

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)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Анализ применения и совершенствование средств пожарной автоматики на
производственных объектах

Обучающийся

О.А. Казакова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н. А.В. Краснов

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Оглавление

Введение.....	2
Термины и определения.....	9
Перечень сокращений и обозначений.....	10
1 Исследование средств пожарной автоматики на производственных объектах.....	11
1.1 Анализ применяемых на производстве средств пожарной автоматики.....	11
1.2 Поиск и анализ инновационных технических решений в области пожарной автоматики на производственных объектах...	18
2 Совершенствование средств пожарной автоматики на производственных объектах.....	29
2.1 Анализ возможностей совершенствования средств пожарной автоматики.....	29
2.2 Совершенствование средств пожарной автоматики на производственных объектах.....	57
3 Экспериментальная апробация внедрения усовершенствованных средств пожарной автоматики на производственных объектах.....	71
3.1 Результаты внедрения усовершенствованных средств пожарной автоматики на производственных объектах.....	71
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.....	76
Заключение.....	84
Список используемой литературы и используемых источников.....	87

Введение

Увеличение количества промышленных объектов, жилых комплексов и общественных зданий требует более эффективных систем защиты от пожаров. Средства противопожарной автоматики – это неотъемлемая часть обеспечения безопасности, которая способствует снижению риска пожароопасных ситуаций. В связи с изменениями в российском законодательстве и ужесточением норм, инвестиции в современные технологии становятся жизненно необходимыми для соблюдения требований пожарной безопасности.

Современные системы противопожарной автоматики включают в себя комплекс мер, направленных на раннее обнаружение возгораний, их локализацию и автоматическое реагирование. Использование интеллектуальных датчиков, интегрированных систем видеонаблюдения и управления позволяет не только повысить уровень безопасности, но и оптимизировать затраты на обслуживание. В рамках исследования важно рассмотреть новейшие достижения в области разработки оборудования, а также анализировать реальный опыт эксплуатации существующих систем.

Современные средства противопожарной автоматики обеспечивают надежное обнаружение пожаров, раннее предупреждение и эффективное управление эвакуацией, что в свою очередь способствует снижению угрозы для людей.

Таким образом, глубокое понимание актуальности и тенденций развития противопожарной автоматики способствует созданию более безопасной жизненной среды и значительному снижению последствий пожаров в обществе.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключается:

- в связи с резким темпом развития производственных объектов и необходимым условием обеспечения их безопасности;

- в необходимости глубокого анализа современных тенденций в области обеспечения пожарной безопасности;
- в обязательном исполнении требований к безопасности труда и повышением рисков возникновения пожаров.

Научная значимость настоящего исследования заключается в совершенствовании средств пожарной автоматики на производственном объекте Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть» путем объединения имеющихся технических элементов и нового автоматизированного рабочего места дежурного оператора службы охраны в интегрированную систему автоматической охранно-пожарной сигнализации.

Объект – система пожарной безопасности производственных объектов.

Предмет – средства пожарной автоматики на производственных объектах.

Цель исследования – повышение безопасности производственного объекта при пожаре за счет внедрения усовершенствованных средств пожарной автоматики.

Гипотеза исследования состоит в том, что совершенствование средств пожарной автоматики на производственных объектах будет обеспечено при, если:

- описать применяемые средства пожарной автоматики, проанализировать достоинства и недостатки и обосновать необходимость совершенствования;
- провести поиск инновационных технических решений по патентной и научно-технической документации;
- проанализировать требования к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах с описанием ограничений и возможностей модернизации оборудования;
- описать усовершенствованные средства, представить принцип их действия;

- на конкретном производственном объекте описать реализацию внедрения усовершенствованных средств пожарной автоматики.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать средства пожарной автоматики на производственных объектах путем анализа достоинств и недостатков, особенностей применимости и методом поиска инновационных технических решений по патентной и научно-технической документации;
- разработать методологию способов совершенствования средств пожарной автоматики путем анализа требований к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах;
- на конкретном производственном объекте описать реализацию экспериментальной апробации внедрения усовершенствованных средств пожарной автоматики на производственных объектах.

Теоретико-методологическую основу исследования составили:

- системный подход, позволяющий описать применяемые средства пожарной автоматики, проанализировать достоинства и недостатки, обосновать необходимость совершенствования, сформулировать цели и задачи процесса модернизации;
- выявление усовершенствованных средств пожарной автоматики;
- конкретизированный алгоритмы выбора;
- анализ технических характеристик средств пожарной автоматики;
- аналитические данные требований к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах, ограничения и возможности модернизации оборудования, технические решения, которые могут быть использованы при совершенствовании;
- требования технического регламента о требованиях пожарной безопасности.

Базовыми для настоящего исследования явились также:

- данные о технологическом процессе предприятия;
- план мероприятий по пожарной безопасности;
- положения и статьи технического регламента о требованиях пожарной безопасности, национальных стандартов в сфере противопожарной автоматики.

Методы исследования:

- конкретизация видов применяемых средств пожарной автоматики посредством изучения нормативных источников, учебных пособий, существующего опыта производственных предприятий (как они справляются с обеспечением пожарной безопасности на своих объектах защиты), здесь применяются теоретический, библиографический методы исследования;
- теоретический обзор применяемых на производстве средств пожарной автоматики, здесь применяется также библиографический
- анализ достоинств и недостатков средств противопожарной автоматики на основании появления новых унифицированных технических средств, которыми приходится заменять существующее оборудование;
- расчетные методы по вычислению параметров средств противопожарной автоматики и подбор необходимых показателей для того или иного помещения, а также объекта защиты.

Опытно-экспериментальная база исследования основана на базе ФГКУ Самарской области «Центр по делам ГО, ПБ, ЧС» ПСО №36 противопожарной службы Самарской области.

Научная новизна исследования заключается в:

- внедрении метода оптимального выбора унифицированных средств противопожарной автоматики (ручные взрывозащищенные «ИП 535-07е», взрывозащищенные светильники, преобразователь

интерфейсов RS-232/RS-485) в технологический процесс обеспечения пожарной безопасности;

- новых закономерностях и особенностях по выбору современных методов решения в практике применения средств противопожарной автоматики;
- выявленных ограничениях при работе средств противопожарной автоматики и алгоритме возможности модернизации оборудования.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- решении проблемы выбора средств противопожарной автоматики для снижения затрат предприятия – внедрение интегрированной автоматической пожарной сигнализации – это шаг к повышению уровня пожарной безопасности;
- выявлении факторов для выбора средств пожарной автоматики;
- методологической разработке методов совершенствования средств пожарной автоматики;
- анализе возможностей совершенствования средств пожарной автоматики путем метода от общего к частному (применимо к Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть»), описание аспирационных сверхчувствительных извещателей, адресных извещателей и цифровых систем контроля.

Практическая значимость исследования:

- усовершенствованная автоматизированная система координатного обнаружения очагов возгораний на объектах нефтепереработки, которая способна обеспечить видеомониторинг состояния защищаемого объекта по сигналам пожарных извещателей и обнаружение пожара с использованием методов координатного обнаружения пожара;

- переход от существующей системы защиты к новой с последовательным включением элементов существующего оборудования и нового рабочего места в общую интеграцию.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- согласованием полученных теоретических и практических результатов с экспериментальными данными, полученными при внедрении автоматической системы координатного обнаружения очагов возгораний.;
- публикацией результатов проведенного исследования в рецензируемых научных изданиях;
- внедрением результатов в теории на объекте нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть».

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в:

- проведении анализа нормативных и локальных документов в области пожарной автоматики;
- предложении метода выбора средств противопожарной автоматики на основании сравнительного анализа технических средств
- подборе средств противопожарной автоматики в условиях существующей системы, преобразуя ее в интегрированную систему координатного обнаружения очагов возгораний.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования.

Его результаты докладывались на следующих конференциях – «Наука и просвещение», сборник статей XXI Международной научно-практической конференции, 10 сентября 2024 г. в г. Пенза

На защиту выносятся:

- выявленные данные анализа технических характеристик средств пожарной автоматики для последующего проведения поиска инновационных технических решений в области пожарной автоматики на производственных объектах;
- разработанная методология способов совершенствования средств пожарной автоматики (метод оптимального выбора унифицированных средств);
- внедрение совершенствованных средств пожарной автоматики на производственном объекте Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть»;
- анализ и оценка эффективности интегрированной системы противопожарной защиты.

Структура магистерской диссертации.

Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 3 рисунка, 3 таблицы, список использованной литературы (45 источников). Основной текст работы изложен на 90 страницах.

Термины и определения

«Автоматическая пожарная сигнализация – это комплекс технических средств, предназначенных для обнаружения очага пожара, обработки, передачи информации о пожаре и (или) выдачи команд (на включение автоматических установок пожаротушения, установок систем противодымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты)» [1].

Пожарная автоматика – «технологический комплекс средств и устройств, в задачи которого входит своевременное выявление пожара и дальнейшее принятие необходимых мер в соответствии с составленным алгоритмом действий» [11].

Пожарный извещатель – «устройства в одном корпусе, используемые для мониторинга среды и передатчик сигнала на контрольную панель» [8].

Пожарный прибор управления – «устройство постоянного контроля состояния оборудования автоматического пожаротушения, их включение и выключение в зависимости от поступающих сигналов» [6].

Пожарный приемно-контрольный прибор – «устройство для приема сигналов, поступающих от извещателей, а также контроль целостности шлейфа, соединяющего приборы в единую сеть» [11].

Роботизированные установки пожаротушения – «современные цифровые интеллектуальные системы управления, это новые подходы в технологии пожаротушения, основанные на применении пожарных роботов, воплотивших в себе последние достижения науки и техники, которые значительно расширили технические возможности автоматических установок пожаротушения» [8].

Система передачи извещений о пожаре – «устройство, основной задачей которого является передача информационных сообщений о срабатывании пожарной сигнализации на объекте» [23].

Перечень сокращений и обозначений

АПС – автоматическая пожарная сигнализация

АРМ – автоматизированное рабочее место

АУПТ – автоматические системы пожаротушения

ДНСУПСВ – дожимная насосная станция с установкой
предварительного сброса воды

ГПЗ – газоперерабатывающий завод

ИП – пожарные извещатели

НВП – насос внешней перекачки

НСП – Нефтегорское нефтестабилизационное производство

ПА – пожарная автоматика

ППКП – пожарные приемно-контрольные приборы

ППУ – пожарные приборы управления

СВК – сигнализатор взрывоопасных концентраций

СКУД – система контроля и управления доступом

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией при пожаре

СПИ – системы передачи извещений о пожаре

УВОА – устройство восстановления, отключения автоматики

УДП – устройство дистанционного пуска

УПН – установка подготовки нефти

1 Исследование средств пожарной автоматики на производственных объектах

1.1 Анализ применяемых на производстве средств пожарной автоматики

Современными средствами противопожарной автоматики по теме магистерской диссертации являются:

- средства противопожарной сигнализации;
- системы оповещения людей о пожаре;
- системы противодымной защиты;
- средства пожаротушения.

Объектом исследования является Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть» по адресу: Самарская область, Нефтегорский район.

Установки подготовки нефти № 1 и № 2 (УПН № 1, УПН № 2) предназначены для обезвоживания, обессоливания и стабилизации девонских и угленосных нефтей, поступающих с концевых ДНС-УПСВ «Горбатовской», «Парфеновской», «Бариновской», «Утевской», «Ветлянской», «Грековской» и с Кулешовского месторождения с целью их обезвоживания, обессоливания и стабилизации и дальнейшей передачи для транспортировки ОАО АК «Транснефть». Попутный газ сепарации под давлением сепарации подается на Нефтегорский ГПЗ для переработки. Пластовая вода, образующиеся в технологическом процессе сепарации нефтяного сырья используется для заводнения продуктивных пластов.

Установки № 1 и № 2 входят в состав ЦПНГ-5. ЦПНГ-5 находится на территории Нефтегорского нефтегазоносного района Самарской области вблизи г. Нефтегорска. В административном отношении пункт подготовки и сбора нефти НСП «Нефтегорское» расположен в пределах Нефтегорского района Самарской области. Ближайшими населенными пунктами являются: г. Нефтегорск, с. Борское, с. Утевка.

