

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 Внедрение современных систем автоматического пожаротушения на  
производственном объекте

Обучающийся

А.М. Щеткин

(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: «Внедрение современных систем автоматического пожаротушения на производственном объекте».

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 на производственном объекте» 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 «Разработка и внедрение систем противопожарной защиты и тушения на производственном объекте» предложены на производственном объекте современные системы обнаружения и автоматического пожаротушения с учетом специфики.

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 54 страницы, 18 таблиц, 3 рисунка и 23 источника.

## Содержание

Введение .....	4
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений .....	8
1 Оперативно-тактическая характеристика объекта защиты .....	9
2 Система и средства противопожарной защиты на производственном объекте.....	13
3 Разработка и внедрение систем противопожарной защиты и тушения на производственном объекте.....	22
4 Охрана труда .....	29
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	34
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	41
Заключение .....	49
Список используемых источников .....	51

## Введение

Промышленность с большими и сложными сооружениями, сосредотачивающими большое количество пожаро- и взрывоопасных материалов, предприятия торговли, учебные, зрелищные и другие здания и сооружения массовым пребыванием людей и становятся все более пожароопасными в связи с использованием новых весьма пожароопасных отделочных материалов, складские помещения больших площадей и большим количеством складываемых пожароопасных грузов, предприятия по транспортировке и переработке нефтепродуктов требуют большого внимания в части пожарной безопасности.

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.

Таким образом, применяя автоматические установки пожаротушения можно значительно снизить вероятность возникновения ЧС, либо же ускорить ее ликвидацию.

Цель исследования – повышение эффективности системы обеспечения пожарной безопасности производственного объекта 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;
- произвести анализ по защищенности объекта существующими мерами защиты АПС и АУПТ;
- рассмотреть современные автоматические системы обнаружения и автоматического пожаротушения с учетом специфики производственного объекта;
- произвести оценку уровней профессионального риска на рабочих местах предприятия;
- определить антропогенную нагрузку предприятия на окружающую среду;
- оформить результаты производственного экологического контроля по предприятию;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## 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» [5].

Опасность – «источник, ситуация или действие, которые потенциально могут нанести вред человеку или привести к ухудшению здоровья или сочетание перечисленного» [18].

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» [21].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [2].

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» [4].

Оценка риска – «обобщенный процесс идентификации оценки и

определения уровня риска» [2].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [24].

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [12].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [12].

Происшествие – «событие, связанное с работой, в результате которого возникает или могла возникнуть травма или ухудшение здоровья (независимо от тяжести), или смерть» [21].

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» [2].

Система обеспечения пожарной безопасности – «совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами» [20].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

АЦ – автомобильная цистерна.

ГДЗС – газодымозащитная служба.

ГИБДД – государственная инспекция безопасности дорожного движения.

КПП – контрольно-пропускной пункт.

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.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЦППС – центральный пункт пожарной связи.

## **1 Оперативно-тактическая характеристика объекта защиты**

Промышленное здание 1 этажное и имеет размер в осях 174×72 м, имеется небольшая 2-х этажная часть размером в осях 12×15 м.

Здание запроектировано сборным. Конструктивная схема состоит из железобетонных колонн, металлических ферм и балок, на которые опирается металлический несущий профилированный лист. В 2-х этажной части здания на сборные железобетонные колонны опираются железобетонные балки, на которые устанавливаются многотустотные панели перекрытия.

Наружные стены запроектированы из металлических стеновых панелей, толщиной 150 мм.

Цоколь из трехслойных железобетонных панелей толщиной 320 мм.

По оси 15 предусмотрен деформационный шов, который устраивается двойными колоннами по этой оси.

Жесткость, устойчивость и геометрическая неизменяемость здания обеспечивается системой металлических связей и кровельного несущего профилированного листа.

Кровельное покрытие – несущий профилированный лист, опирающийся на фермы и балки. Несущий профилированный кровельный настил образует жесткий диск покрытия и работает как ветровые связи в уровне верхнего пояса ферм.

Металлические фермы и балки перекрывают пролёт и непосредственно поддерживают несущий настил кровли. Стропильные фермы – конструкция, загружаемая по всему пролёту. Балка – одноэлементная конструкция, загружаемая по всему пролёту.

Использованы металлические стропильные фермы пролётом 18 м, 24 м и 30 м.

Сборные железобетонные колонны переменного сечения. По «положению в здании колонны подразделяются на крайние и средние. К крайним колоннам с наружной стороны примыкают стеновые ограждения.

Крайние колонны, в свою очередь, подразделяются на основные, воспринимающие нагрузки от стен, кранов и конструкций покрытия, и фахверковые служащие только для крепления стен» [21]. Здание оборудованно кранами, поэтому колонны состоят из двух частей: надкрановой и подкрановой. Надкрановая часть служит для опирания несущей конструкции покрытия. Подкрановая часть воспринимает нагрузку от несущей конструкции покрытия, а также от подкрановых балок, которые опираются на консоли колонн, и передает ее на фундамент.

«Плиты перекрытия – сборные, пустотелые, предварительно напряженные железобетонные высотой 22 см» [22].

Степень огнестойкости плит перекрытия не менее REI 60.

«Наружные стены запроектированы из металлических стеновых сэндвич-панелей, толщиной 150 мм» [22].

Утепление из пенополистирола толщиной 150 мм.

Трехслойные железобетонные панели толщиной 320 мм. Степень огнестойкости панелей не менее R 120/E30.

Световые фонари представляют собой надстройку над проёмами в крыше и опираются на стропильные фермы.

«Узлы сопряжения строительных конструкций предусмотрены с пределом огнестойкости не менее предела огнестойкости конструкций, все внутренние стены и стены лестничных клеток пересекают остекления наружных оконных проемов или примыкают к импостам проемов. Противопожарные перекрытия, а также междуэтажные перекрытия примыкают к наружным стенам, выполненным из негорючих материалов, без зазоров, а также пересекают остекления в наружных стенах» [21].

