

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 «Интеллектуальные системы обеспечения пожарной безопасности на химически опасном объекте»

Обучающийся

М.В. Захаров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.В. Краснов

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

Консультанты

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2023

Аннотация

Выпускная квалификационная работа выполнена на базе ООО «Защита». Тема бакалаврской работы «Интеллектуальные системы обеспечения пожарной безопасности на химически опасном объекте».

В первом разделе, проанализирована эффективность обеспечения пожарной безопасности в организации. Тема работы связана с химически опасными объектами, в работе рассмотрены объекты, для которых, согласно договору, ООО «Защита», оказывает услуги в области обеспечения ПБ. К ним относятся: ООО «БЕТАХИМ», ООО КЧЗ «Агрохимикат», Филиал «КЧХК» АО «ОХК «УРАЛХИМ». В разделе представлен анализ пожарной безопасности на примере ООО КЧЗ «Агрохимикат», которое относится к 3 классу опасности (ОПО средней опасности).

Во втором разделе проведено исследование и анализ современных систем обеспечения пожарной безопасности промышленных предприятий.

В третьем разделе разработаны предложения по эффективному использованию систем обеспечения пожарной безопасности на объекте ООО КЧЗ «Агрохимикат».

В четвертом разделе составлен реестр профессиональных рисков работников опасного объекта и определены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска;

В пятом разделе определена антропогенная нагрузка на окружающую среду, предоставлены результаты ПЭЖ;

В шестом разделе произведены расчеты эффективности предложенных мероприятий по обеспечению ПБ.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| Термины и определения | 6 |
| Перечень сокращений и обозначений..... | 7 |
| 1 Анализ эффективности обеспечения пожарной безопасности в организации | 8 |
| 2 Исследование и анализ современных систем обеспечения пожарной безопасности промышленных предприятий | 23 |
| 3 Разработка предложений по эффективному использованию систем обеспечения пожарной безопасности на опасном объекте..... | 32 |
| 4 Охрана труда..... | 44 |
| 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность | 51 |
| 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности | 56 |
| Заключение | 60 |
| Список используемой литературы и используемых источников..... | 62 |

Введение

Значительное развитие в настоящее время, имеют интеллектуальные системы пожаротушения. Они позволяют автоматически направить на очаг загорания всю мощность ОТВ, эвакуировать людей из опасных для жизни аварийных зон и оперативно взаимодействовать с персоналом и пожарными при тушении пожара, чего нет в традиционных дренчерных и спринклерных системах.

Применение интеллектуальных систем в установках автоматического пожаротушения, к которым относятся роботизированные установки пожаротушения, позволяет свободно интегрироваться в другие системы жизнедеятельности объекта.

Особую актуальность приобретают вопросы, связанные с инновационными технологиями пожарной безопасности, а именно применением технологий, связанным с искусственным интеллектом и нейронными сетями. Нейронная сеть, являющаяся частью интеллектуальных систем пожаротушения и предотвращения пожаров, обучается на основе произошедших сценариев возгорания, пожара, а также сбоев и отказов системы. В этой связи тема бакалаврской работы «Интеллектуальные системы обеспечения пожарной безопасности на химически опасном объекте» актуальна.

Объектом работы является – процесс обеспечения пожарной безопасности на химически опасном объекте.

Предметом – интеллектуальные системы обеспечения пожарной безопасности.

Цель работы – разработать мероприятия по использованию интеллектуальных систем обеспечения пожарной безопасности на химически опасном объекте.

Задачи бакалаврской работы:

- провести анализ эффективности обеспечения пожарной безопасности в организации;
- провести исследование и анализ современных систем обеспечения пожарной безопасности промышленных предприятий;
- разработать предложения по эффективному использованию систем обеспечения пожарной безопасности на опасном объекте;
- составить реестр профессиональных рисков работников опасного объекта и определить мероприятие по устранению высокого уровня профессионального риска;
- определить антропогенную нагрузку на окружающую среду., предоставить результаты ПЭК;
- произвести расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению ПБ.

Термины и определения

Интеллектуальные системы пожарной сигнализации – системы, которые способны обнаруживать возгорание на ранней стадии и оповещать о нем.

Интеллектуальные системы пожаротушения – системы, которые автоматически реагируют на возникновение пожара и тушат его с минимальным ущербом для окружающей среды и людей.

Нейронная сеть – метод в искусственном интеллекте, который учит компьютеры обрабатывать данные таким же способом, как и человеческий мозг.

Функциональная безопасность – часть безопасности, которая обеспечивает уверенность в том, что система выполнит стоящую перед ней соответствующую задачу, когда это потребуется.

Перечень сокращений и обозначений

- AI – artificial intelligence (искусственный интеллект).
- KCCC GROUP – Кирово-Чепецкая химическая компания.
- АСП – автоматические системы пожаротушения.
- АУОП – автоматические установки обнаружения пожаров.
- АХОВ – аварийно-химически опасное вещество.
- ИИ – искусственный интеллект.
- КЧЗ – Кирово-Чепецкий завод.
- ЛОВ – летучие органические вещества.
- МЧС – Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.
- ОПО – опасный производственный объект.
- ОТВ – огнетушащее вещество.
- ПБ – пожарная безопасность.
- ПДВ – предельно-допустимый выброс.
- ПСП – первичные средства пожаротушения.
- ПЭК – производственный экологический контроль.
- РФ – Российская Федерация.
- СОУЭ – средства оповещения и управления эвакуацией.
- СПП – система предотвращения пожара.
- СПС – система пожарной сигнализации.
- ХОО – химически опасный объект.

1 Анализ эффективности обеспечения пожарной безопасности в организации

Бакалаврская работа выполнена на базе ООО «Защита», располагающегося по адресу: Кировская область, город Малмыж, улица Свободы, д. 26, пом. 1001. Основной вид деятельности: монтаж, техническое обслуживание и ремонт средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Виды работ, выполняемых на основе полученной лицензии:

- монтаж, техническое обслуживание и ремонт система пожарной и пожарно-охранной сигнализации и их элементов, включая диспетчеризацию и проведение пусконаладочных работ;
- монтаж, техническое обслуживание и ремонт систем оповещения и эвакуации при пожаре и их элементов, включая диспетчеризацию и проведение пусконаладочных работ;
- монтаж, техническое обслуживание и ремонт фотолюминесцентных эвакуационных систем и их элементов.

Выполнение указанных мероприятий является важным аспектом в области пожарной безопасности, анализируя данные статистики можно отметить, что число техногенных ситуаций, в том числе пожаров и возгораний, в РФ в 2023 году остается на высоком уровне, несмотря на улучшение технологий и усилия правительства. В настоящее время на территории Кировской области функционирует 15 ХОО, 18 взрывопожароопасных объектов. В целом, в РФ функционирует свыше 3,3 тысяч ХОО, располагающих значительными количествами АХОВ.

Рассмотрим статистику пожаров в нашей стране, предоставленную Департаментом надзорной и профилактической работы МЧС РФ (рисунок 1) за последние 4 года. Из рисунка можно видеть небольшое снижение количества пожаров, порядка 9,8%.

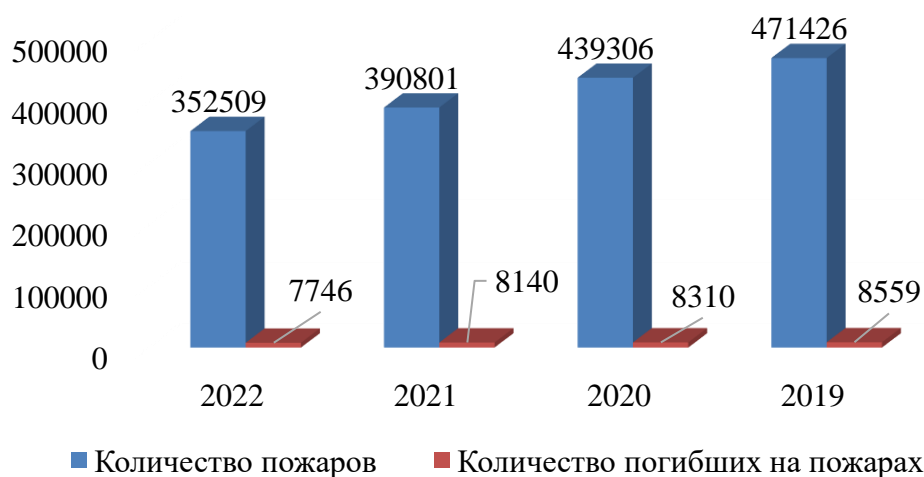


Рисунок 1 – Статистика пожаров на химических и нефтехимических предприятиях за последние 4 года в Российской Федерации, кол-во

На рисунке 2 представлена статистика пожаров на химических и нефтехимических предприятиях за последние 4 года в Российской Федерации.

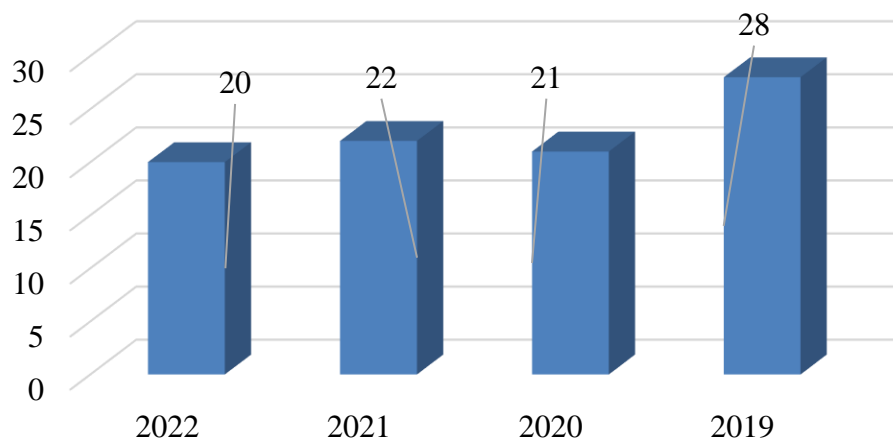


Рисунок 2 – Статистика пожаров на химических и нефтехимических предприятиях за последние 4 года в Российской Федерации, кол-во

Рассмотрим статистику пожаров по Кировской области – место нахождения ООО «Защита» (рисунок 3).

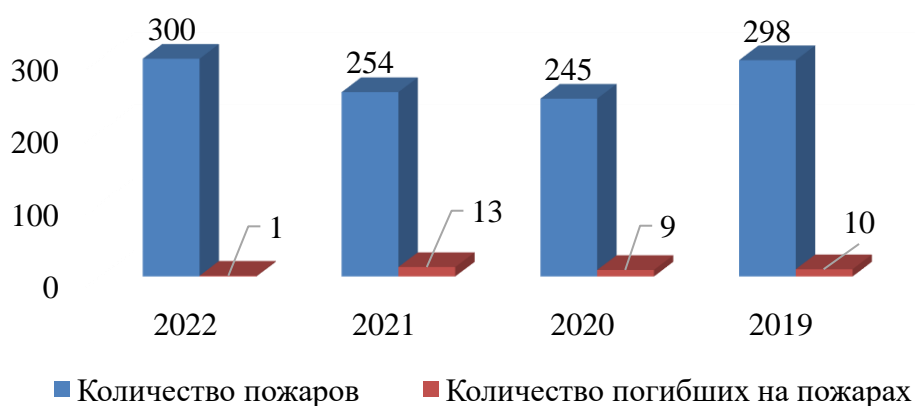


Рисунок 3 – Статистика пожаров в Кировской области за последние 4 года, КОЛ-ВО

Пожары и возгорания на ХОО за последние 4 года в Кировской области не происходили. 12 ноября 2021 года произошла авария на химическом предприятии ООО «ГалоПолимер Кирово-Чепецк» без пострадавших. Характер возникновения пожаров на ХОО представлен на рисунке 4.

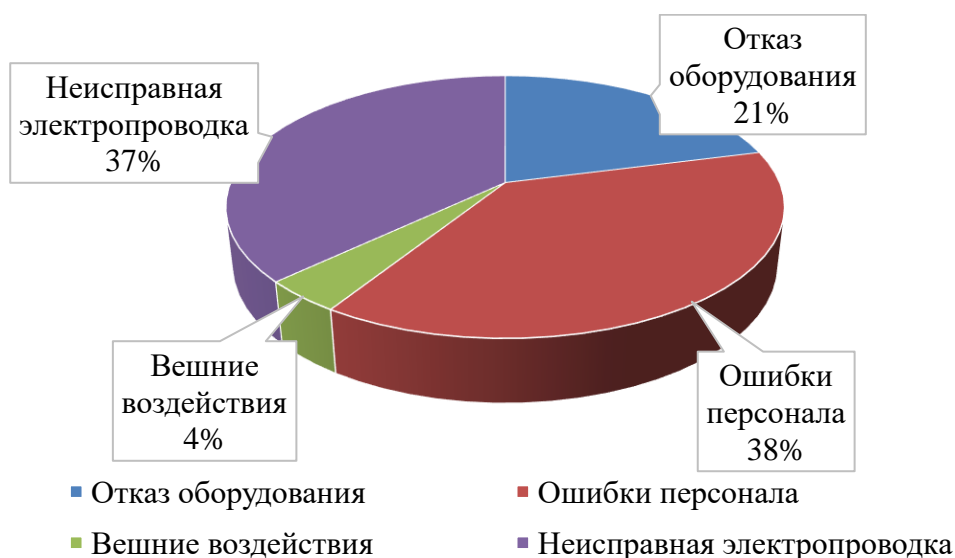


Рисунок 4 – Характер возникновения пожаров на ХОО, %

Ущерб от пожаров представлен на рисунке 5.