Перечень объектов подлежащих защите АПС:

- КПП, площадь 40,74 м²;
- АБК, площадь 665,37 м²;
- котельная, площадь 601,71 м²;
- реагентная котельной, площадь 65,70 м²;
- блок учета пресной воды, площадь 15,79 м²;
- насосная теплоносителя, площадь 72,00 м²;
- блок учета промышленных стоков, площадь 11,14 м²;
- операторная УСН, площадь 360,60 м²;
- компрессорная станция, площадь 40,80 м²;
- насосная внутренней перекачки, площадь 132,60 м²;
- насосная пенотушения, площадь 68,68 м²;
- склад-контейнер №1 УСН, площадь 36,00 м²;
- склад-контейнер №2 УСН, площадь 36,00 м²;
- насосная водотушения, площадь 68,68 м²;
- блок щитовой, площадь 4,00 м²;
- блок насосной внешней перекачки, площадь 103,86 м²;
- пункт контроля нефти, площадь 9,00 м²;
- насосная внешней перекачки, площадь 115,92 м²;
- блок контроля качества, площадь 9,00 м²;
- блок управления задвижками №1, площадь 9,00 м²;
- блок управления задвижками №2, площадь 18,00 м²;
- блок управления задвижками №3, площадь 18,00 м².

Проведем описание применяемых средств пожарной автоматики на рассматриваемом объекте.

Предусмотрено использование существующего автоматизированного рабочего места дежурного оператора службы охраны ПО АРМ «Орион – Про», производства фирмы НВП «Болид», г. Королев. Существующая ПЭВМ «Compaq 6200 Pro» торговая марка «НР», монитор «НР 2011х» торговая

марка «НР», источник бесперебойного питания – «APC Smart-UPS» 2200VA/1980W торговая марка «American Power Conversion Corp». При визуальном обнаружении горения или задымления предусмотрена установка ручных пожарных извещателей на 9-и существующих стойках («Фактор Спецэлектроника»), освещенных лампами накаливания в взрывозащищенных светильниках, запитанных 24 В через сумеречное реле от источников питания, установленных в ближайших зданиях.

Извещатели пожарные ручные взрывозащищенные «ИП 535-07е» установлены на высоте 1,5 м, на освещенных взрывозащищенными светильниками стойках, расположенных на территории.

Точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели установлены в каждом отсеке потолка шириной 0,75 м и более, ограниченном строительными конструкциями, выступающими от потолка на расстояние более 0,4 м.

Размещение точечных пожарных извещателей выполнено с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной вентиляцией. Расстояние от извещателя до вентиляционного отверстия не менее 1 м. Адресно-аналоговые «С2000-ИП» и извещатели пожарные ручные адресные «ИП 513-3АМ» исполнения 01 распределены на самостоятельные зоны и шлейфы и подключены к двухпроводным линиям связи контроллеров «С2000-КДЛ». Извещатели пожарные, комбинированные взрывозащищенные «ИДТ-2» ИБ исполнения ИП212/101-18-А2R1, ручные взрывозащищенные «ИП-535 07е» распределены на самостоятельный шлейф сигнализации. Шлейф подключен к устройству блок искрозащиты на стабилитронах, который в свою очередь отдельным адресным шлейфом сигнализации подключен к приемо-контрольному охранно-пожарному прибору «Сигнал-10» или «С2000-4».

Средства системы пожарной сигнализации обеспечивают круглосуточную работу в автономном режиме. Очередность оповещения I-II типа – всех одновременно. В качестве средств светового оповещения

использованы световые оповещатели «Выход» «Молния-12» производства ООО «Элтех-сервис», г. Омск. Они установлены над выходами, предназначенными для эвакуации людей. Во взрывоопасных помещениях в качестве средств внешнего светового оповещения использован оповещатель пожарный взрывозащищенный «ОРБИТА ВЗ С» производства ООО «Компания СМД», г. Тольятти.

Оптико-электронные линейные пожарные извещатели ИП212-52СМД «ИПДЛ 52СМД» (узко угольные) предназначены для обнаружения дыма и применяются для защиты помещений, имеющих большую площадь, большую протяженность или большую высоту потолков, а также обладающих сравнительно неплохой геометрией стен (параллельность противоположных сторон). Извещатели ИП212-52СМД являются однопозиционными извещателями и предназначены для работы только в двухпроводных шлейфах.

Извещатели ИП212-52СМД состоят из приемо-передатчика и рефлектора отражателя и выносного устройства УВ-ПРД-ПРМ. В извещателе типа ИП212-52СМД приемник и передатчик размещены в одном корпусе, а оптические каналы разнесены и изолированы в двухкамерной оптической системе. В качестве рефлектора-отражателя в ИП212-52СМД используется высокоэффективный световозвращающий рефлектор-отражатель (катафот), способный выполнять свои функции даже при отклонении его поверхности относительно оптического луча на $\pm 10 \div 15$ градусов.

Принцип действия извещателей построен на свойстве уменьшения мощности оптического луча, прошедшего через задымленную среду. Передатчик извещателя формирует периодически-повторяющиеся пачки инфракрасных импульсов [20].

В качестве средств внешнего оповещения использован светозвуковой оповещатель «Маяк-12К» наружного исполнения производства ООО «Электротехника и автоматика», г. Омск. Звуковые сигналы оповещения отличаются по тональности от сигналов другого назначения и обеспечивают

необходимую слышимость во всех помещениях с постоянным и временным пребыванием людей. Средства оповещения включаются автоматически при получении информации о срабатывании любого пожарного извещателя.

Запуск средств оповещения II типа осуществлен с контактов реле контрольно-пусковых блоков «С2000-КПБ», приборов «Сигнал-10» и «С2000-4» с контролем целостности линий оповещения. Отключение вентиляции производится устройствами коммутационными «УК-ВК»/02 производства ОАО «Радий», г. Касли, Челябинская область, при получении управляющего сигнала с блоков контрольно-пусковых «С2000-КПБ».

Таким образом, на объекте Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть» используются следующие средства пожарной автоматики:

- АРМ дежурного оператора службы охраны ПО АРМ «Орион – Про» НВП «Болид», г. Королев;
- ручные пожарные извещатели («Фактор Спецэлектроника»);
- блоки контрольно-пусковые «С2000-КПБ», блоки индикации «С2000-БИ»;
- блоки контроля и индикации «С2000-БКИ», адресные расширители «С2000-АР2», извещатели дымовые оптико-электронные адресно-аналоговые «ДИП-34А»;
- извещатели пожарные тепловые максимально-дифференциальные адресно-аналоговые «С2000-ИП», извещатели пожарные ручные адресные «ИП 513-3А»;
- извещатели охранные объемные оптико-электронные инфракрасные адресные «С2000-ИК», извещатели охранные магнитоконтактные адресные «С2000-СМК»;
- извещатели охранные магнитоконтактные адресные «С2000-СМК Эстет»;
- извещатели дымовые оптический линейные однопозиционные «ИПДЛ-52СМД»;

- считыватели бесконтактных пластиковых карточек «C2000-Proxy»;
- резервированные источники питания «РИП-12RS»;
- бокс для дополнительных аккумуляторов «Бокс 2 × 17 А·ч-12В».

Существующая ПЭВМ «Compaq 6200 Pro» торговая марка «HP» – 1 шт.
 Существующий монитор «HP 2011х» торговая марка «HP» – 1 шт.
 Существующий источник бесперебойного питания – «APC Smart-UPS»
 2200VA/1980W торговая марка «American Power Conversion Corp» – 1 шт.

Далее проанализируем достоинства и недостатки применяемых на производстве средств пожарной автоматики.

Не менее важным является и аспект экономии: система, работающая в автоматическом режиме, требует меньших затрат на персонал и обслуживание.

Сигналы системы автоматической охранно-пожарной сигнализации выведены на пост охраны в помещение контрольно-пропускного пункта, АБК Нефтегорской УСН, операторную Нефтегорской УСН, операторную котельной, обеспеченные круглосуточным дежурством.

Тем не менее, на основании анализа интегрированной системы АПС, выявим особенности, недостатки и ограничения в работе системы:

- высокая стоимость оборудования, а также установки и обслуживания представленной системы, поскольку она представляет собой единый комплекс взаимосвязанных элементов;
- применение однопозиционных извещателей не включает полный охват требуемой мощности передатчиками для одной и той же контролируемой дистанции (даже по сравнению с двухпозиционными, например);
- сложности с модернизацией и расширением, поскольку необходима интеграция новых элементов, а также обновление имеющегося программного обеспечения;

- возможные информационные перегрузки в работе оператора из-за увеличения информационной нагрузки и необходимости решения порой параллельных или несовместимых задач;
- потребность в высококвалифицированном персонале по обеспечению технической поддержки интегрированной системы.

Выбор технологий по совершенствованию средств пожарной автоматики на производственных объектах подтверждается наличием следующих факторов:

- интегрированная система противопожарной автоматики (все средства связаны между собой);
- наличие искусственного интеллекта;
- представленные технологии являются значительным шагом вперёд в области обеспечения безопасности людей и защиты материальных ценностей;
- возможность интеграции средств противопожарной автоматики с другими инженерными решениями, что позволяет создать комплексную и эффективную систему безопасности.

Мероприятия по модернизации системы средств пожарной автоматики:

- замена старых датчиков дыма, тепла и угарного газа на новые, более чувствительные и надёжные модели;
- обновление или замена контрольных панелей для улучшения управления системой и повышения её функциональности;
- установка современных сирен, световых индикаторов и систем голосового оповещения для более эффективного информирования людей о пожаре;
- улучшение связи и интеграции, обновление кабельных систем для обеспечения более стабильной и быстрой передачи данных,

- внедрение решений для интеграции с системами видеонаблюдения, контроля доступа и другими элементами общей системы безопасности;
- обновление программного обеспечения, внедрение новых функций, улучшение интерфейсов и повышение общей надёжности системы, установка программ для удалённого мониторинга и диагностики.

Целью процесса модернизации является повышение эффективности и надёжности интегрированной системы АПС с учетом внедрения новых элементов.

Задачи процесса модернизации:

- повышение эффективности работы системы;
- улучшение связи и интеграции;
- обновление контрольных панелей;
- обновление программного обеспечения.

1.2 Поиск и анализ инновационных технических решений в области пожарной автоматики на производственных объектах

Итак, в ходе изучения литературы по теме исследования было уточнено, многие производства, работающие достаточно долго, обладают противопожарными автоматическими системами, но устаревшими морально. Замена таких систем на более современные либо приведение их в соответствие действующим требованиям и особенно оснащение новых производств, ведется с учетом полного комплекса задач по обеспечению безопасности. Следует на новых предприятиях предусматривать систему пожарной автоматики, состоящую на единой аппаратной и программной базе средств [44].

Повышение эффективности работы системы заключается в проверке не только отдельно оборудования и составных элементов АПС, а также в проверке работы интеграции системы АПС.

При установке автоматической сигнализации очень важно соблюдать правила эксплуатации, чтобы гарантировать ее долговечность. Первостепенное значение имеют инструкции производителя. В них указывается расположение дымовых извещателей – на потолке, перегородках или несущих колоннах – и может потребоваться использование специализированных подвесов в зависимости от высоты потолка. Также рекомендуется соблюдать идеальное расстояние между извещателями, обычно 5-10 метров, в зависимости от масштаба помещения [40].

Выбор правильных кабелей – еще один важный момент. Для прокладки внутри перегородок требуются негорючие кабели, а для открытой проводки необходимо использовать огнестойкую или невоспламеняющуюся изоляцию, которая выдержит воздействие высоких температур и пламени. Кроме того, все отверстия в стенах или полу, через которые проходят кабели, следует заделать огнестойкой пеной или герметиком, чтобы уберечь вас от огня и дыма.

При установке панелей управления и связанных с ними систем необходимо соблюдать стандарты. Панели управления должны быть размещены в помещениях с подходящей температурой и влажностью, чтобы защитить их компоненты от внешних воздействий. Доступ к системе слежения и манипулирования должен быть ограничен для легального персонала, что требует размещения в зонах с контролируемым доступом. Эти меры обеспечат надежную и экологичную работу каминной автоматики, защитив ее от возможных рисков.