«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» [21].

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.

Отопление центральное, водяное.

Система вентиляции зданий приточно-вытяжная естественная и с механическим побуждением. Приточные и приточно-вытяжные машины расположены в вентиляционных камерах. Вентиляция выполнена из огнестойких воздуховодов (с применением негорючих материалов) с огнезадерживающими устройствами (клапанами). В лифтовые шахты и в лестничные клетки осуществляется подпор воздуха.

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.

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 сблокирована система оповещения и управления эвакуацией звукового типа, включаемая в работу при срабатывании пожарной сигнализации.

Наличие и характеристика установок пожаротушения представлены в

таблице 1.

Таблица 1 – Наличие и характеристика установок пожаротушения

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
Помещение цеха	«Установка автоматического дренчерного пожаротушения (отключена, неисправна)» [22]	Водомерный узел (насосная)	Включение автоматическое, отключение ручное.
Пожарные краны	WILO-VR-System	Водомерный узел (насосная)	Находится с постоянным рабочим давлением

«СОУЭ в здании – второго типа. Панель управления оповещения установлена в помещении поста охраны на первом этаже. Все помещения производственной части здания защищены дренчерной системой пожаротушения, срабатывающий автоматически при превышении ПДЗ» [21].

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 на производственном объекте

Место возникновения пожара: складское помещение.

Размеры в плане: 9×9 м.

Линейная скорость распространения горения 1,0 м/мин.

Интенсивность подачи огнетушащего вещества  $I_{тр} = 0,06$  л/сек\*м<sup>2</sup>.

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 (1).

$$T_{св. гор} = T_{обн} + T_{сб} + T_{след} + T_{б.р.} \quad (1)$$

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» [5].

$T_{след}$  определяется по формуле (2):

$$T_{след} = \frac{V_{сл} \cdot 60}{L}, \quad (2)$$

где  $L$  – «расстояние от пожарной части до объекта, на котором

произошел пожар (1,3 км);

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

$T_{б.р.}$  – время, затрачиваемое на проведения развертывания прибывшего подразделения» [5], установка пожарной автоцистерны на пожарный гидрант и подача ствола на тушение пожара (для расчетов принимается 6 минут)

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

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

Определяем радиус пожара ( $R_{п.}$ ) по формуле (3).

$$R_{п.} = 5 V_{л} + V_{л} \cdot (T_{св. гор} - 10), \quad (3)$$

где  $R_{п.}$  – радиус пожара;

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

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

Определяем площадь пожара ( $S_{п.}$ ) по формуле (4).

Так как за время свободного развития пожар распространяется по  $R_{п.} = 9$  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 ( $180^\circ$ ).

Следовательно,

$$S_{п.} = a \cdot b + 0,5 \cdot \pi \cdot R^2, \quad (4)$$

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

Определяем площадь тушения пожара ( $S_T$ ) по формуле (5):

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

$$S_T = S_{\Pi} = 73,6 \text{ м}^2 \quad (5)$$

Определяем требуемый расход воды на тушение ( $Q_{\text{тр}}$ ) по формуле (6):

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

Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара ( $N_{\text{ств}}$ ) по формуле 7.

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.

$$N_{\text{ств Т}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{q_{\text{ств}}} \quad (7)$$

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

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 (8):

$$Q_{\text{защ тр.}} = S_{\text{защ}} \cdot I_{\text{тр.защ}}, \quad (8)$$

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.

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

Определим общий требуемый расход воды на тушение и защиту ( $Q_{\text{тр}}$ ) по формуле (9):

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{туш.тр}} + Q_{\text{защ.тр.}} \quad (9)$$

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

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

Определяем фактический расход воды на тушение и защиту ( $Q_{\phi}$ ):

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

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.

Для целей пожаротушения возможно использование пожарных гидрантов, находящихся по адресу улица Анны Щетининой, 11 (5-10-0, на газоне) на расстоянии 10 метров, улица Анны Щетининой, 9 (2-13-0, на дороге между 3 и 4 подъездом) на расстоянии 120 метров и улица Анны Щетининой, 9 (0-12-6, на дороге за домом) на расстоянии 120 метров, которые установлены на кольцевой водопроводной сети диаметром 200 мм.

«Водоотдача водопроводной сети диаметром трубы 200 мм.  $Q_{\text{вод}}$  при напоре 40 м составляет 130 л/с» [5].

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

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.

$$N_{л/с} = 4 \cdot N_{Т. ГДЗС} + 4 \cdot N_{З ГДЗС} + 4 \cdot N_{спас ГДЗС} + 3 \cdot N_{резерв ГДЗС} + N_{пб} + N_{разв.}$$

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

Определяем требуемое количество пожарных подразделений:

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

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» [5] (таблица 2).

Таблица 2 – Тушение пожара

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q <sub>тр.</sub> л/с	Введено приборов на тушение и защиту				Q <sub>ф.</sub> л/с	Рекомендации РТП
			КУРС	ИТС-	ПЛС	ГПС		
Ч+14	В результате короткого замыкания электропроводки и произошёл пожар. На пожар прибыли подразделение в составе 3-х отделений на АЦ-40, отделения на АЛ и АБГ-3. S <sub>пожара</sub> = 64 м <sup>2</sup> S <sub>тушения</sub> = 64 м <sup>2</sup>	5,5	3				8	«РТП 1: начальник караула при подъезде к месту вызова передаёт информацию на ЦППС по внешним признакам, подтверждает ранг пожара № 2, вызывает» [5] к месту пожара скорую помощь, организует взаимодействие с администрацией объекта, выясняет количество детей, находящихся в здании и уже эвакуированных, организует отключение электроэнергии.