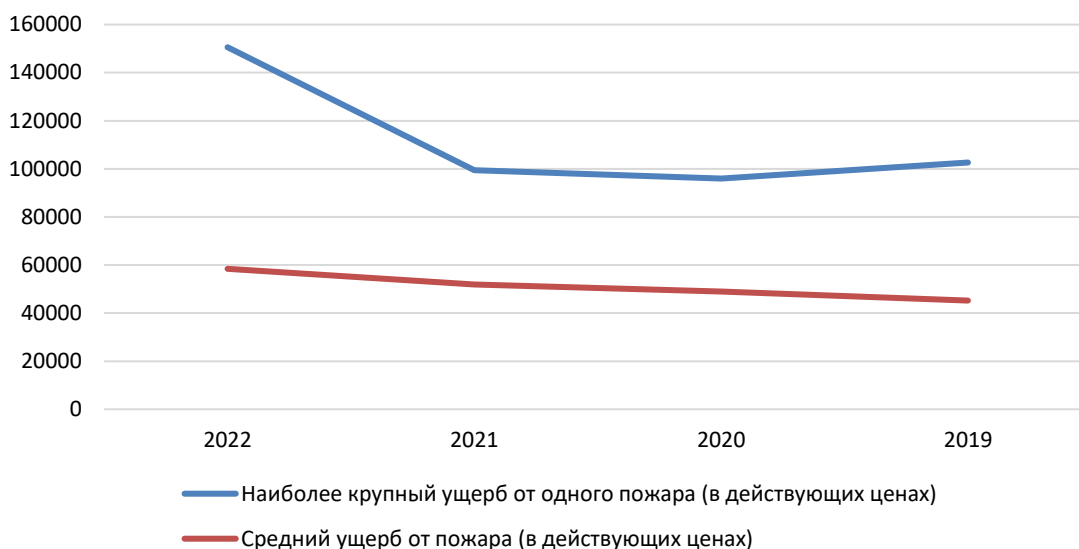


Рисунок 5 – Ущерб от пожаров, руб. (действующие цены на момент пожара)

Поскольку тема работы связана с химически опасными объектами, рассмотрим объекты, для которых, согласно договору, ООО «Защита», оказывает услуги в области обеспечения ПБ. К ним относятся: ООО «БЕТАХИМ», ООО КЧЗ «Агрохимикат», Филиал «КЧХК» АО «ОХК «УРАЛХИМ». На территории данных предприятий за последние 5 лет не зафиксировано ни одного случая пожаров и возгораний.

Проведем анализ пожарной безопасности на примере ООО КЧЗ «Агрохимикат». Предприятие относится к 3 классу опасности (ОПО средней опасности).

ООО КЧЗ «Агрохимикат» входит в производственный холдинг КССС GROUP, созданный в 1998 году, основан на принципах качества и инноваций. Это производственный химический кластер, состоящий из нескольких компаний, и имеющий представительства более чем в 50 регионах России [2].

Продукция ООО КЧЗ «Агрохимикат»:

- инсектициды (альфа-циперметрин, клотианидин, лямбда-цигалотрин, имидаклоприд, диметоат, тиаметоксам и другие);

- гербициды (2,4-Д кислота (2-этилгексильный эфир), флорасулам, диметеламинная, калиевая, и натриевая соли, бентазон, клетодим, фенмедифам, десмедифам, прометрин и другие);
- десиканты (глифосат кислоты, диксанты,);
- протравители (тебуконазол, имидаклоприд);
- фунгициды (карбендазим, дифенокконазола, тебуконазол);
- адьюванты и жидкие минеральные удобрения (экстракционная фосфорная кислота).

Анализируя вещества, используемые при производстве продукции ООО КЧЗ «Агрохимикат», можно отметить высокий класс их опасности и горючести. Перечисленные вещества являются сильными окислителями, горючими, взрывоопасными веществами, они пожароопасны и относятся к категории «Б».

Пожарная опасность ХОО, на примере ООО КЧЗ «Агрохимикат» обуславливается наличием и взаимодействием ряда факторов:

- использование и хранение горючих материалов, которые в большинстве своем являются горючими или легковоспламеняющимися;
- выделение пыли и газов в процессе переработки сырья и производства удобрений образуются различные газы и пыль, которые могут создавать взрывоопасные смеси;
- высокая температура и давление;
- наличие большого количества оборудования и трубопроводов, которые могут стать проводниками огня при возникновении пожара;
- использование опасных химических веществ;
- ошибки и нарушения правил безопасности со стороны работников могут привести к пожарам или взрывам.

Рассмотрим статистику возникновения пожаров по перечисленным факторам на ХОО по производству минеральных удобрений (рисунок 6).

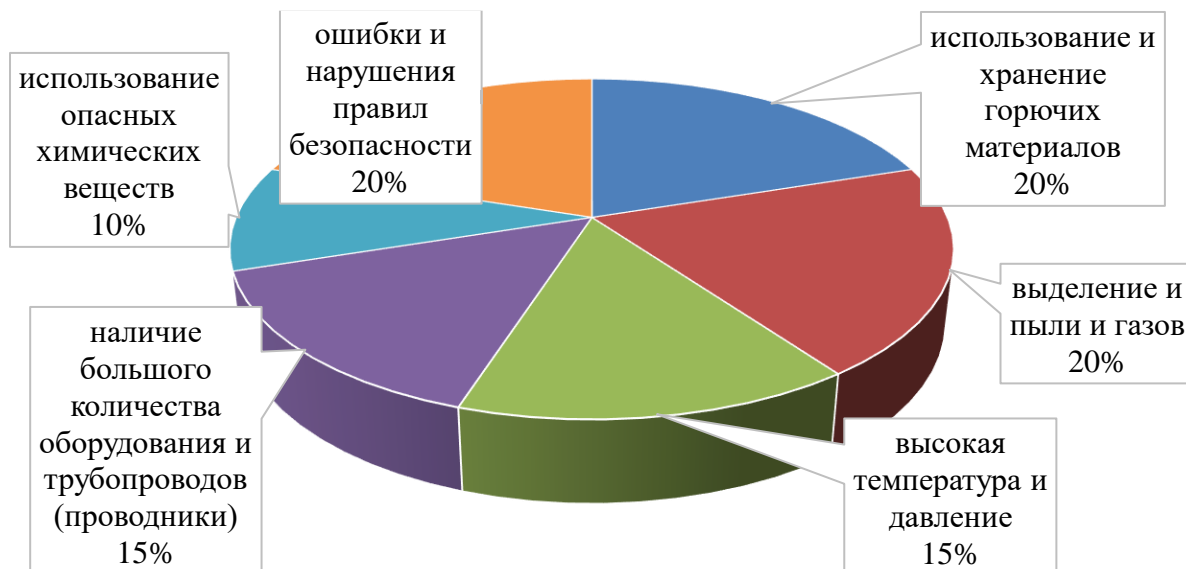


Рисунок 6 – Причины возникновения пожаров на ХОО по производству минеральных удобрений, %

Перечислим последствия пожаров на ХОО: взрыв оборудования и химических веществ, гибель людей (как работников ХОО, так и жителей населенных пунктов), негативное воздействие на окружающую среду.

В 2013 году в Техасе на производстве минеральных удобрений в результате возгорания произошел мощный взрыв. Взрыв произошел во время тушения пожара, погибли 11 пожарных и 4 местных жителя. Около 200 человек получили ранения различной степени тяжести. Разрушено около 100 зданий, находившегося рядом города Уэст.

Предположительно, пожар возник на складе удобрений. Существуют несколько версий причин пожара: неисправность электросетей, умышленный поджог, возгорание, вызванное огнем из аккумулятора транспортировочной тележки. Причина возникновения пожара не установлена до сих пор.

В нашей стране аварии на ХОО происходят не реже, чем в других странах мира. В августе 2023 года в подмосковном Раменском произошел крупный пожар на складе с удобрениями. Причина возникновения – нарушение противопожарных требований при производстве сварочных работ.

Погибших нет, пострадали 3 человека – сотрудника склада. Таким образом, можно отметить высокую пожарную опасность ХОО, осуществляющих производство и хранение удобрений, а также негативные последствия вследствие пожаров на данных объектах.

Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и далее определяют основные положения и направления работы в данной области [6].

Обеспечение объектов средствами пожаротушения регламентируется рядом документов, включая:

- Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [20];
- Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ [5];
- свод правил СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» [19];
- ГОСТ 12.4.009-83 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание» [16];
- Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 [7].

В химических лабораториях и цехах по изготовлению продукции ООО КЧЗ «Агрохимикат» используются ручные огнетушители: пенные, углекислотные и с огнегасительными составами на основе галогензамещенных углеводородов.

В таблице 1 представлены средства первичного пожаротушения в зависимости от назначений помещений, участков, цехов ООО КЧЗ «Агрохимикат». Отметим, что здания и помещения КЧЗ спроектированы и построены из огнестойких материалов, сохраняющих свои свойства под воздействием высоких температур. Цеха и участки повышенной пожаро- и взрывоопасности располагают в одном месте с подветренной стороны.

Таблица 1 – Средства первичного пожаротушения в зависимости от назначений помещений, участков, цехов ООО КЧЗ «Агрохимикат»

| Наименование помещений | Вещества и материалы | Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности | Классы взрывоопасных и пожароопасных зон | Средства пожаротушения | Установки тушения и обнаружения пожара, имеющиеся в помещении |
|---|--|---|--|------------------------|---|
| цех по переработке концентратов | негорючие материалы | Д | - | вода, пена | ПСП |
| химическое отделение выпарки | негорючие материалы (растворы солей) | Д | - | вода | ПСП |
| опытно-промышленный цех по переработке | негорючие материалы | Д | - | вода, пена | ПСП |
| помещение химической обработки стоков, сорбции, выпарки | растворы солей, щелочные и кислые | Д | - | вода, пена, порошок | - |
| помещение электрокоагуляции, электродиализа | водород | А (при $\Delta P > 5$ кПа) | 3 (В-Іб) | газ | ПСП |
| иммунохимическая | приборы, аппараты, реагенты | В4 | - | газ | ПСП, АУОП |
| операторская | приборы, щиты управления (без электроники) | Г | - | газ | ПСП, АУОП |
| лаборатория | приборы, аппаратура, горючие материалы | В4 | - | газ | ПСП, АУОП |
| склад кислот | кислоты в резервуаре, | В3 | П-Іа | вода, | ПСП, |

Продолжение таблицы 1

| Наименование помещений | Вещества и материалы | Категории помещений | Классы взрывоопасных зон | Средства пожаротушения | Установки |
|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------|
|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------|

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---------------------------|---------------|---|
| | | и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности | асных и пожароопасных зон | пожаротушения | тушения и обнаружения пожара, имеющиеся в помещении |
| | кислоты в таре | | | пена | АУОП |
| склад минеральных удобрений в упаковке (мешки, картон и т.п.) | сгораемая упаковка, горючие вещества | ВЗ | П-Па | вода, пена | ПСП, АУОП |

СПП на химическом объекте включает в себя ряд мер и оборудования, которые помогают предотвратить возникновение пожара, а также эффективно бороться с ним в случае возникновения. Рассмотрим основные компоненты СПП на химическом объекте:

- системы обнаружения пожара;
- системы пожаротушения (включают в себя различные ОТВ);
- системы водоснабжения;
- системы пожарной сигнализации;
- СОУЭ (используются для оповещения людей о пожаре и направления их к безопасным зонам);
- системы автоматического пожаротушения (АСП);
- системы дымоудаления.

В ООО КЧЗ «Агрохимикат» используют различные системы обнаружения пожара, к ним относятся: дымовые пожарные извещатели, пламенные пожарные извещатели, тепловые пожарные извещатели, газоанализаторы.

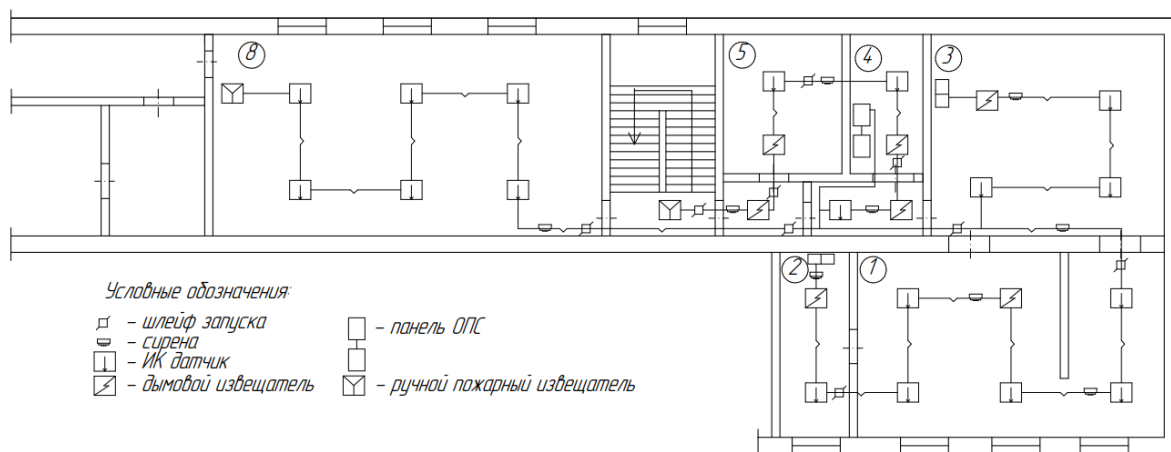
Приказ МЧС России от 31.07.2020 № 582 утвердил СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты» [11].

