivanie-rabota> (дата обращения: 09.06.2024).
4. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113658/ (дата обращения: 10.03.2024).
5. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 12.02.2024).
6. Об установлении правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=443384> (дата обращения: 12.02.2024).
7. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ Министерства

Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 16.10.2017 № 444. <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-16102017-n-444/?ysclid=lvdyal5ucsp642567313> (дата обращения: 18.03.2024).

8. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=1d8jp94kat939272210> (дата обращения: 12.02.2024).

9. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 12.02.2024).

10. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 12.02.2024).

11. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377676&ysclid=1dsbgkkxui183890770> (дата обращения: 12.02.2024).

12. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 05.03.2024).

13. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91. URL:

<https://internet-law.ru/gosts/gost/3254/?ysclid=lga9r9fn5z366382597> (дата обращения: 12.02.2024).

14. 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: 10.02.2024).

15. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 17.02.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 17.03.2024).

17. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280?ysclid=l6kc9vem4v317416032> (дата обращения: 18.03.2024).

18. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=444219> (дата обращения: 12.02.2024).

19. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 12.02.2024).

20. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению

техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.