Рекомендуется оснащать автоматизированное рабочее место сотрудников, относящееся к системе пожарной автоматики, монитором компьютера, позволяющим отслеживать визуально планировку объекта, места расположения пожарных извещателей, автоматических устройств

пожаротушения, время и сведения о срабатывании, кроме того, данное АРМ (автоматизированное рабочее место) фиксирует ситуации сбоев в работе системы, ее отключений. Эти сведения сохраняются в архиве. Информация о работе системы на узел управления передается через канал связи.

Подобная структура противопожарной системы наиболее рациональна, работа диспетчеров будет оперативной и эффективной, время на принятие решений диспетчерской службой в случае образования возгорания будет минимальным, а также появляется возможность применения единой системы для технических, профилактических и ремонтных работ.

Нельзя забывать о высоких рисках возникновения опасности при эксплуатации таких производственных объектов промышленности, в следствие наличия взрывоопасных условий, сложных технологий. Помещения, где вероятность возникновения взрывоопасности велика, располагается основная часть пожарных извещателей, техническое исполнение которых должно быть взрывозащищенным.

Производственные помещения со взрывоопасными условиями должны оборудоваться тепловыми пожарными извещателями и извещателями пламени, поскольку вероятные ситуации возгораний будут протекать при образовании огня в минимальный временной отрезок, иметь высокую скорость развития пожара и быстрый рост температуры.

Отметим ограниченность вариантов выбора пожарных извещателей указанных видов российского исполнения. Данные ситуации потребовали использования на наших производственных предприятиях взрывозащищенных детекторов пламени фирмы Det-Tronics (США) и взрывозащищенных тепловых пожарных извещателей фирмы Kidde-Fenwal. Извещатели пламени фирмы Det-Tronics «разрабатывались с учетом особенностей спектральных и частотных характеристик пламени углеводородного топлива и режима эксплуатации до значений $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ » [34].

«Тепловые извещатели Kidde-Fenwal имеют модификации с температурой срабатывания в диапазоне от $+88$ до $+320\text{ }^{\circ}\text{C}$ » [36].

Практическое применение таких извещателей многими предприятиями доказало их надежность, стабильность эксплуатационных параметров [38].

В последнее время в нашей стране прилагаются усилия по разработке и внедрению надежных пожарных извещателей обычного исполнения и взрывозащищенного, отвечающих самым современным требованиям обеспечения безопасности. Было принято решение о модернизации отечественных пожарных извещателей, чтобы их характеристики отвечали самым строгим требованиям, организовать выпуск таких извещателей на российских предприятиях в достаточном количестве. При исследовании извещателей необходимо обратить внимание на такие параметры, как температурная стабильность, виброустойчивость, не восприимчивость электромагнитных помех.

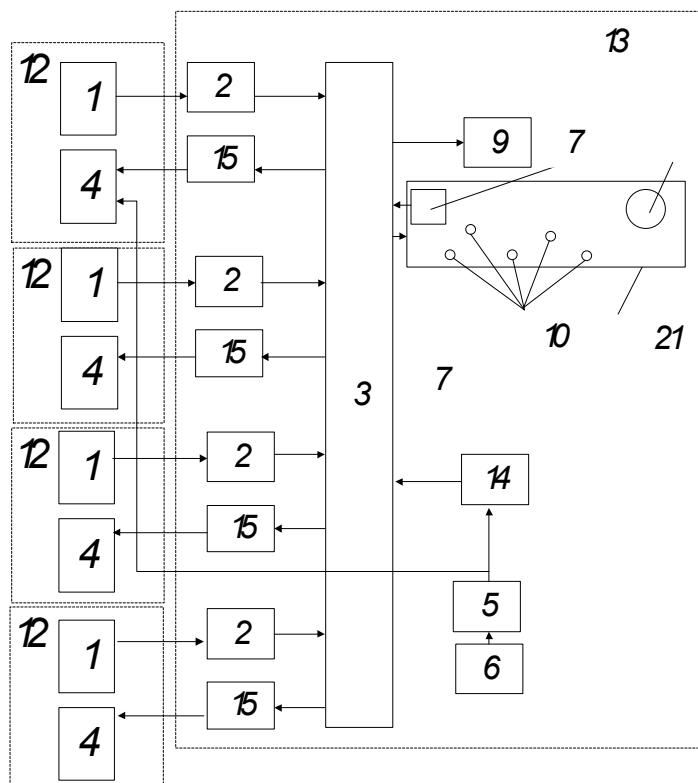
В настоящее время разрабатываются планы по организации производства детекторов пламени Det-Tronics в России. За реализацию этой инициативы отвечает ЗАО «Спецтехника». Первоначально, в этом году, они будут сосредоточены на сборке детекторов из деталей, поставляемых компанией Det-Tronics. Они планируют освоить производство корпусов, кабельных вводов и монтажных кронштейнов, а затем и электронных модулей. Целью этих усилий является производство пожарных извещателей, соответствующих отраслевым стандартам, и одновременное снижение затрат на их производство. В рамках исследуемой темы были проанализированы данные разработок инновационных технических решений.

В патенте: «Автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением» за авторством С.Н. Баева предлагается «противопожарное устройство, которое предназначено для оповещения об аварийном перегреве оборудования» [1].

«Предлагаемая система относится к противопожарным устройствам и предназначена для оповещения об аварийном перегреве или возгорании оборудования в защищаемых отделах производственного объекта и запуска средств пожаротушения в ручном и в автоматическом режимах. Задачей,

которую решает предлагаемая полезная модель, является конструктивное упрощение системы и адаптация к производственным объектам, уже находящимся в эксплуатации» [1].

На рисунке 1 приведена блок-схема системы АПС и АУПТ.



«1 – пожарные извещатели, 2 – микроконтроллер контроля неисправности линий, 3 – микроконтроллер сбора информации и устройства управления, 4 – средства пожаротушения, 5,6 – источник бесперебойного питания, 7 – кнопка аварийного пуска, 8 – кнопка адресного пуска, 9 – устройство звукового сигнала, 10 – устройство светового сигнала, 11 – панель индикации, 12 – защищаемая зона, 13 – корпус, 14 – внутренний вторичный источник питания, 15 – блок управления с запуском» [26]

Рисунок 1 – Блок-схема системы пожарной сигнализации и управления пожаротушением [26]

В патенте: «Система пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения» за авторством О.В. Воробьева, В.Н. Битюкова дано описание системы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, которая «содержит две секции, снабженные системой пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. В каждой

секции установлены блок индикации и управления, блок управления секцией, блок резервного питания, извещатели пожарные ручные, тепловые извещатели пожарные, дымовые извещатели пожарные, звуковые и световые оповещатели пожарные, а также генераторы тушащего вещества» [26].

Блок-схема адаптивной системы пожарной сигнализации представлена на рисунке 2.

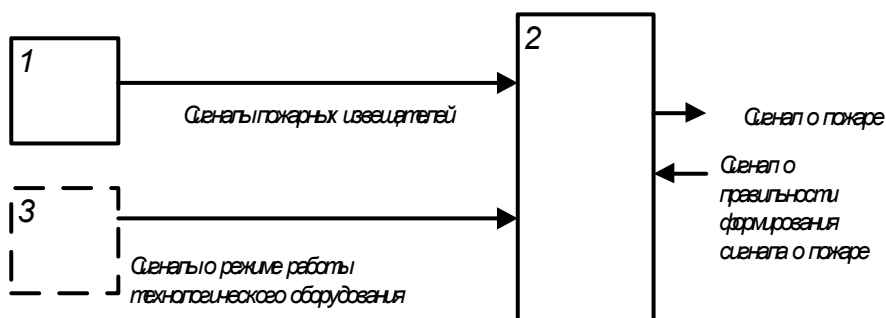


Рисунок 2 – Блок-схема адаптивной системы пожарной сигнализации [26]

«Блок управления секцией связан с оборудованием производственного объекта с возможностью его отключения при срабатывании генераторов тушащего вещества. Блоки индикации и управления каждой секции соединены между собой, а также с устройством регистрации пожарных состояний и блоком управления радиостанцией. Блоки индикации и управления каждой секции выполнены с возможностью передачи сообщений о нарастании температуры с учетом контроля тепловых извещателей пожарных. Устройство регистрации пожарных состояний выполнено с возможностью считывания происходящих в системе событий для анализа причин пожара или нарушений работы системы с учетом контроля извещателей пожарных по локальной цифровой сети. Достигается повышение надежности работы системы, снижение вероятности ложных срабатываний» [26].

Техническим результатом патента, автор которого С.Н. Бурдюгов «является повышение надежности обнаружения пожара автоматическими пожарными извещателями в условиях, где нежелательные факторы технологического процесса оказывают на используемые пожарные извещатели воздействие, аналогичное воздействию контролируемых факторов пожара, и могут спровоцировать срабатывание пожарной сигнализации при отсутствии пожара, а также реализация функции пожарной сигнализации» [3].

«Технический результат достигается за счет выбора (адаптации) пороговых значений контролируемого фактора пожара в зависимости от значений контролируемых технологических параметров, характеризующих такие режимы работы технологического оборудования, при которых нежелательные факторы технологического процесса, оказывающие на используемые пожарные извещатели воздействие, аналогичное воздействию контролируемых факторов пожара, могут превысить пороговые значения» [3].

Изобретение С.И. Капустина, Д.И. Шпигеля относится к системам пожарной сигнализации и пожаротушения. «Сущность изобретения состоит в том, что в системе автоматического аэрозольного пожаротушения, содержащей однотипные модули средств пожаротушения с блоками контроля и управления пожаротушающими средствами и исполнительными блоками, пульт сигнализации и дистанционного управления, состоящий из однотипных ячеек по числу модулей средств пожаротушения, блок управления каждого модуля содержит пять усилителей, три компаратора, два счетчика, генератор тактовых импульсов, четыре схемы И, схему НЕ, исполнительный блок содержит два выпрямителя, два реле, подключенных соответственно к первому и второму входам автоматического запуска» [25].

«Пожаротушающие средства выполнены в виде генераторов аэрозольной смеси инертных газов и ультрадисперсных частиц с ингибирующим действием в процессе горения, снабженных одним или двумя электрическими инициаторами запуска. Разделение аэрозольных генераторов

в модуле на две группы, запускаемые с задержкой одна относительно другой, позволяет обеспечить режим работы источника питания за счет его разгрузки. Система обладает повышенной надежностью, обеспечивает автоматическое обнаружение и ликвидацию пожара без вмешательства обслуживающего персонала, а также увеличения межрегламентного периода системы» [25].

Изучена управляемая система и способы для противопожарной защиты объектов. «Системы и способы включают распределение текущей среды, обнаружение и управление подсистемами для распознавания одного или нескольких устройств распределения текущей среды, предназначенных для управляемой работы, обеспечивающей принятие мер против пожара» [31].

Изобретение 3. Мэгнона «подразумевает системы противопожарной защиты, генерирующие регулируемый ответный сигнал реакции на пожар, в которых происходит распределение фиксированного объемного потока текущей среды для пожаротушения для обеспечения эффективного гашения пожара» [31].

Россия заняла лидирующую позицию, внедрив роботизированные системы пожаротушения на законодательном уровне. Эти системы представляют собой значительный скачок в развитии технологий пожарной безопасности, в них используются современные цифровые системы управления и роботы, созданные на основе последних достижений науки и техники.

Данные роботы призваны расширить возможности автоматизированных систем пожаротушения, революционизируя наш подход к борьбе с пожарами. Они работают по алгоритмам, сочетающим автоматическое управление с практическим опытом пожарных, интегрируя проверенные методы и технологии, которые были испытаны в реальных условиях.

«Соблюдение 100%-ной готовности к защите объекта обеспечивается 100%-ым резервированием, надежностью и самотестированием всех

элементов, с регистрацией событий на удаленном сервере с санкционированным доступом, исключаяющим человеческий фактор» [20].

«Предупреждение о наличии аномально нагретых зон, предшествующих загоранию. Пожарный робот ведет наблюдение в ИК-диапазоне и при температуре, близкой к возгоранию, в местах вероятного нагрева, сообщает о месторасположении аварийного участка» [15].

«Основная задача пожарного робота – определение координат очага возгорания и тушение его струей. Координаты очага определяются по данным датчиков наведения в ИК- и УФ-диапазоне и расстояния. Струя наводится по баллистической траектории с учетом базы данных реальных траекторий струй» [16].