В п.6.5 СП 484.1311500.2020 определены мероприятия, направленные на защиту от ложных срабатываний СПС, эти мероприятия учтены при установке СПС, ввиду специфики химического предприятия. В производственных цехах и лабораториях ООО КЧЗ «Агрохимикат» установлены извещатели ИП-630-3-3 «ИПМ-2» (ИП 212/101/135/330-3-А3/D1). ИП-630-3-3 «ИПМ-2» относится к мультикритериальным извещателям, которые контролируют несколько химических параметров окружающей среды, изменяющихся во время пожара. «ИПМ-2» контролирует следующие параметры: дым оптический, дым электрохимический, температура аналоговая, температура цифровая. Извещатель имеет встроенный датчик пламени и дополнительно укомплектован датчиком СО и датчиком ЛОВ. Характеристики извещателя представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики извещателя ИП-630-3-3 «ИПМ-2»

| Наименование параметра | Показатель |
|---|-------------------|
| Порог срабатывания: | |
| Задымленность среды с оптической плотностью, дБ/м | 0,7 |
| Температура, °С | 70 ₊₁₀ |
| Инерционность срабатывания, с: | |
| Дымовой датчик | 5 |
| Тепловой датчик | 90 |
| Напряжение питания, В | 218 |

Таким образом, в производственных помещениях ООО КЧЗ «Агрохимикат» учтены требования п.6.5 СП 484.1311500.2020, «не реагирующих на факторы схожие, но не связанные с пожаром и которые присутствуют при нормальном функционировании объекта (пыль, пар, перепады температуры, дым, излучение и т.п.)» [11]. Схема устройства автоматической установки первичного пожаротушения и сигнализации ООО КЧЗ «Агрохимикат» представлена на рисунке 7.



1, 8 – производственный цех, 2 – кабинет начальника цеха, 3, 5 – лаборатория, 4 – подсобное помещение, 6, 7 – коридор

Рисунок 7 – Схема устройства автоматической установки первичного пожаротушения и сигнализации ООО КЧЗ «Агрохимикат»

Приказ МЧС России от 31.08.2020 № 628 регламентирует требования к системам противопожарной защиты «Установки пожаротушения автоматические» [12]. Схема установки и принципа работы АСП в помещениях ООО КЧЗ «Агрохимикат» представлена на рисунке 8.

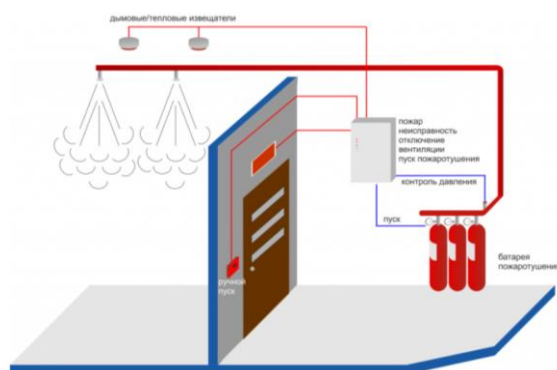


Рисунок 8 – Схема установки и принципа работы системы автоматического пожаротушения в помещениях ООО КЧЗ «Агрохимикат»

В таблице 3 представлены характеристики приборов пожарной сигнализации и оповещения.

Таблица 3 – Характеристика приборов пожарной сигнализации и оповещения

| Приборы | Количество, шт | Сетевой контроллер | Количество, шт |
|-----------------|----------------|--------------------|----------------|
| УК-ВК исп.021 | 4 | С2000 | 4 |
| Сигнал-20П SMD1 | 8 | | |
| С2000-4 | 4 | | |
| Итого: | 16 | | 4 |

Герметичность всех узлов и работоспособность датчиков в ООО КЧЗ «Агрохимикат» проверяются каждый месяц. Все эти работы осуществляются прямо на объекте без перевозки приборов и модулей. Техническое обслуживание установок включает в себя техническое освидетельствование системы, которое проводится один раз в 10 лет.

При выполнении процесса изготовления удобрений, образуется большое количества паров, дыма, газов, для их удаления с рабочего места операторов установлены системы дымоудаления и вытяжных вентиляторов. Данные системы также задействованы в случае, если произошло задымление вследствие возгорания.

Требования к вентиляции и отоплению регламентируют следующие нормативные акты: п.6 Приказа МЧС РФ №116 от 21.02.2013г., Приказ Ростехнадзора от 03.12.2020 № 494 [13], [15].

Вентиляция лабораторных помещений в большинстве помещений – приточно-вытяжная, с механическим побуждением, оборудована вентиляционными устройствами для отсоса воздуха только из вытяжных шкафов. Вытяжные вентиляторы содержат два вентилятора с аварийными датчиками по перегреву, переключатель режима работы вентилятора, и индикаторы аварии, пожара, ЧС.

«Вентиляторы размещены над рабочими местами, требующими активного удаления газообразных продуктов, образующихся в процессе работы. Алгоритм работы следующий – если включен Пуск1(DI1) - включается Вент1(DO1). Если включен Авто1(DI2) – Вент1(DO1)

включается/выключается периодически. Если включается Пуск2(DI3) – включается Вент2, если включается Авто2(DI4) - Вент1(DO1) включается/выключается периодически. Если сработала команда «пожар», Вент1(DI5) - включается инд. Авария1(DO2) и выключается Вент1. Если сработала команда «пожар», Вент2(DI6) – включается инд. Авария2(DO4) и выключается Вент1. Если включен Авто1(DI2) – происходит включение короткими импульсами Вент1 с периодом 2 часа. Если включен Авто2(DI4) – происходит включение короткими импульсами Вент2 с периодом 2 часа» [4].

Структурная схема управления вытяжными вентиляторами производственных помещений ООО КЧЗ «Агрохимикат» представлена на рисунке 9.

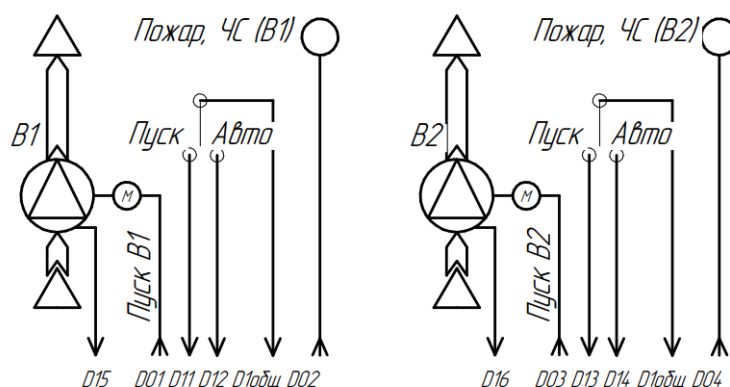


Рисунок 9 – Структурная схема управления вытяжными вентиляторами производственных помещений ООО КЧЗ «Агрохимикат»

Система противодымной защиты ООО КЧЗ «Агрохимикат» работает в тесной связи с системами пожаротушения, сетью аварийных датчиков и системой пожарной сигнализации,

Нормативные документ, которые регламентирует требования к противопожарному водоснабжению: Приказ МЧС России от 30.03.2020 №225, ст.68, 86, 99 Федерального закона №123 от 22.07.2008 [14], [20].

В ООО КЧЗ «Агрохимикат» в работоспособном состоянии находится наружное (сеть противопожарного оборудования) и внутреннее противопожарное водоснабжение (противопожарный водопровод, установки автоматического пожаротушения). В соответствии с ФЗ №123, проверка источников внешнего противопожарного водоснабжения осуществляется 2 раза в год, проверка насосов противопожарного оборудования – ежемесячно, проверка подъездов, проходов к пожарным гидрантам – постоянно, проверка водяных установок пожаротушения – по графику, в соответствии с [20], [21].

Требования к устройству и проектированию СОУЭ регламентируют: ст. 84 Федерального закона №123 от 22.07.2008, СП 133.13330.2012 [20].

В ООО КЧЗ «Агрохимикат» установлено СОУЭ 2 типа – системы, совмещающие звуковое и световое оповещение. Помимо сирен или звонков предусмотрен монтаж световых указателей «Выход», для того чтобы при задымлении помещений, было видно направление эвакуации. Указатели монтируют над дверями, ведущими из помещений на предусмотренные пути эвакуации. Обязательным этапом внедрения СОУЭ является проверка ее функционирования. Испытания проводят после завершения пусконаладочных работ. Проверка выполняется на основании ГОСТ Р 59639-2021 [17].

В настоящее время «Индустрия 4.0» диктует новую концепцию работы промышленных предприятий, в том числе, в части обеспечения пожарной безопасности. Согласно данной концепции, на промышленных предприятиях решающее значение будет иметь безопасность, в том числе функциональная. Основным стандартом функциональной безопасности является МЭК 61508 [21].

Одним из важных элементов функциональной безопасности в области систем пожарной безопасности является использование интеллектуальных технологий. «Умные детекторы дыма позволяют сократить время реагирования и может помочь предотвратить превращение небольших пожаров в крупные бедствия. Смарт-технологии для управления эвакуацией людей в случае пожара позволят сократить число пострадавших во время

пожара. Например, СОУЭ на основе ИИ могут использоваться для быстрого оповещения людей о пожаре и предоставления им инструкций по эвакуации. Еще одна инновация ИИ в области пожарной безопасности – использование автоматических систем тушения пожаров. Такие системы могут быть установлены в помещениях с высоким риском возникновения пожара, таких как химические лаборатории, склады, хранилища и технические помещения. Одной из новых тенденций является использование датчиков и систем мониторинга, которые позволяют быстро обнаруживать возгорания и передавать информацию о них на пульт управления диспетчера» [17]. Интеллектуальные системы также позволят минимизировать сбои в работе противопожарного оборудования.

Выводы: в разделе рассмотрена статистика возникновения пожароопасных ситуаций на опасных объектах, проведена оценка последствия пожароопасных ситуаций, что позволило сделать вывод, что статистика количества, сложности и тяжести последствий пожаров на ХОО снижается незначительно. Кроме того, в разделе выполнен анализ обеспеченности ООО КЧЗ «Агрохимикат» средствами пожаротушения, представлено применяемое оборудование. В результате анализа, можно отметить, что пожарная обеспеченность на объекте соответствует требованиям нормативных документов в рассматриваемой области, однако современные технологии в области ИИ, предлагают инновационные решения, которые позволят минимизировать трудозатраты человека при их установке, обеспечат безопасность эксплуатации противопожарных систем, а также контроль ХОО с целью предупреждения возгораний и пожаров, что, безусловно, позволит предотвратить инциденты, связанные с пожарами, а в случае их возникновения, минимизировать потенциальный ущерб.

2 Исследование и анализ современных систем обеспечения пожарной безопасности промышленных предприятий

Рассмотрим интеллектуальные системы пожаротушения. Основное их отличие от существующих на промышленных предприятиях (на примере ООО КЧЗ «Агрохимикат») заключается в том, что системы пожаротушения на основе ИИ способны автоматически определять место возникновения пожара и принимать решение о ее включении. Кроме того, они могут быть интегрированы с другими системами безопасности, такими как система видеонаблюдения, и передавать информацию о пожаре в режиме реального времени. Стоит отметить, что производители интеллектуальных установок пожаротушения являются как иностранные, так и отечественные компании, например: Esser by Honeywell (Германия), Алуф (Россия), Спецавтоматика (Россия), «Защита-Видео-Сервис» (Белорусия), Росэлектроника (Россия), Schneider Electric (Франция) и т.д. Практически любое иностранное оборудование быстро подстраивается под все локальные нормы и стандарты нашей страны, в том числе компании предоставляют все необходимые сертификаты российского образца.

Модели извещателей на основе ИИ могут определять не только концентрацию, но и цвет дыма, реагировать на частицы дыма любого размера. Извещатели с использованием ИИ обеспечены встроенными тревожными оповещателями: оптическими, акустическими, речевыми. Кроме того, у таких извещателей есть уникальная способность дистанционного регулирования чувствительности и определения уровня загрязнения сенсоров.

«В настоящее время для обеспечения пожарной безопасности используются датчики и извещатели. Новейшие технологии ИИ обеспечивают беспроводную радиочастотную передачу информации от датчиков, что позволяет немедленно распространить информацию о происшествии через интернет. Для данного типа устройств уже доступно увеличение ресурса аккумуляторов в сочетании с возможностью передачи данных о заряде и

работоспособности батареи, что облегчает их техническое обслуживание и, самое важное, повышает их надежность. Развитая сеть датчиков и пользовательских устройств требуют использования соответствующих приложений и ресурсов для хранения больших объемов данных. Появление множества «облачных» сервисов повысило экономическую целесообразность таких ресурсов, которые могут использоваться во многих областях – от контроля состояния датчиков до отправки данных и уведомлений аварийно-спасательным службам и прочим пользователям» [4]. Благодаря встроенной логике довольно просто реализуются противопожарные алгоритмы любой степени сложности. Модульная структура приемно-контрольных приборов ИИ позволяет легко менять модули между собой, что безусловно упрощает процесс установки и дальнейшей эксплуатации системы. Схема системы пожаротушения с использованием искусственного интеллекта представлена на рисунке 10.