Продолжение таблицы 2

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q <sub>тр.</sub> л/с	Введено приборов на тушение и защиту				Q <sub>ф.</sub> л/с	Рекомендации РТП
			КУРС-8	ИТС-70-	ПЛС	ГПС СВП		
Ч+14	S <sub>пожара</sub> = 64 м <sup>2</sup> S <sub>тушения</sub> = 64 м <sup>2</sup>	5,5	3				8	<p>РТП отдаёт распоряжение:</p> <p>1-е отделение – АЦ-40 установить на фасаде у входа, обесточить здание, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ, подать ствол КУРС-8 с установленным расходом воды 4 л/с на тушение пожара через вход №4.</p> <p>2-е отделение – АЦ-40 установить на водоисточник, проложить магистральную линию до здания, «подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ, подать ствол КУРС-8 с установленным расходом воды 2 л/с на тушение пожара через вход» [5].</p> <p>3-е отделение – АЦ-40 «установить в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ, подать ствол КУРС-8 с установленным расходом воды 2 л/с на защиту помещений, поиск и спасение людей» [5].</p> <p>АЛ установить с северной стороны.</p>
Ч+18	Продолжается пожар в помещении цеха. На пожар прибывает караул в составе отделения на АЦ-40 и АЛ. S <sub>пожара</sub> = 64 м <sup>2</sup> S <sub>тушения</sub> = 64 м <sup>2</sup>	5,5	3				8	<p>РТП-1 отдаёт распоряжение:</p> <p>Отделение – АЦ-40 установить в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ поиск и спасение людей.</p>

Продолжение таблицы 2

Время от начала развития пожара	Возможная обстановка на пожаре	Q <sub>тр.</sub> л/с	Введено приборов на тушение и защиту				Q <sub>ф.</sub> л/с	Рекомендации РТП
			КУРС-8	ИТС-70-	ПЛС	ГПС СВП		
Ч+19	Продолжается пожар. Прибывает караул в составе отделения на АЦ 40. $S_{\text{пожара}} = 64 \text{ м}^2$ $S_{\text{тушения}} = 64 \text{ м}^2$	5,5	3				8	«РТП-1 отдаёт распоряжение: Отделение – АЦ-40 установить в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ поиск и спасение людей» [5].
Ч+21	Продолжается пожар в. Прибывает караул в составе отделения на АЦ 40. $S_{\text{пожара}} = 64 \text{ м}^2$ $S_{\text{тушения}} = 64 \text{ м}^2$	5,5	3				8	«РТП-1 отдаёт распоряжение: Отделение – АЦ-40 установить в резерв, подготовить звено ГДЗС, выставить ПБ поиск и спасение людей» [5].
Ч+23	Продолжается пожар. Прибывает караул в составе отделения на АЛ. $S_{\text{пожара}} = 64 \text{ м}^2$ $S_{\text{тушения}} = 64 \text{ м}^2$	5,5	3				8	«РТП 2 подтверждает ранг пожара № 2, уточнить информацию» [5] 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. $S_{\text{пожара}} = 64 \text{ м}^2$ $S_{\text{тушения}} = 64 \text{ м}^2$	5,5	3				8	РТП-2 отдаёт распоряжение: АЦ в резерв. сформировать резервное звено ГДЗС.
Ч+40	Локализация пожара. Прибывает отделение на АЦ 70. $S_{\text{пожара}} = 64 \text{ м}^2$ $S_{\text{тушения}} = 64 \text{ м}^2$	5,5	3				8	РТП-2 отдаёт распоряжение: АЦ установить в резерв. сформировать резервное звено ГДЗС. Пожар локализован.

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	Ответственная служба	Привлекаемые должностные лица различных служб
Оказание первой помощи пострадавшим	Скорая медицинская помощь	Главный врач скорой медицинской скорости Тел. 27-73-08
Перекрытие участка дороги для обеспечения беспрепятственного передвижения специальной техники	ГИБДД	Оперативный дежурный ГИБДД города Тел. 27-28-85
Организация оцепления места пожара	Полиция	Оперативный дежурный РОВД Тел. 27-93-60, Тел. 27-10-43
Обесточивание здания	Электросеть	Дежурный электросетей города Тел. 46-27-73
Поднятие давления в водопроводных сетях	Горводоканал	Дежурный горводоканала

Вывод по разделу.

В разделе выполнен анализ возможного алгоритма тушения пожара на объекте.

Определено, что 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. 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.

### **3 Разработка и внедрение систем противопожарной защиты и тушения на производственном объекте**

С целью внедрения современных систем автоматического пожаротушения на производственном объекте рассмотрим автоматизированные осциллирующие системы пожаротушения и пожарные роботы.

Здания, сооружения и строения должны быть оснащены автоматическими установками пожаротушения в случаях, когда ликвидация пожара первичными средствами пожаротушения невозможна, а также в случаях, когда обслуживающий персонал находится в защищаемых зданиях, сооружениях и строениях не круглосуточно.

Автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать достижение одной или нескольких из следующих целей:

- ликвидация пожара в помещении (здании) до возникновения критических значений опасных факторов пожара;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до наступления пределов огнестойкости строительных конструкций;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до причинения максимально допустимого ущерба защищаемому имуществу;
- ликвидация пожара в помещении (здании) до наступления опасности разрушения технологических установок.

Система пожаротушения с дистанционно управляемыми мониторами представляет собой наиболее эффективный инновационный инструмент, предоставляемый в настоящее время технологиями пожаротушения для тушения туннельных пожаров, для полностью автоматического или полуавтоматического тушения пожара или для удаленного управления из пульта подачи огнетушащих веществ.

Система основана на проверенной технологии пожаротушения с дистанционным управлением пенными и водяными мониторами, которая

используется во всем мире и ценится для противопожарной защиты на предприятиях с повышенной опасностью.