«Определить очаг загорания в начальной стадии и тушить всем расходом для пожарного робота норма – обнаружить очаг пожара 0,1 м² и тушить его всем расходом. При таком сосредоточении мощности потушить очаг в начальной стадии – решаемая задача» [17].

«Следить за меняющейся пожарной обстановкой. При отсутствии признаков пожара тушение прекращается, и система переходит в режим мониторинга» [21].

Целевое применение воды, где «вода подается только в направлении огня, не причиняя ущерб от воздействия избыточной воды участкам, не подверженным действию огня. При выходе из зоны горения включается быстродействующий клапан перекрытия потока» [14].

«Распознавание струи и введение обратной связи по положению струи относительно очага возгорания. Корректировка наведения струи при ее отклонении от очага возгорания» [22].

«Тушение эффективной частью струи горячей поверхности очага. Эффективность тушения при циклическом тушении строчным сканированием струи по площади обеспечивается равномерностью подачи, определяемой правильно выбранным шагом сканирования, который приравнивается к размеру эффективной части струи с наиболее высокой интенсивностью орошения» [18].

«Высокая живучесть достигается 100%-ым резервированием с глубоким эшелонированием функциональных органов управления. На смену роботу, вышедшему из строя, приходит второй.

В настоящее время существует автоматизированная программа, предназначенная для выбора технологий автоматического пожаротушения, ориентированная на роботизированные системы. Программа получает исходные данные об объекте, нуждающемся в защите, а затем самостоятельно определяет параметры, необходимые для эффективного пожаротушения, в соответствии с установленными требованиями.

Выводы по разделу 1

В разделе 1 проведен анализ применяемых на производстве средств пожарной автоматики, описаны средства пожарной автоматики, проанализированы достоинства и недостатки, обоснована необходимость совершенствования, сформулированы цели и задачи процесса модернизации.

Проведен поиск и анализ инновационных технических решений в области пожарной автоматики на производственных объектах, представлено описание и анализ сущности этих решений, описаны эффективность и принцип действия. Объектом исследования является Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть» по адресу: Самарская область, Нефтегорский район.

Приведен перечень объектов подлежащих защите АПС, описаны применяемые средства пожарной автоматики на объекте. Конкретизированы достоинства и недостатки применяемых на производстве средств пожарной автоматики. Показаны особенности, недостатки и ограничения в работе существующей системы АПС объекта. Далее зафиксированы факторы выбора технологий по совершенствованию средств пожарной автоматики на производственном объекте. Сформулированы мероприятия по модернизации системы средств пожарной автоматики на исследуемом объекте, обозначены цель и задачи процесса модернизации. Проведен поиск и анализ инновационных технических решений в области пожарной автоматики на производственных объектах, представлены описания и анализ сущности этих решений, описана эффективность и принцип действия.

2 Совершенствование средств пожарной автоматики на производственных объектах

2.1 Анализ возможностей совершенствования средств пожарной автоматики

Интегрированная система автоматического мониторинга пожара и управления зданиями состоит из множества разнообразных устройств. Их основная задача – оперативно обнаруживать и регистрировать изменения, инициируя последующие действия по мере необходимости. Для обеспечения оптимальной производительности каждая система разрабатывается и конфигурируется на заказ [41]. Такой подход обеспечивает эффективное взаимодействие оборудования с учетом конкретных масштабов и сложности установки.

«В целом систему производственной и пожарной автоматики на объекте можно рассматривать, как комплексную систему автоматической противопожарной защиты, включающую в себя следующие подсистемы:

- подсистему производственной автоматики (приборы контроля температуры, давления, СВК);
- подсистему пожарной сигнализации (совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста);
- подсистему автоматического пожаротушения (совокупность стационарных технических средств тушения пожара путём выпуска огнетушащего вещества);
- подсистему оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (совокупность технических средств (приборов управления оповещателями, пожарных оповещателей), предназначенных для оповещения людей о пожаре);

- подсистему автоматической противодымной защиты (комплекс организационных мероприятий, объемно-планировочных решений, инженерных систем и технических средств, направленных на предотвращение или ограничение опасности задымления зданий, сооружений и строений при пожаре, а также воздействия опасных факторов пожара на людей и материальные ценности)» [1].

«Автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации должны монтироваться в зданиях и сооружениях в соответствии с проектной документацией, разработанной и утвержденной в установленном порядке» [34].

Соответственно автоматические установки пожаротушения должны быть обеспечены:

- «расчетным количеством огнетушащего вещества, достаточным для ликвидации пожара в защищаемом помещении, здании или сооружении;
- устройством для контроля работоспособности установки;
- устройством для оповещения людей о пожаре, а также дежурного персонала и (или) подразделения пожарной охраны о месте его возникновения;
- устройством для задержки подачи газовых и порошковых огнетушащих веществ на время, необходимое для эвакуации людей из помещения пожара;
- устройством для ручного пуска установки пожаротушения, за исключением установок пожаротушения, оборудованных оросителями (распылителями), оснащенными замками, срабатывающими от воздействия опасных факторов пожара» [34].

«Линии связи между техническими средствами автоматических установок пожарной сигнализации должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций. Приборы управления пожарным оборудованием автоматических

установок пожарной сигнализации должны обеспечивать принцип управления в соответствии с типом управляемого оборудования и требованиями конкретного объекта. Технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны быть обеспечены бесперебойным электропитанием на время выполнения ими своих функций» [34].

«Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем. Объекты должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений на требуемом уровне» [6].

А.А. Навацкий дает следующее определение системы пожарной автоматики: «совокупность взаимодействующих систем пожарной сигнализации, передачи извещений о пожаре, оповещения и управления эвакуацией людей, противодымной вентиляции, установок автоматического пожаротушения и иного оборудования автоматической противопожарной защиты, предназначенных для обеспечения пожарной безопасности объекта» [12].

В издании за авторством Б.В. Грушевского уточняется, что «система пожарной автоматики может различаться по своему составу и входящим в нее компонентам, равно как и по набору функциональных возможностей. На практике основной задачей ПА является обнаружение пожара на ранних стадиях, для чего используются пожарные извещатели, укомплектованные необходимыми сенсорными элементами для определения наличия задымления, повышения температуры, появления в воздухе продуктов горения. Извещатели детектируют критические изменения среды и передают сообщение об этом на управляющее контрольное оборудование.

Поступление тревожного сигнала может сопровождаться различными дополнительными действиями в зависимости от состава системы» [10].

Н.Ф. Бубырь подразделяет системы пожарной автоматики на две основные группы. К первой группе относятся автоматические системы противопожарной защиты. Среди них первостепенное значение имеют установки сигнализации, оснащенные различными пожарными извещателями. Эти установки интегрированы в технические и инженерные сети зданий для быстрого обнаружения пожаров.

Вторая категория – это системы пожарной сигнализации и управления оценкой. Компоненты этих систем, такие как световые, звуковые и голосовые оповещения, имеют решающее значение для управления людьми во время эвакуации. Они используются как в небольших зданиях с меньшим количеством этажей и большими площадями, так и на обширных объектах, где проживает большое количество людей, и работают как независимые сети оповещения и контроля [8].

А.Н. Членов рассматривает виды средств пожарной автоматики на их функциональном назначении, выделяемые в соответствии с федеральным законодательством:

- извещатели, они же – датчики, их задача заключается в обнаружении пожара, датчики могут отслеживать разные параметры: наличие дыма, интенсивность инфракрасного излучения, повышение температуры;
- приемно-контрольные приборы, необходимы для проверки состояния электрических сетей, питающих датчики, а также за передачу сигнала от извещателей к средствам автоматического управления;
- управляющие приборы, это центральный узел системы пожаротушения, здесь обрабатывается сигнал с датчиков, после чего направляются соответствующие команды на средства оповещения и установки пожаротушения;

- система оповещения и управления эвакуацией, включает в себя различные устройства оповещения (световые, звуковые, текстовые), а также средства обозначения маршрута эвакуации;
- система уведомления специальных служб, обеспечивает автоматическую передачу информации о пожаре специализированным службам, сотрудникам внутренней безопасности объекта, а также собственнику (ответственному управляющему) [32].

Все больше технологий опирается на автоматизированные системы. Это касается, как элементов сигнализации (дымоуловители, температурные датчики), так и систем непосредственно тушения. Определение автоматической установки пожаротушения таково: это комплекс оборудования, который активизируется при срабатывании сигнальных датчиков, и обеспечивает устранение пожара без прямого участия человека.

Простейший пример такого комплекса:

- датчик задымления;
- емкость с водой (или другим веществом для тушения);
- система трубопроводов с распылителями;
- управляющий электронный блок [24].

Действия, выполняемые средствами пожарной автоматики, перечисляет А.Г. Аханченков:

- «запуск эвакуации – включается система звукового оповещения, а также визуальные сигналы, таблички и прочие элементы, обозначающие пути эвакуации с объекта;
- включение автоматического пожаротушения – в задачи данной системы входит локальное тушение пожаров или комплексное срабатывание на всем объекте, определенных этажах или секциях;
- передача сигнала далее на пост пожарной службы – дальнейшее автоматическое оповещение позволит оперативно вызвать на объекте

экипаж пожарной службы для действий по локализации возгорания и устранения его последствий;

- взаимодействие с внутренними коммуникациями – современные автоматизированные системы пожарной сигнализации могут взаимодействовать с вентиляцией и другими коммуникациями объекта» [5].

Характерные черты систем автоматического пожаротушения перечисляет Н.Ф. Бубырь:

- комплексный подход – сигнализация, тушение и управление объединены в единую систему;
- очаг возгорания устраняется без участия людей;
- управление комплексом осуществляется через электронный блок путем регулирования тех или иных параметров (например, концентрация дыма, при которой должна срабатывать система);
- возможность удаленного управления;
- круглосуточный режим работы, что обеспечивает безопасность объекта в любое время, независимо от наличия людей;
- после монтажа и настройки системы она требует минимальное участие со стороны человека [9].

Виды автоматических установок пожаротушения классифицирует В.В. Агафонов: водные, аэрозольные, газовые, пенные, порошковые.

Кроме того, АУПТ могут быть:

- водозаполненные или сухотрубные (в зависимости от заполнения трубопроводов системы);
- дренчерные, спринклерные или спринклерно-дренчерные (в зависимости от типа выпуска огнетушащего вещества) [2].

Соответствие нормативным требованиям диктует уникальные возможности и особенности компьютеризированных систем пожарной сигнализации.

Во-первых, они должны эффективно выявлять пожарные риски с помощью датчиков, которые могут определять наличие дыма, открытого пламени, угарного газа и других газов, свидетельствующих о начале пожара, а также изменения температуры.

Во-вторых, интеграция автоматизации очагов с системами пожаротушения и другой инфраструктурой необходима для замедления или предотвращения пожаров. Скорость и надежность этих систем очень важны, поскольку детекторы должны обнаруживать чрезвычайные ситуации в течение 30 секунд после появления дыма, пламени или других изменений в окружающей среде, указывающих на очаг.

В-третьих, важна устойчивость этих конструкций; все извещатели должны регулярно проверяться на соответствие установленным нормам и требованиям. Кроме того, они не должны подвергаться воздействию внешних факторов, таких как перепады температуры, электромагнитные помехи и влажность [30].

Данные системы нуждаются в надежных возобновляемых источниках энергии, некоторые компоненты которых оснащены батареями для длительной автономной работы. Они также должны быть спроектированы таким образом, чтобы их можно было легко сохранять, позволяя заменять любой модуль на такой же или аналогичный без ущерба для общих возможностей машины [7].

«На ряде объектов, находящихся в эксплуатации длительное время, системы пожарной автоматики морально устарели. Их модернизация и внедрение систем на вновь строящихся объектах осуществляется в настоящее время на основе комплексного решения задач по повышению уровня автоматизации предприятий отрасли и обеспечения их безопасности. Комплексный подход – это интеграция систем пожарной автоматики в автоматизированную систему управления технологическим процессом основного производства и связь с другими системами безопасности, в частности с системой контроля загазованности и системой технологических

защит, которые в числе прочего обеспечивают экстренную остановку агрегатов» [28].