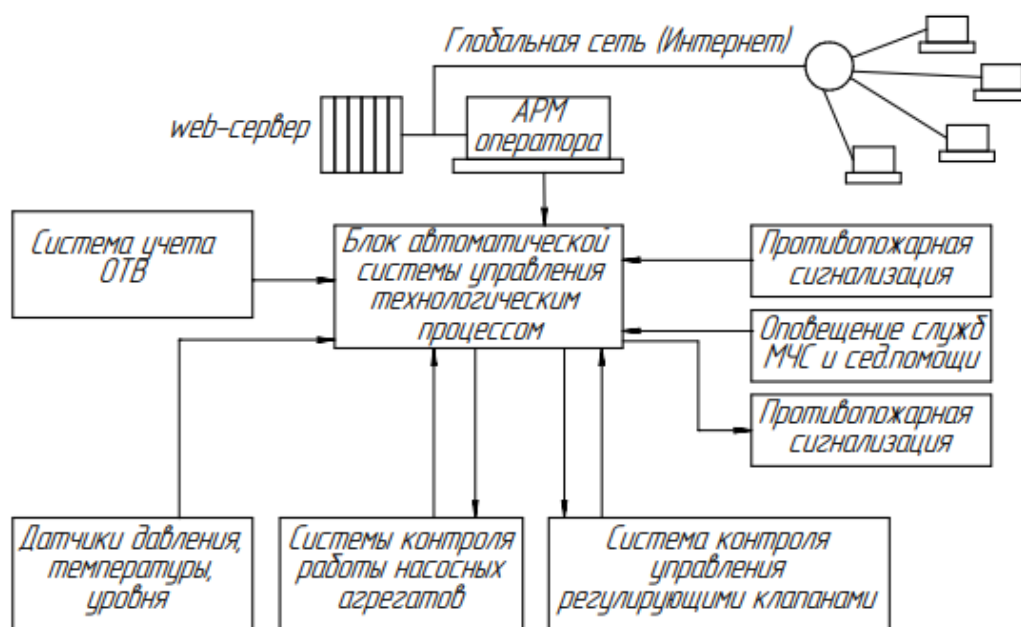


Рисунок 10 – Схема системы пожаротушения с использованием искусственного интеллекта

Представленная на рисунке 9 блок-схема автоматизации с помощью ИИ может изменять в зависимости от сложности процессов, а также от поставленных задач для ее выполнения.

Системы имеют децентрализованный интеллект, а это значит, что все панели равноценны, и если обрывается связь с сетью, то они функционируют автономно, реализуя заложенные в них алгоритмы. Также в системах на основе ИИ предусмотрена возможность интеллектуального управления противопожарной автоматикой и имеется возможность гибкого программирования сценариев управления, данную функцию обеспечивает широкий перечень модулей управления, специальные модули для интеллектуального управления огнезадерживающими клапанами и клапанами дымоудаления.

Искусственный интеллект используется для контроля за вытяжной вентиляцией и систем дымоудаления, в системах управления оповещения и эвакуацией в случае возникновения пожара. Управление эвакуацией с помощью искусственного интеллекта на ХОО наиболее актуально. Интеллектуальные системы управления эвакуацией при возникновении пожара могут автоматически открывать пути эвакуации и включать световую и звуковую сигнализацию, направляя поток людей по безопасному пути. В случае перекрытия эвакуационных путей или возникновения опасности, интеллектуальные системы меняют маршрут эвакуации с указанием нового безопасного пути.

В настоящее время производители предлагают интеллектуальные системы пожарной сигнализации с модульной структурой, возможностью расширения и высочайшей степенью надёжности. Пожарная сигнализация с применением ИИ имеет модульную структуру (например, FX 3NET) и применение многопроцессорных технологий, что упрощает и удешевляет возможность дальнейшего расширения системы. В процессе эксплуатации можно задействовать только те части системы, которые ему требуются, и затем расширять систему по мере того, как его потребности предприятия

меняются. Кроме того, многопроцессорные технологии в сочетании с объединённой в сеть структурой системы позволяют распределять функции, быстро принимать решение о пожаре, что повышает надёжность системы обеспечения пожарной безопасности.

Роботизированные установки в настоящее время успешно справляются с тушением пожара: «они быстро проникают в эпицентр пожара, ликвидируют его, пока пожарные занимаются эвакуацией людей. Основная задача, которую решает установка – обеспечение пожаротушения в короткие сроки без участия людей. Такое решение значительно снижает риски производственной травмы, позволяет избежать издержки из-за повреждения технологического оборудования. Помимо этого, роботизированный комплекс противопожарной защиты при помощи искусственного интеллекта самостоятельно рассчитывает необходимый режим тушения с учетом сложности возгорания, интенсивности распространения огня и запаса огнетушащих веществ. Это позволяет сократить расходы на воду и компрессионную пену» [4].

Отдельное место занимают системы мониторинга с помощью интеллектуальных систем. Система мониторинга на основе ИИ максимально эффективно работает с системами видеонаблюдения и видеоаналитики.

Интеллектуальные системы пожаротушения работают на основе ИИ. Искусственный интеллект – это общее понятие, которое относится к способности автоматики выполнять задачи, которые обычно требуют человеческого интеллекта, такие как принятие решений, решение проблем и распознавание образов.

Схематично процесс принятия решения интеллектуальными системами пожаротушения представлен на рисунке 11.

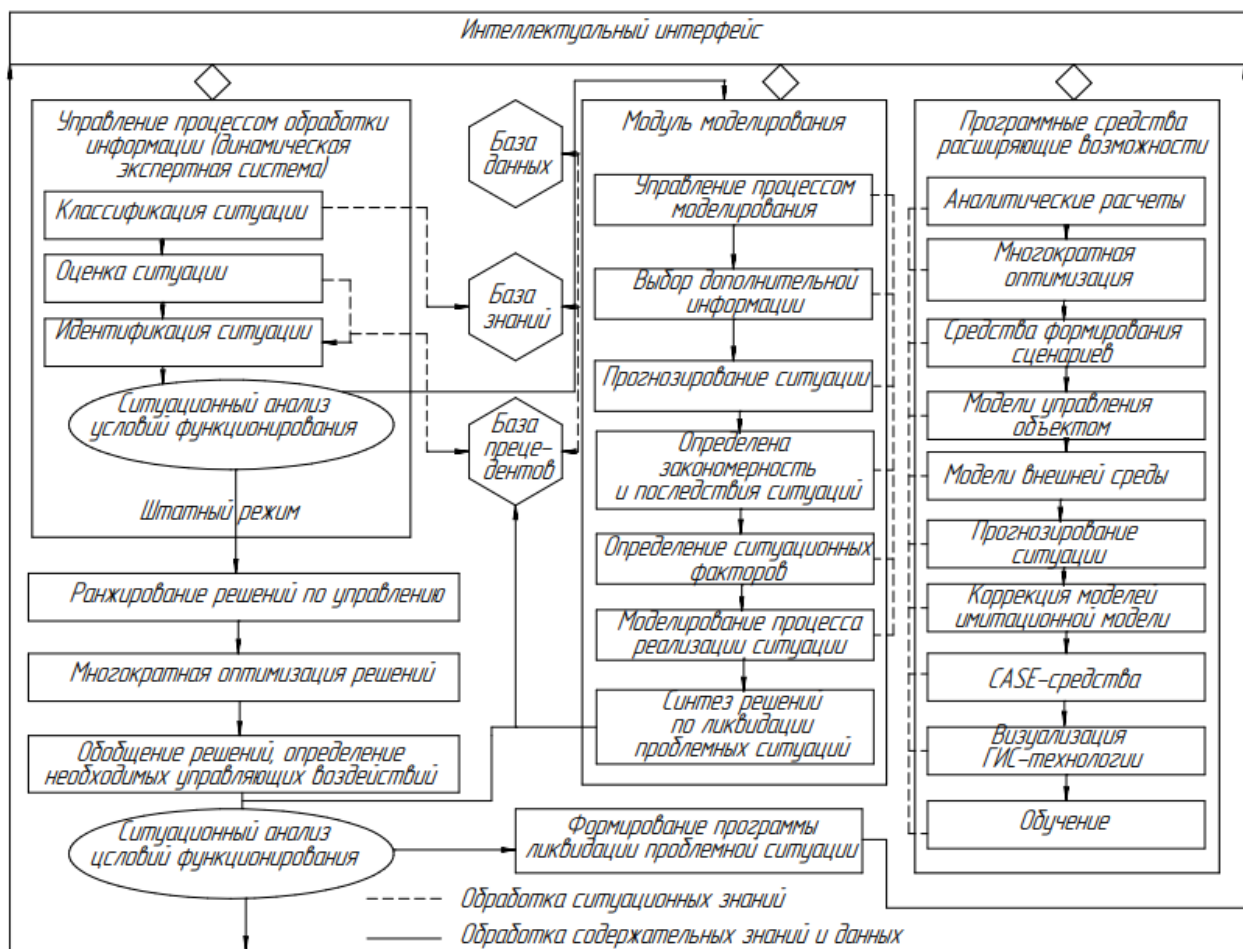


Рисунок 11 – Процесс принятия решения интеллектуальными системами пожаротушения

Процесс принятия решения интеллектуальной системой пожаротушения включает в себя несколько этапов:

- обнаружение возгорания: датчики системы обнаруживают повышение температуры, дым или другие признаки возгорания;
- идентификация пожара: система определяет тип пожара, например, класс пожара, площадь возгорания, направление распространения огня и т.д.;
- оценка риска: система анализирует информацию о пожаре и определяет степень риска для людей, имущества и окружающей среды;

- принятие решения: на основе оценки риска система принимает решение о необходимости тушения пожара и выбирает оптимальный способ тушения (вода, пена, газ и т.д.);
- управление тушением: система управляет работой оборудования для тушения пожара, включая насосы, клапаны, распылители и т.д.

Сравним достоинства и недостатки применения интеллектуальных систем пожаротушения на ХОО (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительный анализ применения интеллектуальных систем пожаротушения и стандартных существующих систем пожаротушения

| Аспекты | Стандартные существующие системы пожаротушения | Применение интеллектуальных систем пожаротушения |
|--------------------------------|--|---|
| Подготовительные работы | проектирование и внедрение возможно только при наличии готовой проектной документации | проектирование и внедрение возможно до появления проектной документации (облегчает выбор решений, экономит время) |
| Основной этап выполнения работ | подготовка: занимает длительный период времени в зависимости от сложности архитектурного проекта. | подготовка: несколько месяцев. |
| Надежность систем | результаты зависят от точности моделирования пожара и предположений, а также от опыта разработчика | |
| Последовательность | даже в одном и том же случае разные инженеры могут дать разные результаты | результаты, основанные на одной и той же модели ии, для всех одинаковы и понятны |
| Стоимость | весь процесс проектирования и анализа является дорогостоящим. | знания могут быть унаследованы с увеличением базы данных зданий и пожаров, и обученный ии будет становиться все более точным. |

Исходя из приведенного анализа, можно отметить несомненные плюсы внедрения интеллектуальных систем пожаротушения, а также систем предотвращения пожара. Интеллектуальные системы активируются автоматически при обнаружении признаков пожара, способны адаптироваться к различным типам и размерам помещений, а также к специфическим

условиям и рискам, связанным с пожаром. Обычные же системы часто требуют ручной настройки и не всегда могут учесть все особенности помещения.

Интеллектуальные системы обеспечивают более быстрое и точное обнаружение пожара и реагирование на него. Они также могут контролировать и управлять системами вентиляции и кондиционирования воздуха для обеспечения оптимального охлаждения и удаления дыма.

Интеллектуальные системы могут быть интегрированы с другими системами, такими как системы безопасности, чтобы обеспечить более комплексную защиту здания. Обычные системы могут не иметь такой возможности.

Интеллектуальные системы позволяют осуществлять удаленный мониторинг и контроль, что может быть полезно для быстрого реагирования на возникающие проблемы. Обычные системы обычно требуют физического присутствия для мониторинга и управления.

К еще одному несомненному достоинству ИИ в пожарной безопасности можно отнести процесс обучения нейронных сетей. Нейронная сеть, которая является частью интеллектуальных систем (AI) обучается на основе подготовленных данных. Для этого используются различные алгоритмы обучения, такие как обратное распространение ошибки, метод градиентного спуска и другие.

После обучения нейронной сети оценивается ее качество работы. Для этого используется метод перекрестной валидации, когда часть данных используется для обучения, а другая часть – для проверки точности предсказаний. Если качество обучения неудовлетворительное, то процесс обучения повторяется с измененными параметрами или использованием других алгоритмов обучения. После успешного обучения нейронная сеть может быть использована для предсказания развития пожара, определения его причин и последствий, а также для разработки рекомендаций по

предотвращению пожаров. На рисунке 12 представлен процесс обучения нейронной сети.