Мониторы сочетают в себе огнетушащую силу струи воды (пены) с максимальной надежностью в эксплуатации.

Управляемые мониторы системы автоматического пожаротушения представлена на рисунке 1.

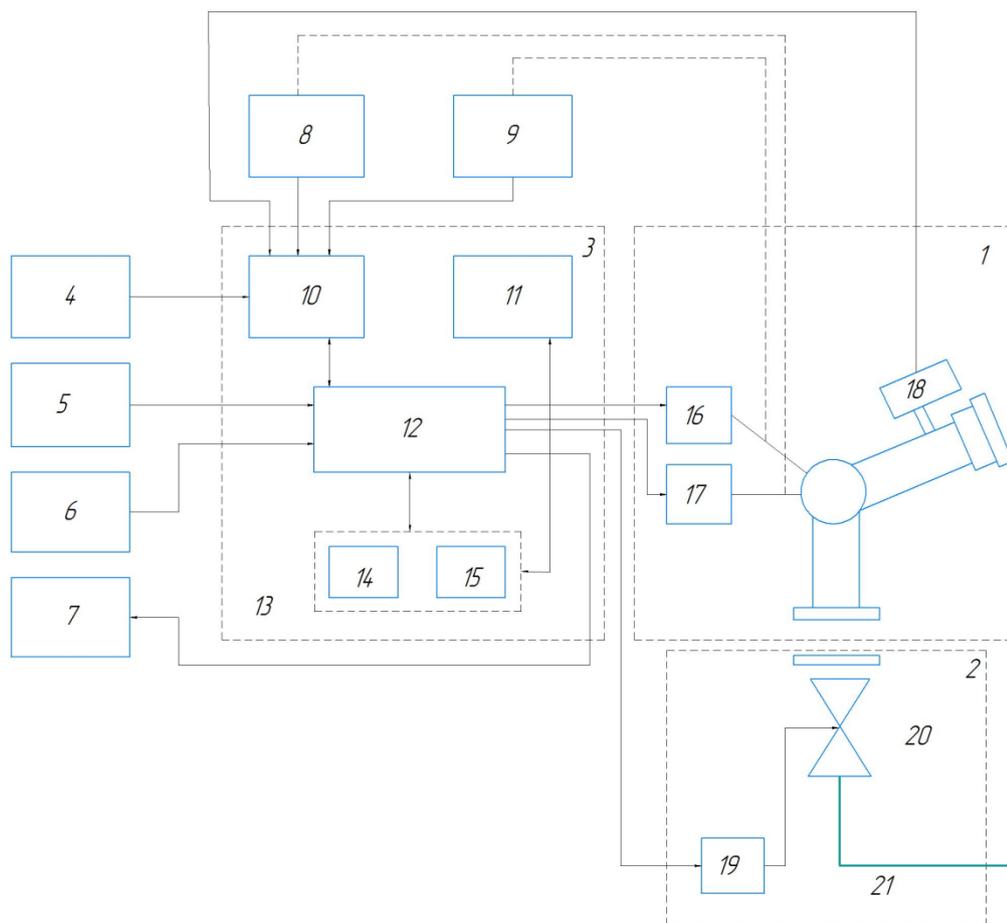


Рисунок 1 – Управляемые мониторы системы автоматического пожаротушения

Мониторы имеют электрическое дистанционное управление высотой подъема и поворотом, регулировкой сопла от полной струи до распылённой струи, открытием и закрытием встроенного дроссельного клапана. Команды передаются на каждый монитор независимо и выборочно с помощью уникальной последовательной шины по специальному огнестойкому кабелю, обеспечивающему также подачу питания на устройства.

Каждый монитор может быть оснащена 2IP/телевизионными камерами для наблюдения в видимом и инфракрасном свете, направленными в обоих направлениях, детекторами горючих и токсичных газов для мониторинга опасных концентраций дыма и газов.

Принципиальная схема системы пожаротушения с дистанционно управляемыми мониторами представлена на рисунке 2.



1 – «Лафетный ствол; 2 - Подача огнетушащей среды; 3 - Блок управления работой; 4- Датчик обнаружения пламени; 5 - Средства установки режимов; 6 – Ручной задатчик перемещения; 7 - Индикатор готовности; 8 - Датчик координат; 9 - Датчик координат; 10 - Канал элемента сравнения; 11 - Блок определения амплитуды; 12 - Программный блок; 13 - Программный блок; 14 - ОЗУ; 15 - ПЗУ; 16 - Электродвигатель; 17 - Электродвигатель; 18 - Датчик пламени; 19 - Блок управления запорным устройством; 20 - Запорный узел; 21 - Пожарная магистраль» [22]

Рисунок 2 – Принципиальная схема системы пожаротушения с дистанционно управляемыми мониторами

Помимо надежной работы, мониторы Stream Master отличаются прочностью и рассчитаны на длительный срок службы в любых условиях окружающей среды.

Электрическая система управления удобна в эксплуатации и способствует легкой интеграции в существующие системы управления.

Мониторы Stream Master имеют широкий диапазон поворота, а расход огнетушащего вещества можно регулировать во время работы.

В зависимости от версии оборудования доступны следующие максимальные диапазоны поворота:

- по горизонтали (влево/вправо):  $360^{\circ}$  ( $350^{\circ}$  для приводов постоянного тока);
- по вертикали (вверх/вниз):  $\pm 90^{\circ}$ , в зависимости от выбранной версии.

Обе оси поворота (горизонтальная и вертикальная) имеют самоблокирующиеся механизмы.

Сопло монитора имеет особое значение при использовании мониторов для пожаротушения, поскольку именно сопло формирует струю.

Универсальные многоцелевые форсунки позволяют выпускать воду или пенообразователь низкой кратности. Помимо стандартной струи распыления в форме круга, доступна конструкция сопла для формирования плоской и широкой струи распыления.