Выделяется множество обширных достоинств включенных реакционных систем. Во-первых, их ключевым преимуществом является быстрота реагирования. В зависимости от настроек и общей производительности, эти структуры обычно начинают эвакуацию и тушение пожара в течение 20-60 секунд после обнаружения огня или дыма. Такая быстрая реакция существенно минимизирует риск для жизни и имущества.

Во-вторых, эти сооружения создают условия, способствующие подавлению и локализации очага. Автоматические механизмы пожаротушения распыляют огнетушащие вещества на пораженные участки, а вентиляционные конструкции в зависимости от настроек могут как пропускать свежий воздух, так и отводить дым. Эта двойная функция замедляет разрастание очага и позволяет его локализовать.

Очень важно исключить человеческие ошибки. Автоматизация всех методов исключает возможность ошибок, которые могут возникнуть при управлении сигнализацией. Автоматизация принятия решений теперь не только ускоряет, но и избавляет от опасности пропустить чрезвычайную ситуацию из-за человеческой халатности или некомпетентности.

Данные системы снижают потребность в огромном количестве обслуживающего персонала. В отличие от традиционных методов, требующих постоянного контроля со стороны сотрудников, эти системы требуют минимального контроля и обслуживания. В результате достигается значительная экономия средств, а инвестиции окупаются в течение длительного срока службы оборудования [11].

Наконец, системы оповещения о пожаре передают информацию о работе системы пожарной сигнализации. Эти системы могут передавать сообщения в диспетчерский центр пожарной охраны или использоваться внутри объекта или на рабочем месте в филиале. Каналы связи включают в

себя как стационарные, так и беспроводные варианты, использующие для передачи фактов современные сети GSM [39].

Каждый элемент играет важную роль в общей эффективности систем пожарной автоматики, обеспечивая быстрое обнаружение, надежную связь и мощную реакцию [23].

Таким образом, чтобы защитить объект от несанкционированного проникновения и своевременно выявить на его территории очаги возгорания, используется охранно-пожарное оборудование. Его интеграция в систему жизнедеятельности объекта формирует многофункциональную сеть, в которую входят также СКУД, камеры видеонаблюдения и ряд других устройств. Все это позволяет автоматизировать защиту объекта, свести к минимуму негативное влияние человеческого фактора.

В качестве решения проблемы обнаружения пожара во взрывоопасных производственных помещениях предлагается использование взрывозащищенных извещателей пламени фирмы Det-Tronics (США): «Извещатель пламени пожарный взрывозащищённый обеспечивает высоконадёжное обнаружение источников возгорания как легкоиспаряющихся, так и высоковязких углеводородов в сочетании с высокой степенью отражения ложных тревог» [34].

Также к применению предлагается использование на производственных объектах взрывозащищенных тепловых пожарных извещателей производства фирмы Kidde-Fenwal.

«Тепловые извещатели Kidde-Fenwal имеют модификации с температурой срабатывания в диапазоне от +88 до +320 °С» [36].

В статье D. Gorham охарактеризована автоматическая защита с помощью спринклерных систем.

«Спринклерные системы являются проверенными системами автоматического пожаротушения, и их принцип прост, но надежен. Автоматические спринклерные системы предназначены для быстрого

обнаружения пожара, оповещения о пожаре, определения местоположения источника пожара и локального пожаротушения» [35].

В статье S. Walker предпринимается «попытка интегрировать микроконтроллеры в схемы детекторов дыма и другие компоненты в целях безопасности. Этого можно добиться, разместив в здании некоторые датчики и устройства. В предлагаемой системе детектор дыма при обнаружении дыма активирует свою сигнализацию, отправляя сигнал низкого напряжения на микроконтроллеры. В то же время он будет отправлять сигналы на клапаны, воздухозаборники и водяной насос. Предлагаемая конструкция призвана обеспечить экономичную систему, компактную конструкцию, легко расширяемую, простую в установке и заменяемые компоненты» [37].

В статье A. Campbell приведены «результаты исследований работоспособности систем пожарной сигнализации в зданиях (сооружениях) различного назначения в период с 2016 по 2020 год. Представлены анализ нормативной базы и итоги ранее проведенных исследований эффективности пожарной автоматики, в том числе на объектах промышленности и жилого фонда. Задачей исследования является анализ эффективности функционирования систем пожарной сигнализации. Проанализирована работоспособность пожарной сигнализации в зданиях (сооружениях) различного назначения. Рассмотрены социальные (количество погибших и травмированных людей) и экономические (прямой материальный ущерб) последствия пожаров при срабатывании систем пожарной сигнализации. Результаты исследования работоспособности пожарной сигнализации свидетельствуют о повышении эффективности ее срабатывания» [33].

Современными технологиями по теме магистерской диссертации являются:

- аспирационные сверхчувствительные извещатели – современные датчики по обнаружению дыма, повышенной температуры, которые работают на основе интеллектуальной системы контроля (примеры: Securiton ASD 532, Vesda), отличие этих средств от прототипов

заключается в повышении чувствительности за счет датчиков задымления, фильтров, лазеров, а также высокого диапазона чувствительности (позволяет различать пыль от дыма, что очень эффективно на практике);

- унифицированные кабели – электрические элементы электроснабжения, которые устанавливают при невозможности использовать извещатели (например, во взрывоопасной среде, при затруднении монтажа извещателя);
- адресные извещатели – датчики по обнаружению дыма, повышенной температуры, которые помогают адресно указать зону опасности, сейчас появляются новые технические устройства, показывающие наиболее эффективную чувствительность и качество исполнения функции извещения;
- цифровые системы контроля по постоянному владению информацией об объекте и немедленному реагированию систем пожаротушения.

Современными методами по теме противопожарной автоматики являются:

- конкретизация видов применяемых средств пожарной автоматики посредством изучения нормативных источников, учебных пособий, существующего опыта производственных предприятий (как они справляются с обеспечением пожарной безопасности на своих объектах защиты), здесь применяются теоретический, библиографический методы исследования;
- теоретический обзор применяемых на производстве средств пожарной автоматики, здесь применяется также библиографический
- метод исследования, а также метод анализа технической и нормативной литературы;

- анализ достоинств и недостатков средств противопожарной автоматики на основании появления новых унифицированных технических средств, которыми приходится заменять существующее оборудование;
- расчетные методы по вычислению параметров средств противопожарной автоматики и подбор необходимых показателей для того или иного помещения, а также объекта защиты.

Далее от методов необходимо понимать о каких технических средствах будет идти речь в диссертационном исследовании.

Современными средствами противопожарной автоматики по теме магистерской диссертации являются:

- средства пожарной сигнализации – технические устройства, а также комплексные системы, функциональным назначением которых является своевременное обнаружение признаков пожара (дым, повышенная температура, пламя), основной элемент данной системы – извещатель;
- системы оповещения людей о пожаре – технические устройства, а также комплексные системы, назначением которых является речевое или световое оповещение людей о пожаре для своевременной эвакуации (бывают 4-х типов, выбираются в зависимости от сложности и пожарной опасности объекта защиты);
- системы противодымной защиты (системы вентиляции, важный аспект, поскольку основную опасность для жизни и здоровья людей при пожаре составляет дым и его токсичность, а не пламя);
- автоматические системы управления (лифтовое обеспечение, электрические кабели, проводящие элементы, электроприборы);
- средства пожаротушения – технические устройства, а также комплексные системы, функциональным назначением которых является ручное или автоматическое тушение пожара (огнетушители,

песок, ведро, лопата, пожарное покрывало или полотно, автоматические установки на основе различных огнетушащих составов – водяные, газовые, порошковые, пенные, комбинированные).

На основании представления современных средств противопожарной автоматики можно сделать вывод и конкретизировать какие современные технологии в пожарной автоматике сейчас используются.

Далее приведем отличительные черты, особенности выбора и применения средств противопожарной автоматики:

- особенности проектирования технических средств на основании объемно-планировочных решений объекта, проведенных расчетов, исходя из технических параметров и характеристик здания;
- учет категории объекта по пожарной опасности, а также количество и вид пожарной нагрузки в здании объекта защиты;
- определение основных видов огнетушащих веществ, определение возможностей их применения;
- учет особенностей технологического процесса.

Достоинства выбора и эффективности применения средств противопожарной автоматики (фактические данные, подтверждающие актуальность исследуемой темы):

- повышение обеспечения пожарной безопасности объекта;
- экономическая эффективность, поскольку грамотное и целесообразное использование средств позволяет сокращать затраты объекта (показатель предотвращённого ущерба);
- снижение вероятности ложных срабатываний.

«В комплексную систему безопасности любого производственного предприятия, офисного здания, ресторана, магазина или частного дома, безусловно, входит грамотно спроектированная и установленная пожарная сигнализация. Данная система позволяет вовремя получить достоверную

информацию о месте возгорания или задымления, сохранив ценное имущество и человеческие жизни за счет правильно настроенного алгоритма срабатывания и интеграции к существующим инженерным системам здания (вентиляции, контролю доступа, системе дымоудаления и подпора воздуха, оповещения о пожаре)» [14].

Для достижения эффективности и решения задач в настоящем исследовании, необходимо понимать, что в конкретном случае следует осуществлять выбор, исходя из выбора приборов с расширенными функциональными возможностями. Также эти приборы противопожарной автоматики должны быть взаимосвязанными элементами единой системой обеспечения пожарной безопасности рассматриваемого объекта.

Средства пожарной автоматики на производственных объектах являются важными элементами системы обеспечения пожарной безопасности, эффективная работа которых является исходным параметром для безопасности технологического процесса. При наихудшем варианте (отказе работы средств противопожарной автоматики) пожар в здании производственного объекта может распространиться с огромной скоростью, в здании могут погибнуть работники, предприятие понесет материальные потери. Чтобы этого не возникло, необходимо понимать, что главными критериями в работе систем пожарной автоматики является надежность, обеспечение бесперебойной работы, наличие двух или трехфакторной защиты, которая способна предупредить или предотвратить нежелательное событие.

Современные методы и технологии противопожарной автоматики играют ключевую роль в обеспечении безопасности объектов различного назначения. Инновационные системы пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения и контроля за состоянием вентиляции способны оперативно реагировать на потенциальные угрозы. Например, современные дымовые датчики используют лазерные технологии для

повышения чувствительности и снижения вероятности ложных срабатываний.

Системы видеонаблюдения с функцией распознавания пламени и тепловизионные камеры позволяют своевременно выявлять источники пожара на ранних стадиях. Внедрение интеллектуальных автоматизированных решений, таких как системы управления эвакуацией и диспетчеризации, обеспечивает быструю реакцию в чрезвычайных ситуациях, минимизируя риски для жизни и здоровья людей.

Наряду с этим важное место занимают элементы интеграции: объединение различных систем в единую сеть, что позволяет централизованно управлять противопожарной защитой на уровне здания или даже целого комплекса. Таким образом, современные технологии не только повысили эффективность пожарной безопасности, но и обеспечили новые горизонты для ее дальнейшего развития, подчеркивая важность комплексного подхода в обеспечении пожарной безопасности.

Далее рассмотрим средства пожарной сигнализации.

Различают безадресную, адресную (опросную или пороговую), аналоговую и радио канальную пожарную сигнализацию. Сходство всех видов АПС заключается в быстром выявлении признаков горения или пожара, а также последующем оповещении о пожаре.

Различны эти системы своим исполнением и различием функциональных возможностей. Самыми дешевыми и простыми являются безадресные пороговые АПС, работа которых заключается в соединении извещателей в последовательный шлейф, который, в свою очередь, подключен к контрольному прибору или панели регистрации. Как отмечалось ранее, достоинствами ее являются относительно невысокая цена устройства и простота в использовании и устройстве (монтаже). Но тем не менее, в связи со сложностью объектов рассматриваемой категории (производственные объекты), безадресные системы рассматривать к применению не будем.

Адресная (опросная или пороговая) система АПС является более совершенной с предыдущим видом, алгоритм работы у нее другой. Извещатель срабатывает при превышении контрольного параметра (это может быть температура, задымленность). Достоинством такой системы является наличие информации о месте возникновения пожара (отсюда такое название).

Адресная (опросная или пороговая) система АПС – это одно из самых универсальных средств противопожарной автоматики.