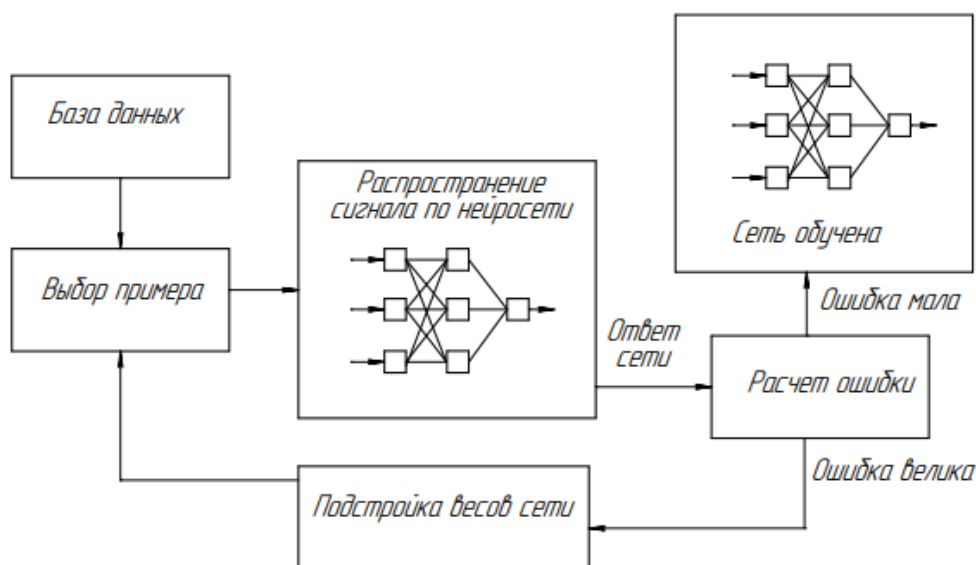


Рисунок 12 – Процесс обучения нейронных сетей

Нейронная сеть, являющаяся частью интеллектуальных систем пожаротушения и предотвращения пожаров, обучается на основе произошедших сценариев возгорания, пожара, а также сбоев и отказов системы. Для этого используются различные алгоритмы обучения. К таким алгоритмам относятся: обратное распространение ошибки, метод градиентного спуска и другие.

Выводы: в разделе проанализированы современные интеллектуальные системы обеспечения пожарной безопасности, описаны принципы их работы, ограничения и условия использования, исследованы условия и особенности применения систем ИИ обеспечения пожарной безопасности на ХОО. В разделе также представлены схемы интеллектуальных систем обеспечения пожарной безопасности, таблицы со сравнительным анализом применения интеллектуальных и стандартных существующих систем пожаротушения. Исходя из приведенного анализа, можно отметить несомненные плюсы

внедрения интеллектуальных систем пожаротушения, а также систем предотвращения пожара.

3 Разработка предложений по эффективному использованию систем обеспечения пожарной безопасности на опасном объекте

Проведенный анализ показал, что значительное развитие в настоящее время, имеют интеллектуальные системы пожаротушения. Они позволяют автоматически направить на очаг загорания всю мощность ОТВ, эвакуировать людей из опасных для жизни аварийных зон и оперативно взаимодействовать с персоналом и пожарными при тушении пожара, чего нет в традиционных дренчерных и спринклерных системах. Применение интеллектуальных систем в установках автоматического пожаротушения, к которым относятся роботизированные установки пожаротушения, позволяет свободно интегрироваться в другие системы жизнедеятельности объекта.

В ООО КЧЗ «Агрохимикат» установлена современная автоматическая система пожаротушения. На протяжении пяти лет на объекте не зафиксировано ни одного случая пожара, возгораний. Поскольку технологический процесс химических лабораторий и производственных цехов ООО КЧЗ «Агрохимикат» связан с выделением тепла, пара, газа, а в некоторых случаях, дыма, извещатели дают ложный сигнал. В связи с этим, извещатели с технологиями искусственного интеллекта и нейронных сетей, которые обучаются на основе произошедших сценариев возгорания, пожара, а также сбоя и отказов системы, позволяют не только ликвидировать (снизить) количество ложных сигналов, но и совершенствовать их работу с целью наиболее эффективной защиты объекта.

Известно, что предупреждение возникновения опасных инцидентов, либо их ликвидация на раннем сроке, минимизирует ущерб. Встроенная система мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ, позволяют предупредить инциденты в производственном цехе и химических лабораториях ООО КЧЗ «Агрохимикат». Мероприятия по обеспечению ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат», в рамках выполнения бакалаврской работы представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Предлагаемые мероприятия по обеспечению ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат»

| Наименование мероприятий | Срок выполнения | Ответственные лица |
|--|------------------|--|
| Тендер на закупку извещателей сигнализации пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | I квартал 2024 | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» |
| Закупка извещателей пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | II квартал 2024 | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» |
| Установка извещателей пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | II квартал 2024 | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат», главный инженер, инженер-электрик |
| Заключение договора с ООО «Защита» на разработку проекта мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | I квартал 2024 | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» |
| Разработка проекта мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | III квартал 2024 | ООО «Защита» |
| Монтаж системы мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | IV квартал 2024 | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат», главный инженер, инженер-электрик, ООО «Защита» |

Таким образом, предложенные мероприятия будут функционировать в комплексе: извещатели сигнализации, выполненные с использованием технологий ИИ и нейронных сетей, распознают на объекте инцидент, связанный с пожарами и возгораниями, передают информацию в систему мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ. Система мониторинга и принятия решений, также анализирует инцидент, и, в зависимости, от сценария, принимает решение и запускает систему пожаротушения, имеющуюся на объектах ООО КЧЗ «Агрохимикат». Процесс передачи и обработки информации происходит в несколько секунд, таким образом, ликвидация

пожара и возгорания происходит мгновенно, тем самым снижая потенциальный ущерб.

Отметим, что план мероприятий по обеспечению ПБ в организации разрабатывается ежегодно и утверждается руководителем организации, предложенные мероприятия являются дополнением к существующему плану и будут рассмотрены для их включения в план мероприятий на 2024 год.

Проведем анализ существующих извещателей, выполненных с использованием технологии ИИ (таблица 6).

Таблица 6 – Анализ извещателей, выполненных с использованием технологии ИИ

| Наименование извещателя | Производитель | Заключение о возможности применения в производстве ООО КЧЗ «Агрохимикат» |
|-------------------------|-------------------|--|
| DIGIT ITALIA | SIRA (Италия) | достоинства: ивещатели содержат микропроцессор цифровой обработки сигналов, получаемых от сенсоров. Цифровой адаптивный алгоритм работы (микропроцессорная обработка, цифровая фильтрация, помехоустойчивое кодирование и др.) обеспечивает раннее обнаружение возгорания при практически нулевой вероятности ложных срабатываний. Недостаток: стоимость оборудования. |
| WCP5A | ESMI (Финляндия) | достоинства: извещатель WCP5A обеспечивает степень защиты класса IP67. Устройство обладает повышенной влагозащитой, поэтому его можно применять в экстремальных условиях повышенной влажности даже вне помещений. В нем находится встроенный изолятор, защищающий его от короткого замыкания. Недостаток: при конфигурировании панелей FXM не срабатывает режим задержки тревоги. Для его устранения необходимо ещё и включить режим задержки, то есть один из входов панели или модуль контроля контактов прописать, как вход включения дневного режима и активировать его. |
| С300иД | Плазма-Т (Россия) | Достоинства: собственный протокол компании «Плазма-Т». Используется в составе С300, в составе Esmi, Notifier, Honeywell, Labor Strauss. Возможно OEM-партнерство. Гарантия 7 лет. Извещатель является интеллектуальным адресно аналоговым ИП, что позволяет использовать алгоритмы «А» (без перезапроса) и «В» (с |

| | | |
|--|--|---|
| | | перезапросом), устанавливая один С300Д / С300Ди или С300Т/С300Ти на помещение. Недостаток: срабатывание «ложных тревог». |
|--|--|---|

Продолжение таблицы 6

| Наименование извещателя | Производитель | Заключение о возможности применения в производстве ООО КЧЗ «Агрохимикат» |
|-------------------------|-----------------------|--|
| Аврора-ПРО | Аргус-Спектр (Россия) | достоинства: технологии глобального роуминга устройства «Аврора-ПРО» автоматически по уровню связи переключаются на тот радиорасширитель, с которым устанавливается наиболее стабильный обмен данными. Радиорасширители системы, в свою очередь, определяют кратчайший маршрут передачи сигналов через другие ретрансляторы на пульт дежурного. Недостатки: возможность обнаружения пожара по тепловому фактору, отсутствует звуковая сигнализация. |

Для оснащения химической лаборатории и производственного цеха ООО КЧЗ «Агрохимикат» мы выбираем извещатель DIGIT ITALIA (Италия). Недостатком является стоимость – дороже представленных аналогов, однако, не перекрывает стоимость потенциального ущерба от пожара, в случае его возникновения.

Использование современных технологий позволило создать уникальную адресную систему, которая не только обладает практически всеми преимуществами адресно-аналоговых систем, но и исключает присущие им недостатки. «Инновационный цифровой протокол обмена обеспечивает высокую помехозащищенность и максимальную надежность передачи данных при длине адресного шлейфа до 3 000 м, что позволяет использовать для шлейфа сигнализации не только витую пару, но и менее дорогой кабель. Возможности системы пожарной сигнализации DIGIT ITALIA:

- до 16 шлейфов сигнализации;
- до 128 адресных устройств в шлейфе;
- до 2048 адресных устройств, подключаемых к одному прибору;

- до 480 программируемых пространственных зон;
- до 480 программируемых логических групп;
- редактируемые названия зон, групп и отдельных устройств» [1].

«Наличие в системе многофункционального адресного модуля контроля и управления с программируемыми режимами работы формирование по заданному алгоритму сигналов управления системами дымоудаления, вентиляции, кондиционирования и др., а также контроль положения противопожарных дверей, противопожарных клапанов, заслонок вентиляционных коробов и другого технологического оборудования с управлением этими устройствами» [1].

Применение интеллектуальных пожарных адресных извещателей существенно повышает надежность системы. Все извещатели содержат микропроцессор цифровой обработки сигналов, получаемых от сенсоров. Цифровой адаптивный алгоритм работы (микропроцессорная обработка, цифровая фильтрация, помехоустойчивое кодирование и др.) обеспечивает раннее обнаружение возгорания при практически нулевой вероятности ложных срабатываний.

Неоспоримым преимуществом DIGIT ITALIA является универсальность системы извещателя. Модульный принцип построения системы позволяет оптимальным образом обеспечить пожарную безопасность различных объектов - от небольших до крупных, в том числе высотных зданий и распределенных комплексов. Линейка приемно-контрольных панелей серии DIGIT ITALIA позволяет варьировать емкость прибора от 1 до 16 шлейфов с кратностью в 1 шлейф с возможностью подключения до 2048 адресных устройств. Сетевым контроллером может выступать либо один из приборов (режим Master/Slave, объединение по протоколу RS-485), либо ПК (режим LAN-сети, объединение по протоколу Ethernet). Основные преимущества:

- раннее обнаружение очага возгорания с точностью до извещателя;

- постоянный контроль работоспособности всех компонентов системы сигнализации с функцией расширенного тестирования;
- двухпроводная сигнальная линия;
- питание всех адресных устройств от сигнальной линии;
- любая топология шлейфа: кольцо, шина, звезда, дерево;
- длина адресного шлейфа до 3 000 м;
- защита шлейфа от короткого замыкания;
- модульная структура;
- интеллектуальные адресные извещатели;
- программирование тактики срабатывания;
- программирование и мониторинг при помощи ПК (в т.ч. с использованием модемной связи);
- большое разнообразие устройств индикации для вывода подробной информации о состоянии системы: собственный ЖК-дисплей контрольной панели, встроенный модуль индикации; выносная панель индикации и управления с ЖК дисплеем, светодиодные индикаторные табло (блоки выносной индикации), интерфейсы для подключения компьютера и принтера; протокол на 1000 событий;
- возможность организации сетевой структуры;
- возможность интеграции в комплексные системы безопасности;
- экономичность: использование вместо витой пары менее дорогого кабеля.

Общие характеристики подключения в систему: имеют сертификат пожарной безопасности и сертификат соответствия международному стандарту EN-54, содержат модульную структуру подключения на базе 16-ти разрядного микропроцессора, возможность подключения к портативному компьютерному оборудованию содержит встроенную клавиатуру и ЖК-дисплей.

Длина шлейфа до 3000 м (при использовании экранированного кабеля 2 х 0,75 мм), 6 трансляционных реле: ВНИМАНИЕ (Тревога-1), ПОЖАР (Тревога-2), ОБЩАЯ ТРЕВОГА (Тревога-3), НЕИСПРАВНОСТЬ, ИСКЛЮЧЕНИЕ, ОТСУТСТВИЕ ПИТАНИЯ; 2 выхода управления внешним звуковым оповещением; протокол на 1000 событий в энергонезависимой памяти; три уровня паролей; возможность подключения к прибору до 32 выносных панелей индикации и управления.

Возможность программирования со встроенной клавиатуры или с ПК при помощи специализированного программного обеспечения SOFT-DIGIT. Организация сетевых решений: объединение приборов в режиме Master/Slave (через интерфейсный модуль MMS/54) либо в режиме LAN-сети (через интерфейсный модуль LAN/54). Возможность удаленного мониторинга при помощи специализированного программного обеспечения TLG/54 (модемная связь через интерфейсный модуль MMS/54).