Для некоторых сценариев пожара требуется регулируемый расход огнетушащего вещества. Универсальная форсунка AMPN позволяет изменять расход в процессе эксплуатации.

Компоненты, подверженные воздействию среды, рассчитаны на рабочее давление до  $160 \text{ кгс/см}^2$ . Уплотнения с пониженным сопротивлением трению гарантируют легкость перемещения даже после длительных простоев. Отливки из алюминиевого сплава изготавливаются из водостойкого алюминиевого сплава с особо твердым покрытием. Доступны версии АТЕХ для использования во взрывоопасных зонах.

В качестве альтернативы существует версия системы с мобильными мониторами и дистанционным управлением на подвесном прицепе. Эта версия состоит из неподвижной конструкции (подвесной балки), установленной на потолке.

Для автоматического включения системы пожаротушения требуется надежное обнаружение. Во многих областях использование инфракрасного обнаружения выгодно, поскольку пожары можно обнаружить и потушить на ранней стадии.

Инфракрасный детектор PYROsmart® (рисунок 3) может обнаруживать и локализовывать очаги возгорания на ранней стадии и непосредственно управлять целенаправленными действиями автоматического пожаротушения. Камера регулярно сканирует поверхность и обнаруживает опасно горячие поверхности. Эта информация передается системе пожаротушения с точными координатами. Система способна самостоятельно решать, является ли источником проблемы неминуемый пожар или другой источник тепла (например другие источники тепла, выделяющиеся при повседневной эксплуатации оборудования).



Рисунок 3 – Инфракрасный детектор PYROsmart®

Инфракрасные системы постоянно сканируют поверхность производственного помещения и регистрируют температуру поверхности. При обнаружении повышения температуры в одной из определенных зон

мониторинга система срабатывает.

Пожарная сигнализация поступает на пульт управления пожаротушением, который запускает звуковую и визуальную сигнализацию и отправляет ее на панель пожарной сигнализации. В то же время система раннего обнаружения пожара запускает цикл тушения, при этом монитор пожаротушения находится ближе всего к источнику возгорания. Огнетушащее средство направляется точно к источнику возгорания.

Во время цикла тушения инфракрасная система продолжает сканировать заданную зону наблюдения и снова анализирует панорамное тепловизионное изображение. Если критерии для пожарной сигнализации по-прежнему задаются в следующем цикле мониторинга, цикл тушения начинается снова. Это продолжается до тех пор, пока очаг возгорания не будет успешно потушен.

В зависимости от расстояния от источника возгорания до монитора пожаротушения и, тип распыления и диапазон поворота вокруг источника возгорания регулируются для достижения наилучшего возможного результата.

Если горячая точка обнаружена в другом месте в зоне мониторинга, инфракрасная система исследует, какая из горячих точек самая большая и опасная. Эта точка будет рассмотрена в первую очередь.

В зависимости от конструкции системы, он может обеспечивать полную тепловизионную визуализацию или отображать важные данные на информационной панели.

Панель управления пожаротушением используется для мониторинга и управления системой пожаротушения. Он имеет модульную структуру и оснащен светодиодной панелью с ключевым переключателем, интерактивной графической панелью и соответствующими сетевыми платами ввода и вывода для мониторинга всех сигналов системы обнаружения пожара и пожаротушения и управления последней.

Выводы по разделу.

Старые методы пожаротушения являются рискованными в применении и отнимают много времени, поскольку о начале загорания необходимо было сообщить в службу пожаротушения и ждать прибытия пожарных отделений для начала тушения. С целью внедрения современных систем автоматического пожаротушения на производственном объекте рассмотрены современные автоматизированные осциллирующие системы пожаротушения.

В разделе установлено, что потребность в быстром обнаружении и тушении пожара приобрела первостепенное значение и подтолкнула пожарную промышленность к разработке систем пожаротушения, которые будут принимать меры при возникновении пожара на ранней стадии его развития.

Предлагаемая автоматизированная система пожаротушения при помощи осциллирующих мониторов будет реализована для автоматического мониторинга загораний с указанием его местоположения, передаваемого на систему подачи огнетушащих средств в очаг пожара. Предлагаемая система поможет избежать и свести к минимуму ущерб и гибель людей.

Автоматическая система пожаротушения это решение, позволяющее справиться со вспышкой пожара на начальной стадии и с помощью сигналов инфракрасных приборов активировать осциллирующие противопожарные мониторы.

Каждый монитор может быть оснащена 2IP/телевизионными камерами для наблюдения в видимом и инфракрасном свете, направленными в обоих направлениях, детекторами горючих и токсичных газов для мониторинга опасных концентраций дыма и газов. Инфракрасный детектор PYROsmart® может обнаруживать и локализовывать очаги возгорания на ранней стадии и непосредственно управлять целенаправленными действиями автоматического пожаротушения. Камера регулярно сканирует поверхность и обнаруживает опасно горячие поверхности. Эта информация передается системе пожаротушения с точными координатами.

## 4 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [4] произведём оценку профессиональных рисков [11] для:

- электромонтёра;
- монтажника;
- водителя.

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

Реестр рисков на рабочих местах электромонтёра, монтажника и водителя представлен в таблице 4.

Таблица 4 – 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
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
	Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.9	Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру

Продолжение таблицы 4

№	Опасность	ID	Опасное событие
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
	Шаговое напряжение	27.5	Поражение электрическим током
Наведенное напряжение в отключенной электрической цепи (электромагнитное воздействие параллельной воздушной электрической линии или электричества, циркулирующего в контактной сети)	27.7	Поражение электрическим током	

Анализ причин, приводящих к опасной ситуации, включающий установление цепи событий, приводящих к опасной ситуации, учитывается при разработке мероприятий по предотвращению рисков.

При идентификации опасностей выявляются работники, которые могут быть по разным причинам наиболее подвержены опасностям. К ним относят молодых сотрудников, беременных женщин, инвалидов, пожилых людей.

В соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 [12] заполним анкеты уровня профессиональных рисков. Анкета уровня

профессиональных рисков на рабочем месте электромонтёра, монтажника сценических конструкций и водителя представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Анкета на рабочем месте электромонтёра, монтажника и водителя

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Электромонтёр	3	3.1	4	4	4	4	16	Средний
		3.2	4	4	4	4	16	Средний
		3.3	4	4	5	5	20	Высокий
	13	13.1	3	3	3	3	9	Средний
		13.9	3	3	3	3	9	Средний
	27	27.1	4	4	5	5	20	Высокий
		27.2	4	4	5	5	20	Высокий
		27.3	4	4	5	5	20	Высокий
		27.4	4	4	5	5	20	Высокий
		27.5	4	4	5	5	20	Высокий
		27.7	4	4	5	5	20	Высокий
Монтажник	3	3.1	4	4	3	3	12	Средний
		3.4	4	4	2	2	8	Низкий
	22	22.1	3	3	4	4	12	Средний
	23	23.1	4	4	3	3	12	Средний
Водитель	3	3.1	3	3	3	3	9	Средний
		3.5	4	4	3	3	12	Средний
	7	7.2	4	4	4	4	16	Средний

Оценка вероятности представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	Практически исключено. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	1
2	Маловероятно	Сложно представить, однако может произойти. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	2

Продолжение таблицы 6

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
3	Возможно	Иногда может произойти. Зависит от обучения (квалификации). Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастливого 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 7.

Таблица 7 – 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 10.

$$R=A \cdot U, \quad (10)$$

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [11].

Меры управления рисками представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Меры управления рисками

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
«Падение из-за отсутствия ограждения» [4]	«Высота рабочего места с отсутствующим ограждением» [4]	«Выполнить ограждения рабочих мест (площадок)» [4]
«Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования» [4]	«Электрооборудование без заземления и молниезащиты» [4]	«Выполнения заземление и молниезащиту электрооборудования» [4]
«Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ» [4]	«Отсутствие СИЗ при ремонте электрооборудования» [4]	«Контролировать на месте работы применение СИЗ работниками» [4]
«Воздействие электрической дуги» [4]	«Электрооборудование, находящееся под напряжением» [4]	«Контролировать отключение электрооборудования перед началом работы» [4]
«Поражение электрическим током» [4]		

Вывод по разделу.

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

## 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	Цех	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 технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Цех	Очистка сточных вод	Не соответствует

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Номер ЗВ	Наименование загрязняющего вещества
1	Уайт-спирит
2	Фториды газообразные
3	Этенилбензол (Винилбензол, Стирол)

Результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды представлены в таблицах 12-14.

Таблица 12 – 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	Цех		Вентиляционная труба	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м- и-)	0,000149	0,000149	–	25.04.2023	–	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Метилбензол (Толуол)	0,000149	0,000149	–	25.04.2023	–	
				Бутилацетат	0,000149	0,000119	–	25.04.2023	–	
				Пропан-2-он (Ацетон)	0,000149	0,000149	–	25.04.2023	–	
				Уайт-спирит	0,148649	0,148649	–	25.04.2023	–	
Итого	–	–	–	–	0,224221	0,224221	–	–	–	

Таблица 13 – 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 <sup>3</sup> /сут.; тыс. м <sup>3</sup> /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>			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
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17
Очистная система	2009	Резервуар очистки канализационных вод объемом 50 м <sup>3</sup>	10000	6000	2500	Нефтепродукты (нефть)	25.04.2023	0,5	0,25	0.02	–	95

Таблица 14 – 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 и 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») [9]	4 71 101 01 52 1	1	0	0	0,02	0	0	0,02
2	«Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [9]	7 33 100 01 72 4	4	0	0	0,4	0	0,4	0
3	«Масло моторное отработанное» [9]	4 06 110 01 31 3	3	0	0	1,5	0	1,5	0
4	«Масло трансмиссионное отработанное» [9]	4 06 150 01 31 3	3	0	0	1,5	0	1,5	0
5	«Обтирочный материал, загрязненный маслами с содержанием масел менее 15%» [9]	9 19 204 02 60 4	4	0	0	0,15	0	0,15	0

Продолжение таблицы 14

№ строки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности и 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				
6	«Песок, загрязненный маслами с содержанием масел менее 15%» [9]	9 19 201 02 39 4	4	0	0	0,3	0	0,3	0
7	«Сальниковая набивка асбестографитовая, промасленная (содержание масла менее 15%)» [9]	9 19 202 02 60 4	4	0	0	0,4	0	0,4	0
8	«Резиновые изделия незагрязненные, потерявшие потребительские свойства» [9]	4 31 193 11 51 4	4	0	0	0,1	0	0,1	0
9	«Отходы спецодежды и спецобуви» [9]	4 33 202 03 52 4	4	0	0	0,2	0	0,2	0
10	«Смет с территории» [9]	7 33 390 01 71 4	4	0	0	0,7	0	0,7	0
11	«Бытовые отходы (исключая крупногабаритный)» [9]	7 33 100 01 72 4	4	0	0	0,25	0	0,25	0

Продолжение таблицы 14

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

Вывод по разделу.

В разделе определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду.

В разделе определено, что неправильная утилизация ТКО и обращение с ними на исследуемом предприятии приводят ко всем видам загрязнения: воздуха, почвы и воды. Беспорядочный сброс отходов приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод.

Установлено, что предприятие выбрасывает в атмосферу следующие загрязняющие вещества:

- диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м- и-);
- метилбензол (Толуол);
- бутилацетат;
- пропан-2-он (Ацетон);
- уайт-спирит.