«Система регулярно производит опрос подключенных устройств и анализирует полученные значения, сравнивая их с пороговыми, заданными в ее конфигурации. Адресная система сигнализации позволяет контролировать целостность линии пожарных датчиков, а также информирует, если в АПС произошёл обрыв или короткое замыкание. Перечисленные особенности способствуют более раннему обнаружению возгораний, низкому уровню ложных тревог. Также основным преимуществом этих АПС является интеграция всевозможного вида неадресных систем и датчиков, что позволяет построить масштабные и сложные системы на крупных объектах. Контроль запыленности дымовых датчиков в режиме реального времени позволяет заранее выделить извещатели, требующие техобслуживания. Количество защищаемых одной системой помещений определяется числом устройств, которые можно подключить в линию прибора» [14].

Тем не менее, современными и эффективными АПС являются на сегодняшний день аналоговые АПС.

«Отличительной особенностью ее от других видов является не только получение информации, но и обработка и качественный анализ данных о задымлении. Причина задымления может быть и не связана с явлением пожара, это может быть запыленность при ремонтных работах. Таким образом, качество подаваемой информации, а также практически отсутствие ложных срабатываний отличает этот вид сигнализации от других выше представленных. Аналоговая система представляет собой комплекс

оборудования, состоящего из приемно-контрольного прибора, пожарных аналоговых извещателей, объединенных в шлейфы огнестойким кабелем с низким дымо- и газовыделением. В основном данный тип пожарной сигнализации применяется на небольших объектах или в случаях, когда заказчик хочет сэкономить на стоимости материалов, так как оборудование для этих систем отличается от других более дешевыми расценками. Например, магазин розничной торговли на первом этаже многоэтажного жилого дома. Обычно это несколько помещений, состоящих из торгового зала, подсобных помещений и санузла» [14].

Такая система удобна, к примеру, когда 1 шлейф с пожарными извещателями установлен в одном, двух или максимум трех близлежащих помещениях. Тогда время обнаружения пожара обслуживающим персоналом объекта будет таким же быстрым, как в случае адресной системы.

Недостатком аналоговой системы является низкая информативность. Она не подходит для зданий с большим количеством разветвленных коридоров, кабинетов и помещений. Кроме того, пожарные датчики неадресных систем не способны сформировать сигнал об их неисправности, а дымовые датчики не передают на приемно-контрольный прибор сообщение об уровне загрязнения (запыленности) для проведения внепланового технического обслуживания – чистки и проверки. Это является причиной большего количества ложных срабатываний пожарной сигнализации по сравнению с адресными системами.

Преимуществом аналоговой АПС является стоимость оборудования, а также возможность установить пожарную и охранную сигнализацию в единую систему, что становится наилучшим предложением для малых предприятий с небольшим количеством помещений.

И, наконец, проанализируем радио канальную АПС. Это техническая система без прокладки кабелей, работа которой основана на радиосигналах, передаваемых по радиоканалу. Датчики и извещатели работают на автономных источниках питания. Далеко не идеальная система в наше время,

поскольку при наличии преград радиосигналы снижают радиус действия, система мало эффективна и имеет низкую направленность. Также не используют в зданиях неотапливаемых, или в районах с низкими температурами.

«По сравнению с другими типами АПС установка радиоканальной системы обходится дорого, но несмотря на это, она необходима в том случае, когда прокладывать кабели просто невозможно. К примеру, передача сигнала по радиосвязи является единственным конструктивным решением для объектов, имеющих историческую ценность (храмы, церкви, соборы, музеи) или объектов с дорогой дизайнерской отделкой, ремонтом. Если же рассматривать передачу сигнала АПС между зданиями, то наоборот, радиосвязь обходится дешевле проводной, так как не нужна воздушная прокладка кабелей связи или кабельной канализации» [14].

Анализ требований к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах

«Требования к техническим средствам, специально разработанным и производимым для работы в составе систем пожарной автоматики, но не рассматриваемым настоящим стандартом, а также требования к техническим средствам, приспособленным для работы в составе данных систем, определяются технической документацией на изделие конкретного типа. Данные технические средства должны обеспечивать выполнение требований назначения в соответствии с направлением их применения, устойчивости к внешним воздействиям, электромагнитной совместимости и пожарной безопасности» [12].

Анализ требований к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах, представляет собой важный этап в обеспечении безопасности и надежности функционирования зданий промышленного значения.

Основные аспекты включают в себя оценку типов пожарных сигнализаций, систем оповещения и автоматического тушения, которые должны соответствовать специфическим условиям производственной среды.

В первую очередь, необходимо учитывать категориальное распределение производственных объектов по классам опасности. Это определяет выбор системы, её чувствительность и скоростные характеристики срабатывания. На предприятиях с высокой вероятностью возникновения пожара требуется установка автоматических систем (АПС, АУПТ, СОУЭ), обеспечивающих мгновенное обнаружение, оповещение и своевременное тушение возникшего пожара [6].

Ключевым требованием также является интеграция с другими системами безопасности и управления. Это позволяет обеспечить комплексный подход к мониторингу и предотвращению чрезвычайных ситуаций. Следует учитывать факторы, такие как надежность компонентов, их устойчивость к воздействиям окружающей среды, а также возможность проведения регулярного обслуживания и актуализации программного обеспечения.

Всё это в совокупности формирует систему для создания эффективного и безопасного производственного процесса, максимально минимизируя риски, связанные с возникновением пожара.

Рассмотрим требования, предъявляемые к пожарным извещателям.

«ИП, взаимодействующие с ППКП, должны обеспечивать информационную и электрическую совместимость с ним. ИП должны быть восстанавливаемыми изделиями, обеспечивающими проверку на каждом образце всех нормируемых технических характеристик при периодических, приемосдаточных испытаниях и испытаниях других видов, а также проверку работоспособности в процессе эксплуатации. ИП должны сохранять работоспособность при и после воздействия на них повышенной температуры окружающей среды. Параметры воздействия определяют

температурой и длительностью выдержки. Температура, при которой ИП должен сохранять работоспособность, должна быть не ниже 55°C» [12].

Таким образом, подведем итоги анализа требований к пожарным извещателям:

- эффективное обнаружение задымления или повышенной температуры в ранней стадии, что обеспечивает своевременное предупреждение о пожаре и возможность эвакуации людей;
- высокая чувствительность к пламени и пламенным газам;
- устойчивость к внешним воздействиям (пыль, влага, температурные перепады и электромагнитные помехи);
- стабильность функционирования в различных условиях (дым, газ, пламя) [7];
- соответствие установленным стандартам, необходимость подтверждения заявленной (в паспорте завода-изготовителя) эффективности и надежности;
- устойчивость к ложным срабатываниям (на сегодняшний день, это актуальная задача, стоящая перед собственниками объектов, поскольку зачастую установленные извещатели так называемого «устаревшего типа» часто срабатывают ложно);
- пожарные извещатели должны быть легко устанавливаемыми и обслуживаемыми (их должно быть просто проверять и обслуживать, а также заменять при необходимости, это позволит поддерживать их работоспособность на высоком уровне и гарантировать надежную защиту от пожара).

Дополнительно, необходимо учитывать возможность интеграции извещателей в автоматизированные системы управления зданиями и другими объектами. Это позволяет не только оперативно реагировать на угрозу, но и управлять системой пожаротушения. Не менее важным является регулярная проверка и техническое обслуживание оборудования, что обеспечивает его

бесперебойную работу в критических ситуациях. В итоге, правильный выбор и установка пожарных извещателей способны спасти жизни и минимизировать материальные потери [8].

Выявление ограничений и возможностей модернизации оборудования представляет собой ключевую задачу для повышения эффективности производственных процессов. На первом этапе необходимо провести всесторонний анализ существующих технических характеристик машин и механизмов, выявив узкие места, которые способны негативно сказаться на общей производительности. Часто такие ограничения могут быть связаны с устаревшими технологиями, недостаточной адаптированностью к современным требованиям рынка или высокой энергоемкостью процессов.

Вторым важным шагом является определение возможностей для внедрения современных решений. Это может включать в себя установку новых цифровых систем управления, автоматизацию отдельных процессов, использование энергосберегающих технологий и модернизацию программного обеспечения. Такой подход не только повышает эффективность работы, но и значительно увеличивает срок службы оборудования [9].

В заключение, системный подход к выявлению ограничений и возможностей модернизации позволяет не только улучшить текущие производственные показатели, но и закладывает основы для длительного стратегического развития предприятия. Инвестиции в модернизацию становятся жизненно важными для повышения конкурентоспособности и достижения долгосрочных целей.

Описание технических решений, которые могут быть использованы при совершенствовании средств противопожарной автоматики

В современных условиях повышенных требований к безопасности зданий и сооружений, актуальным становится вопрос о совершенствовании средств противопожарной автоматики. Одним из перспективных направлений является интеграция систем автоматического пожаротушения с

сенсорными технологиями, что позволит значительно повысить скорость реакции на возникновение возгораний. К примеру, использование умных датчиков, способных анализировать изменение температуры и качества воздуха, обеспечивает более точное определение местоположения источника возгорания [10].

Также важным аспектом является применение искусственного интеллекта для прогнозирования возможных очагов возгорания на основе анализа данных о прошлых инцидентах и условий эксплуатации объекта. Это может привести к значительному снижению риска возникновения пожаров.

Внедрение автоматизированных систем управления обеспечит мониторинг состояния противопожарных средств в реальном времени, что повысит надежность их работы. Кроме того, создание мобильных приложений для контроля и управления такими системами сделает взаимодействие с ними более удобным и эффективным [43].

Таким образом, использование комплексного подхода при внедрении новых технологий в области противопожарной безопасности позволит значительно повысить уровень защиты объектов и минимизировать последствия возможных чрезвычайных ситуаций.

Рассмотрим требования, предъявляемые к пожарным оповещателям на производственных объектах, во взрывоопасных средах. Средствам оповещения при пожаре – это устройства, обеспечивающие оповещение людей о пожаре.

Средства оповещения могут быть различных типов: дымовые, тепловые, газоанализаторы. Они работают по принципу реагирования на изменения в окружающей среде, такие как дым, повышение температуры или наличие определенных газов. Когда оповещатель срабатывает, он подает сигнал на пожарную панель управления, которая в свою очередь активирует систему оповещения и эвакуации людей из здания.

Основная задача этих приборов заключается в регистрации фактора наличия дыма или высокой температуры и немедленном информировании людей.

Существуют различные виды пожарных оповещателей, включая дымовые, тепловые и комбинированные устройства. Дымовые оповещатели, как правило, используют принцип анализа изменения концентрации дыма в воздухе, тогда как тепловые реагируют на резкое повышение температуры. Комбинированные устройства объединяют в себе оба этих принципа, что делает их более надежными.

«Пожарные оповещатели должны обеспечивать информирование людей о возникновении пожара, путях эвакуации, режимах работы автоматической системы противопожарной защиты (при необходимости) посредством формирования светового, звукового, речевого или иного сигнала, оказывающего влияние на органы чувств человека» [12].

Важным требованием является высокая чувствительность устройства к источникам пожара, что обеспечивает его эффективную работу даже в условиях низкой видимости или повышенной дымности. Кроме того, оповещатели обязаны иметь устойчивую к внешним воздействиям конструкцию, что подразумевает защиту от влаги, пыли и механических повреждений. Наличие голосовых сообщений, а также визуальных сигналов, способствует более быстрому реагированию людей в экстренной ситуации, особенно в помещениях с высокой заполняемостью.

К тому же, важным аспектом является регулярное техническое обслуживание и проверка работоспособности систем оповещения. Применение современных технологий, таких как интеграция с системами видеонаблюдения и автоматического управления, повышает эффективность аварийного реагирования. В заключение, соблюдение всех вышеперечисленных требований позволяет создать надежную и безопасную среду для жизни и работы людей.

«Электрические характеристики пожарных оповещателей (напряжение, токи дежурного режима и режима тревожного извещения) должны быть установлены в ТД на пожарные оповещатели конкретных типов. Уровень звукового давления, развиваемый звуковыми пожарными оповещателями на расстоянии $(1,00 \pm 0,05)$ м, должен быть не менее 85 дБ. Уровень звукового давления и параметры диаграммы направленности должны быть указаны в ТД на звуковые пожарные оповещатели конкретных типов. Частота генерируемых звуковым пожарным оповещателем сигналов должна быть в пределах полосы от 200 до 5000 Гц. В технически обоснованных случаях допускается расширение предела до 10000 Гц. Частотная характеристика сигналов должна быть установлена в ТД на звуковые пожарные оповещатели конкретных типов. Мигающий световой пожарный оповещатель должен иметь частоту мигания в диапазоне от 0,5 до 2,0 Гц. Частота мигания должна быть указана в ТД на световые пожарные оповещатели конкретных типов» [12].