Возможность организации системы графического мониторинга при помощи специализированного программного обеспечения MAPPA/54.

Извещатели сигнализации, выполненные с использованием технологий ИИ и нейронных сетей, распознают на объекте инцидент, связанный с пожарами и возгораниями, передают информацию в систему мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ. Система мониторинга и принятия решений, также анализирует инцидент, и, в зависимости, от сценария, принимает решение и запускает систему пожаротушения, имеющуюся на объектах ООО КЧЗ «Агрохимикат». Схематично система представлена на рисунке 13.

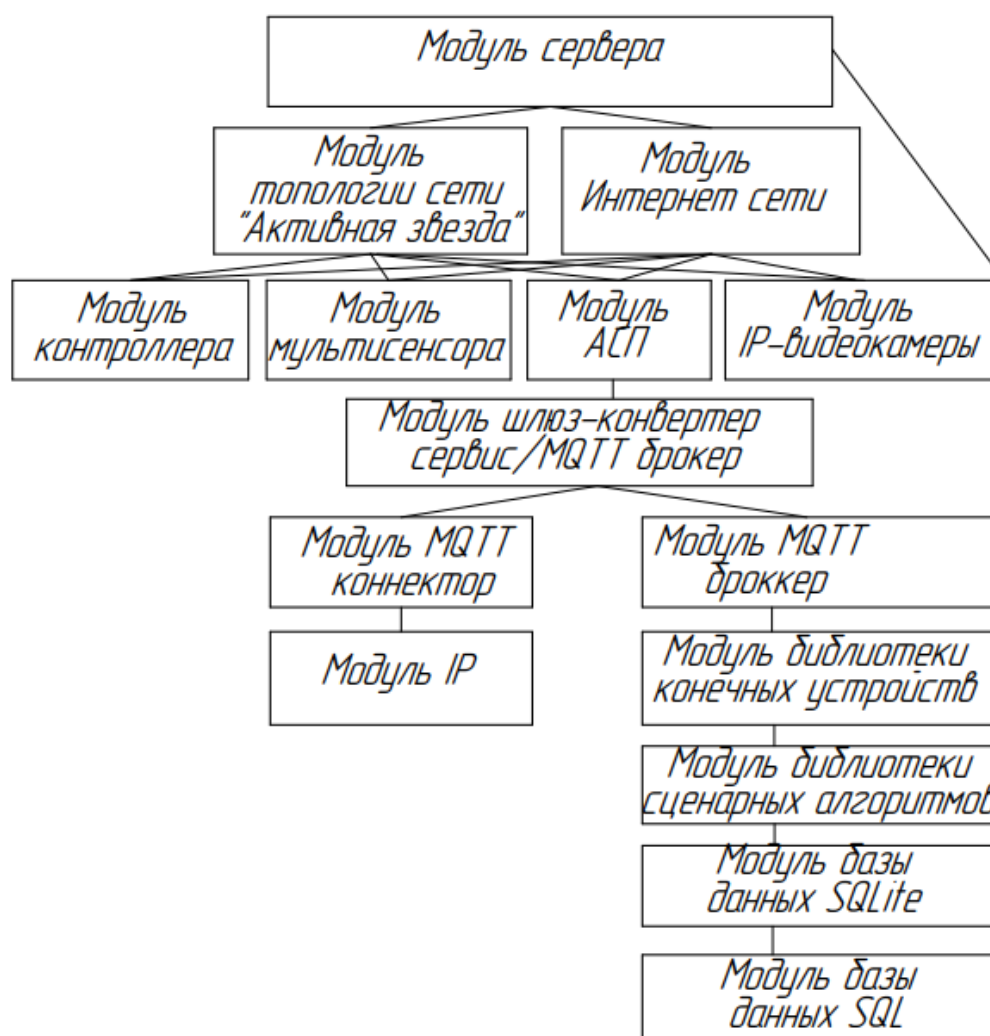


Рисунок 13 – Схема проекта мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ

Результатом выполнения проекта является создание универсальной беспроводной интеллектуальной системы управления системой противопожарного оборудования.

Проект возможно реализовать с помощью «программно-аппаратного комплекса Control-R, аппаратная часть которого включает в себя: координатор с функциями сервера и агрегатора данных; контроллер для управления автоматической системы пожаротушения; мультисенсор с возможностью подключения датчиков с сухим контактом. Кроме того, координатор включает в себя» [24]:

- «модуль по организации беспроводной сети по радиоканалу на частоте в диапазоне 860-960 МГц в соответствии с протоколом IEEE 802.15.14;
- модуль для двухсторонней связи с API на компьютере клиента по беспроводной сети WI-FI;
- модуль для двухсторонней связи с API на компьютере клиента по проводной сети Ethernet, LAN;
- модуль памяти для сбора, хранения информации;
- модуль оперативной памяти;
- модуль процессорный;
- модуль звукового и речевого оповещения;
- модуль дисплея терминала.
- организацию беспроводной сети по топологии «Активная звезда» или «MESH» и опроса мультисенсоров и контроллеров по радиоканалу на частоте в диапазоне 860-960 МГц в соответствии с единым радио протоколом RF ПП, работающего на основе IEEE 802.15.4;
- запуск сценарных решений на основе триггерных функций;
- запуск сценарных решений на основе событий (запуск пожарной сигнализации);
- загрузка и хранение плана, схем помещений;
- фиксирование и хранение координат расположения пиктограмм контроллеров и мультидатчиков на схеме помещения;
- настройки мониторинга;
- формирование графиков изменения интенсивности движения в подсчете количества срабатываний в заданной зоне;
- формирование графиков изменения температуры в градусах Цельсия в заданной зоне;
- анализ ситуаций в автоматическом режиме;

- обеспечение работы без внешних серверов («облаков»);
- ведение записей архивных данных значений с контроллеров, датчиков, извещателей для формирования графиков;
- отправка ответов на запросы архивных данных значений с контроллеров, датчиков, извещателей.
- активация IP видеокамер с помощью специального ключа;
- отображение видеопотока с подключенных IP видеокамер;
- инициация событий сценарных скриптов» [24].

Здесь предложены максимальные возможности проекта. Окончательный результат функций проекта будет согласован с руководителями структурных подразделений и утвержден руководителем организации.

Существует несколько способов подключения. В качестве рекомендаций предлагаем топологию «активная звезда». Условия для подключения – наличие в организации сети интернет. Топология «активная звезда» является типом сетевой архитектуры, используемый в компьютерных сетях. Это конфигурация, в которой несколько устройств или компьютеров соединены с центральным узлом, называемым «активным», или «хабом». Этот хаб служит точкой соединения всех устройств и отвечает за передачу данных между ними [23].

Топология активной звезды обычно используется в сетях Token Ring и FDDI, где центральный хаб отвечает за управление доступом к кольцу и обработку ошибок. Эта топология обеспечивает высокую надежность и масштабируемость, так как добавление или удаление устройств не влияет на работу других участников сети. На рисунке 14 схематично представлено беспроводного управления интеллектуальными системами, используя топологию «Активная звезда».

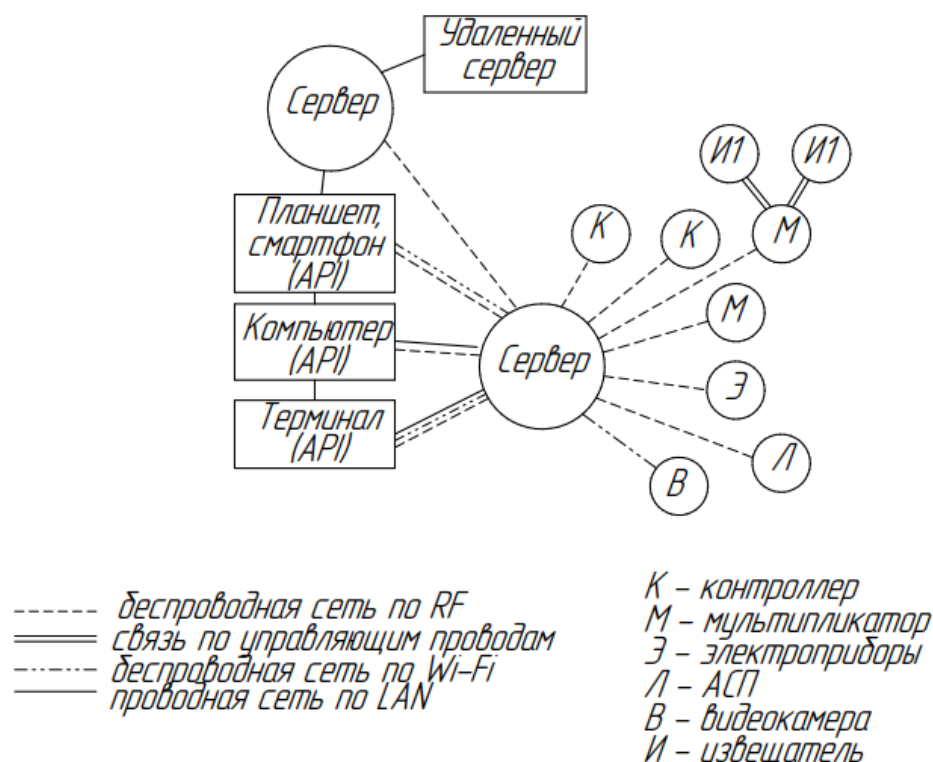


Рисунок 14 – Схема беспроводного управления интеллектуальными системами, используя топологию «Активная звезда»

Разработка и подключение представленной разработки возможно только после утверждения проекта руководителем организации, с учетом финансовых возможностей организации. Предварительно реализатором проекта будет ООО «Защита». В организации работают специалисты не только в области обеспечения ПБ, но и IT-специалисты, поскольку тренд Индустрии 4.0, заданный во всем мире диктует переход на интеллектуальные технологии AI в различных отраслях промышленности, в том числе в сфере пожарной безопасности.

Представленная разработка позволит снизить количество ложных срабатываний системы, а также повысит пожарную безопасность ХОО посредством предотвращения инцидентов, связанных с пожарами и возгораниями в производственных цехах и химической лаборатории ООО КЧЗ «Агрохимикат». Проиллюстрируем выдвинутую гипотезу на рисунке 15.

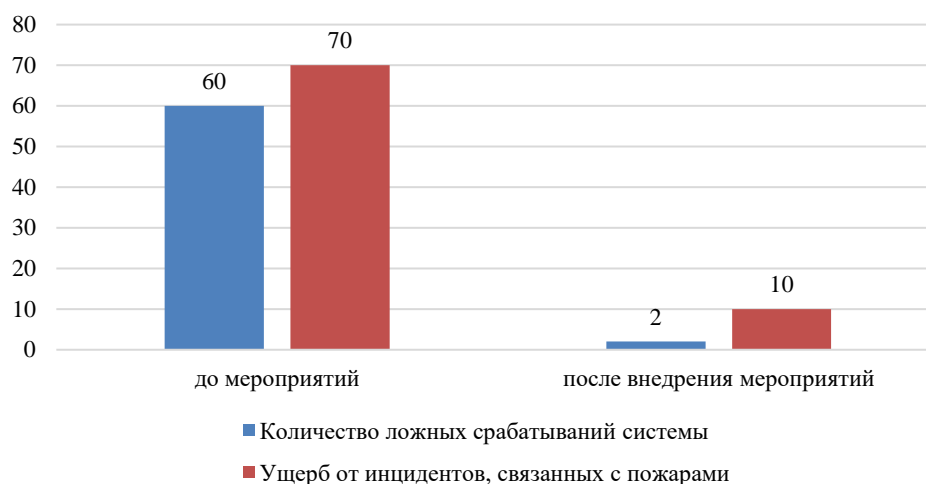


Рисунок 15 – Результаты до и после предлагаемых мероприятий, %

Выводы: в разделе представлены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности опасного объекта, включающие применение систем обеспечения пожарной безопасности. Предложенные мероприятия будут функционировать в комплексе: извещатели сигнализации, выполненные с использованием технологий ИИ и нейронных сетей, распознают на объекте инцидент, связанный с пожарами и возгораниями, передают информацию в систему мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ. Система мониторинга и принятия решений, также анализирует инцидент, и, в зависимости, от сценария, принимает решение и запускает систему пожаротушения, имеющуюся на объектах ООО КЧЗ «Агрохимикат». Процесс передачи и обработки информации происходит в несколько секунд, таким образом, ликвидация пожара и возгорания происходит мгновенно, тем самым снижая потенциальный ущерб.

4 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест ООО КЧЗ «Агрохимикат»: аппаратчик, лаборант химического анализа и агрохимик-почвовед и представлен в таблице 7 [9].