## **6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности**

В работе предложена автоматизированная система пожаротушения при помощи осциллирующих мониторов будет реализована для автоматического мониторинга загораний с указанием его местоположения, передаваемого на систему подачи огнетушащих средств в очаг пожара. Предлагаемая система поможет избежать и свести к минимуму ущерб и гибель людей.

Автоматическая система пожаротушения это решение, позволяющее справиться со вспышкой пожара на начальной стадии и с помощью сигналов инфракрасных приборов активировать осциллирующие противопожарные мониторы.

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 15.

Таблица 15 – План реализации мероприятий

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы пожаротушения при помощи осциллирующих противопожарных мониторов	Январь 2025 года
Проектирование системы пожарообнаружения с использованием инфракрасных детекторов PYROsmart®	Январь 2025 года
Монтаж системы пожаротушения при помощи осциллирующих противопожарных мониторов	Март 2025 года
Монтаж системы пожарообнаружения с использованием инфракрасных детекторов PYROsmart®	Апрель 2025 года
Пуско-наладочные работы	Апрель 2025 года

Каждый монитор может быть оснащена 2IP/телевизионными камерами для наблюдения в видимом и инфракрасном свете, направленными в обоих направлениях, детекторами горючих и токсичных газов для мониторинга опасных концентраций дыма и газов.

Инфракрасный детектор PYROsmart® может обнаруживать и локализовывать очаги возгорания на ранней стадии и непосредственно

управлять целенаправленными действиями автоматического пожаротушения. Камера регулярно сканирует поверхность и обнаруживает опасно горячие поверхности. Эта информация передается системе пожаротушения с точными координатами.

Варианты расчёта ожидаемых потерь производственного здания от пожаров в его помещениях:

- 1 вариант – в производственных помещениях отсутствуют системы пожаротушения;
- 2 вариант – в производственных помещениях смонтированы системы автоматического пожаротушения.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Единицы измерения	Обозначение	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [20]	м <sup>2</sup>	F	18240	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [20]	руб./м <sup>2</sup>	Ст	60000	60000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м <sup>2</sup>	Ск	30000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [20]	м <sup>2</sup>	F'' пожар	18240	
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [20]	м <sup>2</sup>	F*пож	-	2
«Вероятность возникновения пожара» [20]	1/м <sup>2</sup> в год	J	9·10 <sup>-5</sup>	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [20]	м <sup>2</sup>	Fпож	4	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [20]	-	p1	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [20]	-	p2	0,95	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [20]	-	p3	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [20]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [20]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [20]	м/мин	vl	1,5	

Продолжение таблицы 16

Показатель	Единицы измерения	Обозначение	1 вариант	2 вариант
«Время свободного горения» [20]	мин	Всвг	10	
«Норма текущего ремонта» [20]	%	Нт.р.	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [20]	%	На	-	10
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	36000
«Период реализации мероприятия» [20]	лет	Т	10	

Стоимость реализации предложенного плана по защите производственных помещений представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Стоимость реализации предложенного плана по защите производственных помещений

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы пожаротушения при помощи осциллирующих противопожарных мониторов	100000
Проектирование системы пожарообнаружения с использованием инфракрасных детекторов PYROsmart®	50000
Монтаж системы пожаротушения при помощи осциллирующих противопожарных мониторов	1000000
Монтаж системы пожарообнаружения с использованием инфракрасных детекторов PYROsmart®	200000
Стоимость оборудования	5000000
Пуско-наладочные работы	150000
Итого:	6500000

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 11:

$$F'_{пож} = \pi \times (v_{л} \cdot B_{свг})^2, \text{ м}^2, \quad (11)$$

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

$B_{свг}$  – время свободного горения, мин.» [20].

$$F'_{пож} = 3,14 \cdot (1,5 \cdot 10)^2 = 706,5 \text{ м}^2$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формулам 12-16.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (12)$$

где  $M(\Pi_1)$  – «математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;  
 $M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;  
 $M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [20]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1+k) \cdot p_1; \quad (13)$$

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

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

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

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

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

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

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_{\kappa}) \cdot 0.52 \cdot (1+k) \times \\ \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (14)$$

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

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

$F'_{\text{пож}}$  – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [20].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_{\kappa}) \cdot (1+k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (15)$$

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

$\text{м}^2$ .

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{нож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot \{1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (16)$$

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 9 \times 10^{-5} \times 18240 \times 60000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 818580 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9 \times 10^{-5} \times 18240 \times (60000 \times 706,5 + 30000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times \\ \times (1-0,79) \times 0,95 = 4915121,9 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_3) = 9 \times 10^{-5} \times 18240 \times (60000 \times 18240 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = 1421377,1 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 9 \times 10^{-5} \times 18240 \times 60000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 818580 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 9 \times 10^{-5} \times 18240 \times 60000 \times 2 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 93566,9 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 9 \times 10^{-5} \times 18240 \times (60000 \times 706,5 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95 = 1350308,2 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_4) = 9 \times 10^{-5} \times 18240 \times (60000 \times 18240 + 30000) \times (1+1,63) \times \\ \times \{1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 80544,7 \text{ руб./год}.$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

- если в производственных помещениях отсутствуют системы пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 818580 + 4915121,9 + 1421377,1 = 71550790 \text{ руб./год};$$

- если в производственных помещениях смонтированы системы автоматического пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 818580 + 93566,9 + 1350308,2 + 80544,7 = 2342999,8 \text{ руб./год}.$$

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы пожаротушения по формуле 17:

$$P=A+C \quad (17)$$

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

$C$  – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт), руб./год» [20].

$$P=60000+54000=114000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 18:

$$C_2=C_{m.p.}+C_{c.o.n.} \quad (18)$$

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

$C_{с.о.п.}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [20].

$$C_2=25000+29000=54000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 19:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (19)$$

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

$H_{т.р.}$  – норма текущего ремонта, %» [20].

$$C_{m.p.} = \frac{500000 \cdot 5}{100\%} = 25000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала производится не будет, так как обслуживание средств пожаротушения будет осуществлять организация, имеющая соответствующую лицензию на право обслуживать данные средства.

$$C_{c.o.n.} = 29000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 20:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (20)$$

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

$H_a$  – норма амортизации, %» [20].

$$A = \frac{600000 \cdot 10}{100\%} = 60000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от установки системы пожаротушения при помощи осцилирующих противопожарных мониторов совместно с инфракрасными детекторами PYROsmart® рассчитаем по формуле 21:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1)] \quad (21)$$

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

$t$  – год осуществления затрат;

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

$M(\Pi_1)$ ,  $M(\Pi_2)$  – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

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

$P_1, P_2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом  
 вариантах в  $t$ -м году, руб./год» [20].