Таблица 7 – Реестр рисков

| № | Опасность | ID | Опасное событие |
|------------|--|------|---|
| Аппаратчик | | | |
| 2 | «неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [9]. | 2.1 | «травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [9]. |
| 3 | «скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности» [9]. | 3.1 | «падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам» [9]. |
| 9 | «вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [9]. | 9.1 | «отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [9]. |
| | «контакт с высокоопасными веществами» [9]. | 9.4 | «отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ» [12]. |
| | «образование токсичных паров при нагревании» [9]. | 9.5 | «отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ» [9]. |
| | «воздействие химических веществ на кожу» [9]. | 9.6 | «заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [9]. |
| | «воздействие химических веществ на глаза» [9]. | 9.7 | «травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ» [9]. |
| 10 | «химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву» [9]. | 10.1 | «травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва» [9]. |

Продолжение таблицы 7

| № | Опасность | ID | Опасное событие |
|-------------------------------------|--|------|--|
| 13 | «материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [9]. | 13.2 | «ожог от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру» [9]. |
| 20 | «повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [12]. | 20.1 | «снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [9]. |
| 21 | «воздействие локальной вибрации при использовании ручных механизмов и инструментов» [9]. | 21.1 | «воздействие локальной вибрации на руки работника при использовании ручных механизмов» [9]. |
| 24 | «монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок» [9]. | 24.1 | «психоэмоциональные перегрузки» [9]. |
| 24 | «диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания» [9]. | 24.4 | «психоэмоциональные перегрузки» [9]. |
| Лаборант химического анализа | | | |
| 2 | «неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, х выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [9]. | 2.1 | «травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [9]. |
| 3 | «скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности» [9]. | 3.1 | «падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам» [9]. |
| 9 | «вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [9]. | 9.1 | «отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [9]. |
| | «контакт с высокоопасными веществами» [9]. | 9.4 | «отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ» [9]. |
| | «образование токсичных паров при нагревании» [9]. | 9.5 | «отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, |

| | | | |
|--|--|--|--------------------------------------|
| | | | тумана, дыма и твердых веществ» [9]. |
|--|--|--|--------------------------------------|

Продолжение таблицы 7

| № | Опасность | ID | Опасное событие |
|--------------------|--|------|--|
| 9 | «воздействие химических веществ на кожу» [9]. | 9.6 | «заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [9]. |
| | «воздействие химических веществ на глаза» [12]. | 9.7 | «травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ» [9]. |
| 10 | «химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву» [9]. | 10.1 | «травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва» [9]. |
| 24 | «монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок» [9]. | 24.1 | «психоэмоциональные перегрузки» [9]. |
| агрохимик-почвовед | | | |
| 2 | «неприменение сиз или применение поврежденных, не сертифицированных сиз, не соответствующих размерам, не соответствующих выявленным опасностям или уровню воздействия вредных факторов» [9]. | 2.1 | «травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают сиз» [9]. |
| 9 | «вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [9]. | 9.1 | «отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [9]. |
| 12 | «аэрозоли преимущественно фиброгенного действия» [9] | 12.3 | «повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ» [9] |
| 24 | «монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок» [9]. | 24.1 | «психоэмоциональные перегрузки» [9]. |

В таблице 7 приведен реестр рисков и выявлены опасности на рабочих местах: аппаратчик, лаборант химического анализа и агрохимик-почвовед.

По результатам проведенной идентификации заполним Анкету (таблица 8) в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 и рассчитаем количественную оценку риска [10].

Таблица 8 – Анкета

| Рабочее место | Опасность (№) | Опасное событие (ID) | Степень вероятности, А | Коэффициент, А | Тяжесть последствий, U | Коэффициент, U | Оценка риска, R | Значимость оценки риска |
|------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Аппаратчик | 2 | 2.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |
| | 3 | 3.1 | маловероятно | 2 | значительная | 3 | 6 | низкий |
| | 9 | 9.1 | весьма вероятно | 5 | крупная | 4 | 20 | высокий |
| | 9 | 9.4 | вероятно | 4 | крупная | 4 | 16 | средний |
| | 9 | 9.5 | весьма вероятно | 5 | крупная | 4 | 20 | высокий |
| | 9 | 9.6 | вероятно | 4 | крупная | 4 | 16 | средний |
| | 9 | 9.7 | вероятно | 4 | крупная | 4 | 16 | средний |
| | 10 | 10.1 | возможно | 3 | катастрофическая | 5 | 15 | средний |
| | 13 | 13.2 | вероятно | 4 | катастрофическая | 5 | 20 | высокий |
| | 20 | 20.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |
| | 21 | 21.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |
| | 24 | 24.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |
| | 24 | 24.4 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |
| Лаборант химического анализа | 2 | 2.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |
| | 3 | 3.1 | маловероятно | 2 | значительная | 3 | 6 | низкий |
| | 9 | 9.1 | весьма вероятно | 5 | крупная | 4 | 20 | высокий |
| | 9 | 9.4 | вероятно | 4 | крупная | 4 | 16 | средний |
| | 9 | 9.5 | весьма вероятно | 5 | крупная | 4 | 20 | высокий |
| | 9 | 9.6 | вероятно | 4 | крупная | 4 | 16 | средний |
| | 9 | 9.7 | вероятно | 4 | крупная | 4 | 16 | средний |
| | 10 | 10.1 | возможно | 3 | катастрофическая | 5 | 15 | средний |
| 24 | 24.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний | |
| Агрохимик-почвовед | 2 | 2.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |
| | 9 | 9.1 | весьма вероятно | 5 | крупная | 4 | 20 | высокий |
| | 12 | 12.3 | вероятно | 4 | катастрофическая | 5 | 20 | высокий |
| | 24 | 24.1 | возможно | 3 | значительная | 3 | 9 | средний |

Рассчитаем по формуле 1 количественную оценку риска [3]:

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где: « R – риск,
 A – степень вероятности,
 U – тяжесть последствий» [3].

Определим оценку вероятности (таблица 9) и оценку тяжести последствия (таблица 10)

Таблица 9 – Оценка вероятности

| Степень вероятности | | Характеристика | Коэффициент, А |
|---------------------|---------------------|---|----------------|
| 1 | Весьма маловероятно | - практически исключено - зависит от следования инструкции | 1 |
| 2 | Маловероятно | - сложно представить, однако может произойти - зависит от следования инструкции | 2 |
| 3 | Возможно | - иногда может произойти - зависит от обучения (квалификации) | 3 |
| 4 | Вероятно | - зависит от случая, высокая степень возможности реализации - часто слышим о подобных фактах - периодически наблюдаемое событие | 4 |
| 5 | Весьма вероятно | - практически несомненно - регулярно наблюдаемое событие | 5 |

Таблица 10 - 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 | 4 |
| 3 | Значительная | - серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней; | 3 |

| | | | |
|---|----------------|--|---|
| | | - инцидент | |
| 2 | Незначительная | - незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь | 2 |

Продолжение таблицы 10

| Тяжесть последствий | | Потенциальные последствия для людей | Коэффициент, U |
|---------------------|------------|--|----------------|
| | | - Быстро потушенное загорание. | |
| 1 | Приемлемая | - Без травмы или заболевания; - Незначительный, быстроустраняемый ущерб | 1 |

«Степень вероятности и тяжесть последствий оценены в соответствии с учебно-методическими рекомендациями» [3].

«Значимость оценки риска оценим по следующей шкале:

- «1 - 8 (низкий);
- 9 - 17 (средний);
- 18 - 25 (высокий)» [3].

По результатам анализа, делаем выводы, что на аппаратчика, агрохимика-почвовед и лаборанта химического анализа действует высокий риск опасности отравления воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны. На них также действуют опасности отравления при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ.

В соответствии с заданием, предложим мероприятия по улучшению условий и охраны труда, на основании Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н (таблица 11) [8].

Таблица 11 – Мероприятия по улучшению условий и охраны труда

| Рабочее место | ID опасного события | Мероприятие |
|---------------|---------------------|-------------|
|---------------|---------------------|-------------|

| | | |
|------------|------|---|
| Аппаратчик | 9.1 | «9.1.3 механизация и автоматизация процессов» [8]. |
| | 9.5 | «9.5.3 механизация и автоматизация процессов» [8]. «установка средств контроля за организацией технологического процесса, в том числе дистанционных и автоматических» [8]. |
| | 13.2 | «13.2.3 правильное применение СИЗ» [8]. |

Продолжение таблицы 11

| Рабочее место | ID опасного события | Мероприятие |
|------------------------------|---------------------|---|
| Лаборант химического анализа | 9.1 | «9.1.3 механизация и автоматизация процессов» [8]. |
| | 9.5 | «9.5.3 механизация и автоматизация процессов» [8]. «установка средств контроля за организацией технологического процесса, в том числе дистанционных и автоматических» [8]. |
| Агрохимик-почвовед | 9.1 | «9.1.3 механизация и автоматизация процессов» [8]. |
| | 12.3 | «12.3.3 механизация и автоматизация процессов» [8]. |

Выводы: в разделе проведен реестр рисков и выявлены опасности, которые могут возникнуть при выполнении технологических операциях по производству удобрений на ХОО ООО КЧЗ «Агрохимикат», на выбранных для анализа рабочих местах: аппаратчик, лаборант химического анализа и агрохимик-почвовед. По результатам выявлено, что на аппаратчика, агрохимика-почвоведа и лаборанта химического анализа действует высокий риск опасности отравления воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны. На данных работников также действуют опасности отравления при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ. По выявленным высоким уровням риска в разделе предложены мероприятия по улучшению условий и охраны труда.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Статистика, приведенная в первом разделе, показывает, что число техногенных ситуаций, в том числе пожаров и возгораний на ХОО, в РФ в 2023 году остается на высоком уровне. Несмотря на улучшение технологий и усилия правительства в области безопасности, частота техногенных ситуаций не снижается. Важно отметить, что подобный ситуации могут иметь серьезные последствия, включая материальные потери и загрязнение окружающей среды. Пожары и взрывы на химических предприятиях могут оказывать значительное и разнообразное воздействие на окружающую среду. Рассмотрим наиболее существенные последствия: загрязнение воздуха (оксиды азота, оксиды серы, хлористый водород, тяжелые металлы и полициклические ароматические углеводороды); загрязнение воды (химические вещества); разрушение инфраструктуры; угроза здоровью.

Определим антропогенную нагрузку ООО КЧЗ «Агрохимикат» на окружающую среду (таблица 12).

Таблица 12 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

| Наименование объекта | Подразделение | Воздействие на атмосферный воздух | Воздействие на водные объекты | Отходы |
|-----------------------|---|--|---|--|
| ООО КЧЗ «Агрохимикат» | производственный участок, лаборатория химического анализа | оксиды азота, оксиды серы, хлористый водород, тяжелые металлы и полициклические ароматические углеводороды | пестициды, тяжелые металлы, органические вещества, токсические вещества, кислоты, щелочи. | лом и отходы изделий из полиэтилена и полиэтилентерефалата в смеси незагрязненные, трубы, трубки, шланги и рукава из вулканизированной резины незагрязненные, промышленный мусор |
| Количество в год | | 1,1 тыс.тонн | 1,8 тыс.тонн | 1,8 тыс.тонн |

В таблице 13 проведен анализ соответствия технологий в ООО КЧЗ «Агрохимикат» наилучшим доступным.

Таблица 13 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

| Структурное подразделение | | Наименование технологии | Соответствие наилучшей доступной технологии |
|---------------------------|---|---|---|
| Номер | Наименование | | |
| 1 | Производственный участок, лаборатория химического анализа | химическая очистка: используются реагенты (кислоты, щелочи, окислители), которые вступают в реакцию с загрязнителями и переводят их в безвредные соединения. | Соответствует |
| | | физико-химическая очистка: используются процессы флотации, коагуляции, сорбции, ионного обмена, электродиализа и обратного осмоса. они позволяют удалять из стоков различные химические соединения, в том числе тяжелые металлы, органические вещества и нефтепродукты. | |

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

| Номер загрязняющего вещества | Наименование загрязняющего вещества |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | оксиды азота |
| 2 | оксиды серы |

Результаты производственного контроля в области охраны

атмосферного воздуха в ООО КЧЗ «Агрохимикат» представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха

| Структурное подразделение | Источник | | Наименование загрязняющего вещества | Предельно допустимый выброс, мг/м ³ | Фактический выброс, г/с | Превышение предельно допустимого выброса в раз (гр. 8 / гр. 7) | Дата отбора проб | Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временного согласованного выброса | Примечание |
|---------------------------|--------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------|--|------------------|---|------------|
| | Наименование | Номер | | | | | | | |
| Производственный участок | 1 | Лаборатория химического анализа | оксиды азота | 0,06 | 0,02 | - | 10.08.2023 | - | - |
| | | | оксиды серы | 0,05 | 0,04 | - | 10.08.2023 | - | - |

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов в ООО КЧЗ «Агрохимикат» представлены в таблице 16. Результаты производственного контроля в области обращения с отходами в ООО КЧЗ «Агрохимикат» представлены в таблице 17.