Расчёт денежных потоков от установки системы пожаротушения при помощи осцилирующих противопожарных мониторов совместно с инфракрасными детекторами PYROsmart® представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	$M(\Pi1)-M(\Pi2)$	$P_2-P_1$	$1/(1+НД)^t$	$[M(\Pi1)-M(\Pi2)-(C_2-C_1)]^*1/(1+НД)^t$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
1	4812079,2	114000	0,91	3341592,1	6500000	-3158407,9
2	4812079,2	114000	0,83	3047825,7	-	3047825,7
3	4812079,2	114000	0,75	2754059,4	-	2754059,4
4	4812079,2	114000	0,68	2497013,9	-	2497013,9
5	4812079,2	114000	0,62	2276689,1	-	2276689,1
6	4812079,2	114000	0,56	2056364,4	-	2056364,4
7	4812079,2	114000	0,51	1872760,4	-	1872760,4
8	4812079,2	114000	0,47	1725877,2	-	1725877,2
9	4812079,2	114000	0,42	1542273,3	-	1542273,3
10	4812079,2	114000	0,39	1432110,9	-	1432110,9

Вывод по разделу 6.

Интегральный экономический эффект от установки системы пожаротушения при помощи осцилирующих противопожарных мониторов совместно с инфракрасными детекторами PYROsmart® за десять лет составит 16046565,5 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 системы пожаротушения отсутствуют.

Во втором разделе выполнен анализ возможного алгоритма тушения пожара на объекте.

Определено, что 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.

Старые методы пожаротушения являются рискованными в применении и отнимают много времени, поскольку о начале загорания необходимо было сообщить в службу пожаротушения и ждать прибытия пожарных отделений для начала тушения. С целью внедрения современных систем автоматического пожаротушения на производственном объекте рассмотрены современные автоматизированные осциллирующие системы пожаротушения.

В разделе установлено, что потребность в быстром обнаружении и тушении пожара приобрела первостепенное значение и подтолкнула пожарную промышленность к разработке систем пожаротушения, которые будут принимать меры при возникновении пожара на ранней стадии его развития.

Предлагаемая автоматизированная система пожаротушения при помощи осциллирующих мониторов будет реализована для автоматического

мониторинга загораний с указанием его местоположения, передаваемого на систему подачи огнетушащих средств в очаг пожара. Предлагаемая система поможет избежать и свести к минимуму ущерб и гибель людей.

Автоматическая система пожаротушения это решение, позволяющее справиться со вспышкой пожара на начальной стадии и с помощью сигналов инфракрасных приборов активировать осцилирующие противопожарные мониторы.

Каждый монитор может быть оснащена 2IP/телевизионными камерами для наблюдения в видимом и инфракрасном свете, направленными в обоих направлениях, детекторами горючих и токсичных газов для мониторинга опасных концентраций дыма и газов. Инфракрасный детектор PYROsmart® может обнаруживать и локализовывать очаги возгорания на ранней стадии и непосредственно управлять целенаправленными действиями автоматического пожаротушения. Камера регулярно сканирует поверхность и обнаруживает опасно горячие поверхности. Эта информация передается системе пожаротушения с точными координатами.

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

В пятом разделе определено, что неправильная утилизация ТКО и обращение с ними на исследуемом предприятии приводят ко всем видам загрязнения: воздуха, почвы и воды. Беспорядочный сброс отходов приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод.

Установлено, что предприятие выбрасывает в атмосферу загрязняющие вещества.

В шестом разделе определено, что интегральный экономический эффект от установки системы пожаротушения при помощи осцилирующих противопожарных мониторов совместно с инфракрасными детекторами PYROsmart® за десять лет составит 16046565,5 рублей.

## Список используемых источников

1. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684> (дата обращения: 17.03.2024).
2. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_113658/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113658/) (дата обращения: 10.03.2024).
3. 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).
4. 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).
5. 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=lvdyal5usr642567313> (дата обращения: 18.03.2024).
6. 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).
7. 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=1d8jqdwc8100411018> (дата обращения: 12.02.2024).

8. 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).

9. 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).

10. 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).

11. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 10.03.2024).

12. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Электронный ресурс] : СП 2.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963?ysclid=17hqwyvw68251196235> (дата обращения: 18.02.2024).

13. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 02.02.2024).

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=16kc9vem4v317416032> (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.

21. Liu, J.; Sun, Y.; Gan, W.; Xu, X.; Wohlberg, B.; Kamilov, U.S. Sgd-net: Efficient model-based deep learning with theoretical guarantees. *IEEE Trans. Comput. Imaging* 2021, 7, 598-610.

22. Rijk van den Dikkenberg and Karin Groenewegen, "Techniques for the offensive exterior attack in fighting ventilation controlled structure fires," in *Fourteenth International Interflam Conference*, London, UK, 2016, vol. 1, pp. 329-340.

23. Shu, W.; Cai, K.; Xiong, N.N. A short-term traffic flow prediction model based on an improved gate recurrent unit neural network. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2022, 23, 16654-16665.