Таблица 16 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений

| 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 пользование водным объектом | Фактический | | | Проектное | Допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты | Фактическое | Проектная | Фактическая |
| химическая и физико-химическая очистка | 2019 | флотация, коагуляция, сорбция. используются реагенты (кислоты, щелочи, окислители) | 0,55 | 0,60 | 0,5 | щелочь | 10.08.2023 | 0,05 | 0,05 | 0,045 | 98,8 | 98,8 |
| | | | 1,50 | 1,55 | 1,45 | органические вещества | 10.08.2023 | 0,85 | 0,85 | 0,75 | 97,5 | 97,5 |

Таблица 17 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год – 2022

| Наименование видов отходов | Код по 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 | | | | |
| лом и отходы изделий из полиэтилена и полиэтилентерефталата | 4 34 991 21 72 5 | V | 0,5 | 0,25 | 0,75 | - | 0,75 | - |

Продолжение таблицы 17

| Наименование видов отходов | Код по 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 | | | | |
| Трубы, трубки, шланги и рукава из вулканизированной резины, утратившие потребительские свойства, незагрязненные | 4 31 151 21 51 4 | IV | 0,5 | 0,2 | 0,7 | - | 0,5 | - |
| Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн | | | | | | | | |
| Всего | для обработки | для утилизации | для обезвреживания | для хранения | для захоронения | | | |
| 0,5 | - | 0,5 | - | - | - | | | |
| 0,5 | - | 0,5 | - | - | - | | | |
| Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн | | | | | | Наличие отходов на конец года, тонн | | |
| Всего | Хранение на собственных ОРО | Захоронение на собственных полигонах | Хранение на сторонних полигонах | Захоронение на сторонних полигонах | Хранение | Накопление | | |
| 0,1 | 0,1 | - | - | 0,1 | 0,1 | 0,05 | | |

Выводы: определена антропогенная нагрузка ХОО ООО КЧЗ «Агрохимикат». Представлены результаты ПЭК. По итогам проведенного анализа ПЭК, можно отметить, что превышения ПДВ отсутствуют.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В разделе разработан план мероприятий, направленный на обеспечение ПБ организации ООО КЧЗ «Агрохимикат» и представлены экономические расчеты (таблица 18) [22].

Таблица 18 – План мероприятий по обеспечению ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат»

| План мероприятий по обеспечению ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» (наименование организации) | | | |
|--|--|-------------------|------------|
| Наименование мероприятия | Ответственный | Период выполнения | Примечание |
| тендер на закупку извещателей сигнализации пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» | I квартал 2024 | в работе |
| закупка извещателей пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» | II квартал 2024 | в работе |
| установка извещателей пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат», главный инженер, инженер-электрик | II квартал 2024 | в работе |
| заключение договора с ООО «Защита» на разработку проекта мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» | I квартал 2024 | в работе |
| разработка проекта мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | ООО «Защита» | III квартал 2024 | в работе |
| монтаж системы мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | ответственный за ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат», главный инженер, инженер-электрик, ООО «Защита» | IV квартал 2024 | в работе |

Смета расходов на реализацию мер представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Смета расходов

| Смета затрат на обеспечение ПБ ООО КЧЗ «Агрохимикат» (наименование мероприятия) | |
|--|-------------|
| Статьи затрат | Сумма, руб. |
| закупка извещателей пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | 50 000 |
| установка извещателей пожарных с использованием ИИ и нейронных сетей | 10 000 |
| разработка проекта мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | 50 000 |
| монтаж системы мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ | 10 000 |
| Итого: | 120 000 |

Поскольку в работе используют извещатели, произведем расчет экономической эффективности на основе ГОСТ 12.1.004-91 [18]. Вычислим эффективность выполнения противопожарных мероприятий, как разность приведенных затрат:

$$\mathcal{E} = \Pi_1 - \Pi_2, \quad (2)$$

где « Π_1 – приведенные затраты на штрафные санкции, руб.

Π_2 – приведенные затраты на противопожарные мероприятия, руб.» [18].

$$\Pi_1 = \Pi_r + \Pi_o, \quad (3)$$

где « Π_r – приведенные затраты на штрафные санкции к руководителю, руб.

Π_o – приведенные затраты на штрафные санкции к организации, руб.» [18].

Несоблюдение обязательных требований нормативных документов в области пожарной безопасности влечет за собой применение штрафных

санкций. Рассмотрим применение штрафных санкций во время действия особого противопожарного режима:

- к руководителю учреждения (п. 1 ст. 20.4 КоАП РФ) – 15-30 тыс. руб.;
- к организации (п. 1 ст. 20.4 КоАП РФ) – 200-400 тыс. руб.

$$П_1 = 15\ 000 + 200\ 000 = 215\ 000 \text{ руб.}$$

$$Э = 215\ 000 - 120\ 000 = 95\ 000 \text{ руб.}$$

«Рассчитаем экономический эффект за расчетный период независимо от направленности мероприятия по обеспечению пожарной безопасности (разработка, производство, совершенствование мероприятий по обеспечению пожарной безопасности) ($Э_T$), руб.» [18]:

$$Э_T = \sum_{t=t_n}^{t_k} П_{прT} \cdot \alpha_{тп} - \sum_{t=t_n}^{t_k} З_T \cdot \alpha_t, \quad (4)$$

Где « $Э_T$ – экономический эффект реализации мероприятия по обеспечению пожарной безопасности за расчетный период (T);
 $П_{прT}$ – стоимостная оценка предотвращения потерь за расчетный период;
 $З_T$ – единовременная оценка затрат на реализацию мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;
 α_t – коэффициент приведения разновременных соответственно затрат и предотвращенных потерь к расчетному году;
 t_n – начальный год расчетного периода;
 t_k – конечный год расчетного периода;
 t – текущий год расчетного периода» [18].

$$Э_T = 215\ 000 \cdot 1,1 - 120\ 000 \cdot 1,1 = 104\ 500 \text{ руб.}$$

«Приведение выполняется умножением значений затрат и результатов предотвращенных потерь соответствующего года на коэффициент дисконтирования (α_t), вычисляемый по формуле» [18]:

$$\alpha_t = (1 + E)^{t_0 - t}, \quad (5)$$

где «E – норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений ($E = E_n = 0,1$);
 t_p – расчетный год;
 t – год, затраты и результаты которого приводятся к расчетному году» [18].

Расчетным годом является текущий 2023, год, затраты и результаты приводятся к расчетному году. В нашем случае – 2024 год, тогда [18]:

$$\alpha_t = (1 + 0,1)^1 = 1,1,$$

«Рассчитаем срок окупаемости затрат $T_{ед}$ по формуле» [18]:

$$T_{ед} = \frac{Z_r}{\Pi_{прГ}}, \quad (6)$$

$$T_{ед} = \frac{120\,000}{215\,000} = 0,6 \text{ года}$$

Выводы: в разделе выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Предлагаемый план мероприятий по установке извещателей окупится в течении немногим больше, чем 7 месяцев.

Заключение

В первом разделе рассмотрена статистика возникновения пожароопасных ситуаций на опасных объектах, проведена оценка последствия пожароопасных ситуаций, что позволило сделать вывод, что статистика количества, сложности и тяжести последствий пожаров на ХОО снижается незначительно. Кроме того, в разделе выполнен анализ обеспеченности ООО КЧЗ «Агрохимикат» средствами пожаротушения, представлено применяемое оборудование. В результате анализа, можно отметить, что пожарная обеспеченность на объекте соответствует требованиям нормативных документов в рассматриваемой области, однако современные технологии в области ИИ, предлагают инновационные решения, которые позволят минимизировать трудозатраты человека при их установке, обеспечат безопасность эксплуатации противопожарных систем, а также контроль ХОО с целью предупреждения возгораний и пожаров, что, безусловно, позволит предотвратить инциденты, связанные с пожарами, а в случае их возникновения, минимизировать потенциальный ущерб.

Во втором разделе проанализированы современные интеллектуальные системы обеспечения пожарной безопасности, описаны принципы их работы, ограничения и условия использования, исследованы условия и особенности применения систем ИИ обеспечения пожарной безопасности на ХОО. В разделе также представлены схемы интеллектуальных систем обеспечения пожарной безопасности, таблицы со сравнительным анализом применения интеллектуальных и стандартных существующих систем пожаротушения. Исходя из приведенного анализа, можно отметить несомненные плюсы внедрения интеллектуальных систем пожаротушения, а также систем предотвращения пожара.

В третьем разделе представлены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности опасного объекта, включающие применение систем обеспечения пожарной безопасности. Предложенные мероприятия будут

функционировать в комплексе: извещатели сигнализации, выполненные с использованием технологий ИИ и нейронных сетей, распознают на объекте инцидент, связанный с пожарами и возгораниями, передают информацию в систему мониторинга и принятия решений при угрозе ЧС, связанной с взрывами, пожарами и возгораниями, на основе ИИ. Система мониторинга и принятия решений, также анализирует инцидент, и, в зависимости, от сценария, принимает решение и запускает систему пожаротушения, имеющуюся на объектах ООО КЧЗ «Агрохимикат». Процесс передачи и обработки информации происходит в несколько секунд, таким образом, ликвидация пожара и возгорания происходит мгновенно, тем самым снижая потенциальный ущерб.

В четвертом разделе проведен реестр рисков и выявлены опасности, которые могут возникнуть при выполнении технологических операциях по производству удобрений на ХОО, на выбранных для анализа рабочих местах: аппаратчик, лаборант химического анализа и агрохимик-почвовед. По результатам выявлено, что на аппаратчика, агрохимика-почвоведа и лаборанта химического анализа действует высокий риск опасности отравления воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны. На данных работников также действуют опасности отравления при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ. По выявленным высоким уровням риска в разделе предложены мероприятия по улучшению условий и охраны труда.

В пятом разделе определена антропогенная нагрузка ХОО ООО КЧЗ «Агрохимикат». Представлены результаты ПЭК. По итогам проведенного анализа ПЭК, можно отметить, что превышения ПДВ отсутствуют.

В шестом разделе выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Предлагаемый план мероприятий по установке извещателей окупится в течении, немногим больше, чем 7 месяцев.

Список используемой литературы и используемых источников

1 DIGIT ITALIA [Электронный ресурс] : Сайт компании DIGIT ITALIA. URL: <https://www.digititalia.com/> (дата обращения 12.09.2023 года).

2 KCCC GROUP Кирово-Чепецкая химическая компания [Электронный ресурс] : Сайт компании KCCC GROUP. URL: <https://kccc.group/ru/about> (дата обращения 30.09.2023 года).

3 Горина Л.Н. Преддипломная практика по направлению подготовки бакалавров «Техносферная безопасность» / учебно-методическое пособие, Тольятти, 2019, 129 с.

4 Логинов Ю.И. Автоматическое пожаротушение: реальность и перспективы / Ю.И. Логинов // Пожарная безопасность. 2021. № 2(11). С. 22-31.

5 О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 10.07.2023). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения 11.10.2023 года).

6 Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс] : Указ Президента РФ от 11.03.2019 № 97. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319787 (дата обращения 11.10.2023 года).

7 Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 24.10.2022). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/ (дата обращения 11.10.2023 года).

8 Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда,

ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402380/ (дата обращения 11.10.2023 года).

9 Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения 05.10.2023 года).

10 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: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/ (дата обращения 11.10.2023 года).

11 Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 31.07.2020 № 582 (вместе с «СП 484.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования») URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376143/ (дата обращения 07.10.2023 года)

12 Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 31.08.2020 №628 (вместе с «СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»). URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363050/ (дата обращения 12.10.2023 года).

13 Об утверждении свода правил СП 7.13130 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 21.02.2013 №116 (ред. от 12.03.2020) п.6. «Пожарная безопасность систем вентиляции и кондиционирования» URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144507/ (дата обращения 12.10.2023 года)

14 Об утверждении свода правил СП 8.13130 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 30.03.2020 № 225 URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351212/ (дата обращения 11.10.2023 года).

15 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 03.12.2020 № 494 (ред. от 25.05.2022) (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2020 № 61824) «Противопожарные системы. Отопление и вентиляция». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372449/ (дата обращения 11.10.2023 года).

16 Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.009-83. Межгосударственный стандарт (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 10.10.1983 № 4882) (ред. от 01.06.1989). URL: https://e-ecolog.ru/docs/8JzYv__8izT9RfORDGli9?ysclid=lnxj5g7k1c621314210 (дата обращения 11.10.2023 года).

17 Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 59639-2021. Национальный стандарт

Российской Федерации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 24.08.2021 № 792-ст). URL: <https://takir.ru/wp-content/uploads/2022/04/gost-r-59639-2021-sistemy-opoveshhenija-i-upravlenija-jevakuaciej.pdf?ysclid=lnzx8bkjft871437475> (дата обращения 12.10.2023 года).

18 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 № 875) (ред. от 01.10.1993). URL: <https://www.reglament.by/wp-content/uploads/docs/gost/GOST-12.1.004-91.pdf?ysclid=lovnkkmk64u756415504> (дата обращения 11.11.2023 года).

19 Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс] : СП 9.13130.2009. Свод правил (утв. Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 179). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91587/ (дата обращения 11.10.2023 года).

20 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 07.10.2023 года)

21 Установки пожарной автоматики. Правила технического содержания [Электронный ресурс] : РД 009-01-96. Система руководящих документов по пожарной автоматике (введен в действие Приказом МА «Системсервис» от 25.09.1996 № 25). URL: <https://fireflyer.ru/wp-content/uploads/2019/08/rd-009-01-96.pdf?ysclid=lnzvwvhb0al286675535> (дата обращения 11.10.2023 года).

22 Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению

раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы)/ Фрезе Т.Ю. Тольятти: ТГУ, 2022. 60 с.

23 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью [Электронный ресурс] : ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Часть 1. Общие требования (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 29.10.2012 № 586-ст). URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293776/4293776878.pdf?ysclid=lnzxew3yrf9775484> (дата обращения 12.10.2023 года).

24 Kratsman M. Intelligent systems on guard of fire safety of industrial enterprises / M. Kratsman / Information technology in industry. 2022. №2(9). P. 88-98.