Ресурс работы оповещателя охватывает множество аспектов, необходимых для эффективного информирования. Оповещатель, как ключевой элемент системы, должен не только обрабатывать информацию, но и трансформировать её в доступный и понятный формат для конечного пользователя [14].

Основной задачей оповещателя является оперативное и четкое донесение сообщений, будь то тревожные сигналы, новости или важные объявления. Для достижения этой цели необходимо изобретать и внедрять новые технологии, которые обеспечивают надежную и быструю передачу данных. Важно учитывать не только технические характеристики, но и психологические аспекты восприятия информации, обеспечивая ее соответствие особенностям аудитории.

Система оповещения должна быть адаптирована к различным сценариям использования, будь то экстренные ситуации, плановые мероприятия или повседневные уведомления. Эффективное взаимодействие

между техническими средствами и людьми позволяет превратить скучные факты в захватывающее повествование, которое привлекает внимание и вызывает реакцию. Таким образом, ресурс работы оповещателя становится не только механизмом передачи информации, но и важным элементом формирования общественного мнения [13].

«Речевые пожарные оповещатели должны обеспечивать передачу сообщения о возникновении пожара и инструкции по эвакуации. Текст сообщения, а также звуковое сопровождение текста (при необходимости) должны соответствовать условиям применения пожарного оповещателя на конкретном объекте. При этом речевая и звуковая информация может быть записана в энергонезависимую память пожарного оповещателя, либо поступать на вход пожарного оповещателя. Уровень звукового давления, развиваемый речевыми пожарными оповещателями на расстоянии $(1,00 \pm 0,05)$ м, должен быть не менее 70 дБ» [12].

Уровень звукового давления и параметры диаграммы направленности должны быть указаны в технической документации на речевые пожарные оповещатели конкретных типов.

Этот параметр определяет громкость звукового сигнала, который должен быть достаточным для привлечения внимания и мгновенного реагирования на угрозу. Согласно нормативным требованиям, уровень звукового давления оповещателя должен достигать минимально допустимых значений, чтобы гарантировать его эффективность в шумной обстановке.

Оповещатели должны иметь достаточную мощность для создания звукового давления, превышающего уровень фонового шума. Важно учитывать, что при проектировании систем оповещения необходимо учитывать акустические характеристики помещений, таких как форма, размеры и материалы отделки. Это поможет избежать затухания звука и гарантировать его равномерное распределение. Адекватный уровень звукового давления способен не только предупредить о возникновении пожара, но и обеспечить время для эвакуации, что в конечном итоге может

спасти жизни. Поэтому выбор и установка качественного оборудования являются первоочередными задачами при организации системы противопожарной защиты [11].

Аспекты требований к пожарным оповещателям:

- соответствие определенным стандартам и нормам, чтобы обеспечить эффективную работу в случае возникновения пожара;
- надежность оповещателей, они должны быть надежными и не подвержены сбоям, чтобы в случае необходимости сработать надежно и своевременно;
- регулярная проверка и обслуживание [25];
- чувствительность оповещателей, они должны реагировать на дым или высокую температуру;
- покрытие зон оповещения, оповещатели должны быть расположены таким образом, чтобы охватить все помещения здания и обеспечить максимальную эффективность работы, при этом, необходимо учитывать особенности помещений и возможные места скопления дыма;
- совместимость с другими системами безопасности, пожарные оповещатели должны быть интегрированы с системами пожаротушения, эвакуации и контроля доступа, чтобы обеспечить комплексную защиту здания и его обитателей [25];
- соответствие оповещателей законодательным требованиям и стандартам безопасности, они должны быть сертифицированы и соответствовать всем необходимым нормам, чтобы быть установленными в здании.

В целом, аспекты требований к пожарным оповещателям включают в себя надежность, чувствительность, покрытие зон оповещения, совместимость с другими системами и соответствие стандартам

безопасности. Их соблюдение является необходимым для обеспечения эффективной работы и защиты здания и его обитателей в случае пожара [1].

Далее, рассмотрим требования, предъявляемые к приборам приемно-контрольным пожарным.

Приборы приемно-контрольные пожарные являются неотъемлемой частью системы пожарной безопасности. Эти устройства осуществляют постоянный мониторинг состояния охраняемых объектов и реагируют на появление первых признаков пожара, таких как дым, повышенная температура, пламя.

Современные приемно-контрольные приборы отличаются высокой чувствительностью и надежностью. Они оборудованы интеллектуальными алгоритмами, которые позволяют минимизировать количество ложных срабатываний и обеспечивают оперативную передачу сигналов о тревоге на пульт диспетчера. В системах автоматизации многоуровневая структура обработки данных позволяет детализированно анализировать возникшие угрозы и своевременно оповещать соответствующие службы.

Важным аспектом функционирования таких приборов является возможность интеграции с другими системами безопасности: видеонаблюдением, системой управления доступом и охранной сигнализацией. Это создает единую эффективную среду, в которой все элементы согласованно работают на предотвращение и ликвидацию возможных чрезвычайных ситуаций, обеспечивая спокойствие и безопасность для каждого.

«Приборы должны обеспечивать информационную и электрическую совместимость с взаимодействующими техническими средствами. Маркировка индикаторов и органов управления приборов, предназначенных для эксплуатации на территории Российской Федерации, а также формируемая приборами текстовая информация, должны быть выполнены на русском языке. Допускается использование других языков при выводе

сообщений, воспроизводимых текстовыми индикаторами приборов в процессе программирования и настройки» [12].

Маркировка индикаторов является важным аспектом их функциональности и удобства в использовании. Каждый индикатор несет в себе информацию о состоянии прибора: исправен ли он, сработала ли сигнализация, требуется ли техническое обслуживание или замена. Четкая и понятная маркировка облегчает работу персонала, отвечающего за пожарную безопасность, позволяя быстро реагировать на любые сигналы и предупреждения. Она должна включать в себя не только цветовые коды, но и текстовые пояснения, чтобы любой специалист, даже с минимальным опытом, мог быстро разобраться в ситуации. Помимо этого, стандарты и нормативы требуют, чтобы маркировка была долговечной и устойчива к внешним воздействиям, таким как высокая температура или воздействие химических веществ. Это гарантирует, что информация останется видимой и понятной в критические моменты, когда каждая секунда может иметь решающее значение. В итоге, правильная маркировка индикаторов не только облегчает эксплуатацию систем, но и значительно повышает уровень безопасности в помещениях.

«Контроллеры промышленного назначения, а также СВТ, используемые для создания приборов, должны удовлетворять всем требованиям настоящего раздела. Примененные контроллеры и СВТ не должны использоваться для выполнения функций, не связанных с обеспечением пожарной безопасности. При построении блочно-модульных приборов или для расширения функциональных возможностей ППКП или ППУ могут применяться дополнительные технические средства пожарной автоматики, являющиеся функционально и конструктивно законченными устройствами, такие как пульта, контроллеры, модули ввода, вывода, выносные панели индикации и/у управления, УДП, УВОА, шкафы управления силовыми исполнительными устройствами. Данные компоненты при

автономной работе могут не в полной мере удовлетворять всем функциональным требованиям, предъявляемым к ППКП или ППУ» [12].

Функциональные и электрические характеристики компонентов должны быть приведены в ТД на них [2].

«Требования к компонентам по устойчивости и прочности к внешним воздействиям и электромагнитной совместимости аналогичны требованиям к ППКП и ППУ. Технические средства, совмещающие функции приборов разных типов, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к каждому типу прибора. Приборы должны иметь не менее двух вводов электропитания (основное и резервное) и осуществлять автоматическое переключение электропитания с основного ввода на резервный при пропадании напряжения на основном вводе, и обратно, без выдачи ложных сигналов (в том числе во внешние цепи)» [12].

Приборы должны обеспечивать автоматический контроль состояния вводов питания, это автоматическое бесперебойное питание. Благодаря этому обеспечивается круглосуточная работа системы, что критически важно в условиях чрезвычайных ситуаций. В случае отключения электричества, резервные источники питания гарантируют, что сигнализация и контрольные функции останутся активными, позволяя своевременно выявлять и реагировать на источники опасности.

Технологические достижения в области систем оповещения и контроля позволяют интегрировать приборы с современными средствами связи, что позволяет оперативно информировать заинтересованные службы и населения о возникшей угрозе. Таким образом, обеспечивается не только защита имущества, но и сохранение человеческих жизней, что является главной задачей систем пожарной безопасности.

Технические решения, которые могут быть использованы при совершенствовании:

- замена дымовых оптических линейных однопозиционных извещателей на двухпозиционные ИПДЛ-52СМД;

- внедрение блока искрозащиты на стабилизаторах;
- внедрение автоматической системы координатного обнаружения очагов пожаров.

2.2 Совершенствование средств пожарной автоматики на производственных объектах

На основании анализа интегрированной системы АПС, выявлены особенности, недостатки и ограничения в работе системы, определены факторы выбора технологий по совершенствованию средств пожарной автоматики на производственных объектах (раздел 1.1). Сформулированы мероприятия по модернизации системы средств пожарной автоматики (раздел 1.1).

В разделе 2.1 проведён анализ возможностей совершенствования средств пожарной автоматики (проанализированы требования к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах, описаны ограничения и возможности модернизации оборудования, описаны технические решения, которые могут быть использованы при совершенствовании).

Подобрана автоматизированная программа, предназначенная для выбора технологий автоматического пожаротушения, ориентированная на роботизированные системы, где программа получает исходные данные об объекте, нуждающемся в защите, а затем самостоятельно определяет параметры, необходимые для эффективного пожаротушения, в соответствии с установленными требованиями.

По сути, эта программа выступает в роли конструктора роботов, вступая в диалог с пользователем по поводу исходных данных и предлагаемых вариантов противопожарной защиты. В результате принимаются оптимизированные и хорошо скоординированные решения.

Целью процесса модернизации является повышение эффективности и надежности интегрированной системы АПС с учетом внедрения новых элементов.

Предлагаемые элементы системы АПС:

- преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485, повторитель интерфейса RS-485 с гальванической развязкой «С2000-ПИ» (место размещения – помещение АРМ, пульт диспетчера, количество – 1 единица);
- контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ» (место размещения – помещение АРМ, пульт диспетчера, количество – 1 единица);
- извещатель охранный двухпозиционный ИПДЛ-52СМД (место размещения – блок учета пресной воды, насосная теплоносителя, блок учета промышленных стоков, операторная УСН, склад-контейнер №1 УСН, склад-контейнер №2 УСН, насосная водотушения, блок щитовой, блок насосной внешней перекачки, пункт контроля нефти, количество – 10 единиц);
- блок искрозащиты на стабилизаторах «БИС-1» (БИС является пассивным барьером, относится к классу связанного электрооборудования, имеет маркировку взрывозащиты, БИС рассчитан на круглосуточную непрерывную работу, место размещения – помещение АРМ, пульт диспетчера, ППКП);
- автоматическая система координатного обнаружения очагов возгораний ((БИС является пассивным барьером, относится к классу связанного электрооборудования, имеет маркировку взрывозащиты, БИС рассчитан на круглосуточную непрерывную работу, место размещения – помещение АРМ, пульт диспетчера, ППКП).

Метод оптимального выбора унифицированных средств противопожарной автоматики представляет собой комплексный подход,

направленный на обеспечение максимальной эффективности системы защиты объекта при минимальных затратах.

Он включает анализ пожарной опасности объекта, оценку рисков, определение необходимых функций и параметров системы, а также сравнение и выбор унифицированных компонентов с учетом их технических характеристик совместимости друг с другом.

При этом учтены не только прямые затраты на приобретение и монтаж оборудования, но и косвенные расходы, связанные с эксплуатацией, обслуживанием и возможными потерями от пожара.

В конечном итоге, применение данного метода позволяет создать сбалансированную и эффективную систему противопожарной автоматики, оптимально соответствующую специфике защищаемого объекта и экономическим возможностям.

Преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485, повторитель интерфейса RS-485 с гальванической развязкой «С2000-ПИ» предназначен для преобразования сигналов интерфейса RS-232 в сигналы двухпроводного магистрального интерфейса RS-485. Предназначен для работы в двух режимах: преобразования сигналов интерфейса RS-232 в сигналы двухпроводного магистрального интерфейса RS-485 или для удлинения и гальванической развязки линии интерфейса RS-485 с защитой от короткого замыкания.

Контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ» является техническим элементом кольцевой двухпроводной линии связи с контролем короткого замыкания и обрыва, применяют для изоляторов короткого замыкания, для локализации короткозамкнутых участков ДПЛС.

Существует возможность питания подключенных адресных устройств по двухпроводной линии связи, это отличительная особенность этого вида оборудования, а также достоинством является работа с адресно-аналоговыми дымовыми извещателями «ДИП-34А», которые имеются в системе.

Извещатель охранный двухпозиционный ИПДЛ-52СМД предназначены для обнаружения дыма и применяются для защиты помещений, имеющих большую площадь, большую протяженность или большую высоту потолков, а также обладающих сравнительно неплохой геометрией стен (параллельность противоположных сторон), предназначены для работы не только в двухпроводных шлейфах, что отличает от имеющихся однопозиционных.

Существенным отличием в работе двухпозиционных и однопозиционных извещателей является то, что в первом случае оптический луч один раз преодолевает контролируемое пространство, а во втором случае ему необходимо это сделать дважды. В результате ослабление принимаемого сигнала для одной и той же задымленности для второго случая будет значительно больше, что позволяет устанавливать гарантированно-различные пороги срабатывания с меньшим интервалом. В зависимости от размеров защищаемого помещения или других особенностей применения в ИП212-52СМД могут быть установлены четыре порога срабатывания (50%, 40%, 30% и 20%) [22]. ИП212-52СМД предназначен для включения только в двухпроводные шлейфы, его особенности (сверхнизкое потребление и способ формирования сигнала «Неисправность») делают его более предпочтительным по сравнению с остальными модификациями при применении в любых двухпроводных шлейфах.

В ИП212-52СМД отсутствуют опторелейные выходы, поэтому они не могут применяться в четырехпроводных шлейфах и предназначены только для двухпроводного включения в шлейфы, при этом их потребление снижено до минимально-возможного уровня (не более 0,7 мА), что позволило существенно увеличить их максимальное количество в одном шлейфе (ППК-2 – до 14 шт., ППК 2М – до 8 шт., Сигнал-20П - до 4 шт.). За счет применения пружинно-винтового юстировочного механизма обеспечивается плавная и очень точная настройка положения приемо-передатчика Процесс юстировки

аналогичен процессу, описанному для ИП212-52СМ. Выбор тактики работы извещателей ИП212-52СМД схож с ИП212-52СМ, но имеет свои отличия.

В основу принципа действия дымовых оптико-электронных линейных извещателей положен эффект ослабления мощности инфракрасного светового излучения при его прохождении сквозь задымленное пространство.

Современные линейные извещатели просты в установке и эксплуатации,

имеют несколько фиксированных уровней чувствительности и компенсацию запыления светофильтров. В больших помещениях, особенно с высокими потолками, они более эффективны, чем точечные дымовые извещатели.

Линейные извещатели, в соответствии с физическим принципом работы,

высокоэффективны при обнаружении дыма любого типа. Линейный тепловой извещатель – PHSC (термокабель) - производства компании Protectowire представляет собой кабель, который позволяет обнаружить источник перегрева в любом месте на всем его протяжении. Термокабель PHSC представляет собой единый датчик непрерывного действия и применяется в тех случаях, когда условия эксплуатации не позволяют установку и использование обычных датчиков, а в условиях повышенной взрывоопасности применение термокабеля является оптимальным решением [24].

Анализ технических характеристик:

- номинальное напряжение: 12—240 В переменного или постоянного тока;
- номинальный ток: 16 А (AC1);
- регулируемый диапазон освещённости срабатывания: 1-100/100-50000 Лк;
- временная задержка: 0-2 мин (регулируемая);
- контактная группа: 1 «переключающийся»;

- габаритные размеры: 90×17,6×64 мм;
- диапазон рабочих температур: от –20 до + 55°С;
- способ крепления: на DIN-рейку;
- степень защиты: IP 40;
- изготовитель: «ELKO EP» Чехия.

Стрелочные приборы во взрывозащищенном корпусе могут иметь белую или трехцветную подсветку индикации. В зависимости от характера информации, она может отображаться в ином цвете или в мигающем варианте. трехцветной подсветкой можно подавать красный, желтый и зеленый фон. Так, например, с помощью внешнего управляющего сигнала можно изменять фон с зеленого (рабочее штатное состояние) на красный (предупреждение).

Взрывозащищенные посты данного типа предназначены для установки приборов: амперметров, вольтметров, видеокамер, фотореле. Измерительные приборы, устанавливаемые во внутрь взрывонепроницаемой оболочки, имеют сертификат об утверждении типа средств измерения. Выходное переменное напряжение 24 В или 27 В, 50 Гц. Максимальный ток выхода – 5 А.

Источник обеспечивает индикацию наличия рабочего напряжения на выходе посредством встроенного светового индикатора ВЫХОД.

Коробки соединительно-разветвительные взрывозащищенные КСРВ предназначены для выполнения соединений (разветвлений) сигнальных и силовых цепей во взрывоопасных зонах класса 1 и ниже, кабелями круглого сечения диаметром от 5 мм до 10 мм. Взрывозащищенность коробок обеспечивается видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка d по ГОСТ Р 51330.1, маркировка взрывозащиты 1ExdПВТ6 по ГОСТ Р 51330.0.

Коробки имеют варианты исполнения на 2, 3, 4 кабельных ввода. КСРВ комплектуются быстросажимными клеммными колодками WAGO в сочетании количества групп и контактов. Используемые клеммные колодки позволяют подключать к каждому контакту провод общим сечением

0,08...2,5 мм². Взрывозащищенные коробки КСРВ применяются, в частности, для выполнения соединений с целью наращивания в пределах взрывоопасной зоны кабеля питания взрывозащищенных оповещателей СКОПА и ЗОВ. Исполнения коробок без клеммных зажимов и резиновых уплотнений кабельных вводов являются Ех-компонентами по ГОСТ Р 51330.0-99 и могут быть использованы в соответствии с ограничениями, накладываемыми на них требованиями [25].

Блок искрозащиты на стабилизаторах «БИС-1», который в свою очередь отдельным адресным шлейфом сигнализации необходимо подключить к приемо-контрольному охранно-пожарному прибору «Сигнал-10», «С2000-4».

БИС предназначен для сопряжения приборов приемно-контрольных пожарных, расположенных вне взрывоопасной зоны, с устройствами и приборами, находящимися в зонах с взрывопожароопасной атмосферой.

БИС обеспечивает выходную искробезопасную цепь с уровнем взрывозащиты «ia», является пассивным барьером, относится к классу связанного электрооборудования, рассчитан на круглосуточную непрерывную работу.

БИС предназначен для совместной работы с ППКП, обеспечивающими в цепи питания БИС номинальное напряжение питания 24 В постоянного тока.

БИС предназначен для установки вне взрывоопасной зоны. Степень защиты оболочкой БИС - IP55 по ГОСТ 14254-96.

И, наконец, автоматическая система координатного обнаружения очагов возгораний.

Целью изобретения является создание автоматической системы обнаружения очагов возгорания, обладающих новыми качествами:

- новый принцип построения сканирующих извещателей пламени;
- новый алгоритм детектирования и определения координат очага возгорания в помещении;
- возможность двухмерного координатного обнаружения сразу нескольких очагов возгораний;

- возможность маскирования (блокирования) отдельных секторов зоны обнаружения для исключения ложных срабатываний от известных источников помех, не являющихся пожаром;
- возможность реализации многоспектрального принципа обнаружения (в УФ и ИК диапазонах) очага возгорания для обеспечения высокой помехозащищенности к оптическим помехам;
- наличие функции самоконтроля, при которой проверяются все внутренние электронные и оптические цепи извещателей на работоспособность и исключаются ложные срабатывания.

Технический результат должен заключаться в обеспечении высокой точности и устойчивости к оптическим помехам при двухмерном определении координат одного и более мест расположения очагов в режиме реального времени.

«Поставленная цель достигается созданием автоматической системы координатного обнаружения очагов возгорания, характеризующейся тем, что состоит из, по меньшей мере, двух извещателей пламени сканирующих, установленных в разных точках защищаемого помещения с учетом углов обзора и направлений оптических осей извещателей, выполненных с возможностью каждым извещателем определять угловую координату очага возгорания и с возможностью полного обзора защищаемого помещения, при этом извещатели посредством цифрового интерфейса связаны с автоматизированным рабочим местом оператора (АРМО), оборудованным компьютером с программным обеспечением (ПО), разработанным для двухмерного координатного обнаружения очага(ов) возгорания» [2].

Автоматическая система, согласно изобретению, имеет извещатели пламени сканирующие с функцией определения угловой координаты очага возгорания, причем каждый извещатель выполнен в виде цилиндрического корпуса с верхним прямоугольным основанием, посредством которого корпус соединен с наклонно-поворотным кронштейном, в передней части корпуса выполнен вырез, в вырезе установлено прозрачное окно в виде

боковой поверхности цилиндра радиусом, равным радиусу цилиндрического корпуса, и длиной дуги, ограниченной максимальным углом обзора извещателя, внутри корпуса вблизи его центральной части установлен фотоприемник излучения, за прозрачным окном установлено поворотное устройство сканирования, представляющее собой вращающийся цилиндрический щелевой обтюратор с возможностью формирования засветки чувствительного элемента фотоприемника сектором с углом раскрытия в горизонтальной плоскости значительно меньшим, чем максимальный угол обзора чувствительного элемента фотоприемника извещателя, в обтюраторе с противоположной стороны от щелевого зазора выполнен широкий секторный вырез, выполненный по форме окна, угол раскрытия секторного выреза выбран равным максимальному углу обзора чувствительного элемента фотоприемника и соответствует наиболее полному освещению фотоприемника, внутри корпуса в поперечном сечении за фотоприемником установлена печатная плата микропроцессорного блока с электронными элементами и с установленным соосно центральной оси корпуса электрическим приводом обтюратора.

«Прозрачное окно может быть выполнено из кварцевого стекла или лейкосапфира с возможностью прохождения ультрафиолетового и инфракрасного излучения. На передней части корпуса извещателя может быть выполнено дополнительное окно для индикаторного светодиода» [2].

Корпус извещателя может иметь встроенный звуковой оповещатель.

Фотоприемник может быть выполнен в виде одного или более оптических датчиков, регистрирующих электромагнитное излучение пламени в УФ и ИК спектральных поддиапазонах, характерных полосам излучения различных горючих веществ и материалов.

Область максимальной спектральной чувствительности элементов фотоприемника выполнена: для ИК поддиапазонов: 1,4...1,5 мкм, 4,3...4,5 мкм; для УФ поддиапазона: 0,18...0,26 мкм [42].

«Автоматическая система координатного обнаружения очагов возгораний функционально представляет собой, по меньшей мере, две функциональные подсистемы, содержащие по извещателю пламени сканирующему с функцией определения каждым извещателем угловой координаты очага пожара, соединенных посредством своих цифровых интерфейсов с автоматизированным рабочим местом оператора пожарной сигнализации, выполненным в виде компьютера с установленным программным обеспечением. Автоматическая система координатного обнаружения очагов возгораний функционально состоит из, по меньшей мере, двух функциональных подсистем, связанных с автоматизированным рабочим местом оператора, причем каждая функциональная подсистема содержит плату с микропроцессорным блоком, который через свои входы связан с блоком контроля положения обтюратора и через усилитель-формирователь импульсов с чувствительным элементом фотоприемника, при этом через свои выходы связан с формирователем напряжения высокого уровня, электроприводом обтюратора, блоком звуковой и световой сигнализации, коммутационным блоком, цифровым интерфейсом, выполненными в каждом извещателе пламени сканирующем» [2].

Каждый извещатель пламени сканирующий содержит установленное на наклонно-поворотном кронштейне с возможностью ориентации в любом требуемом направлении прямоугольное основание и закрепленный на нем цилиндрический корпус.

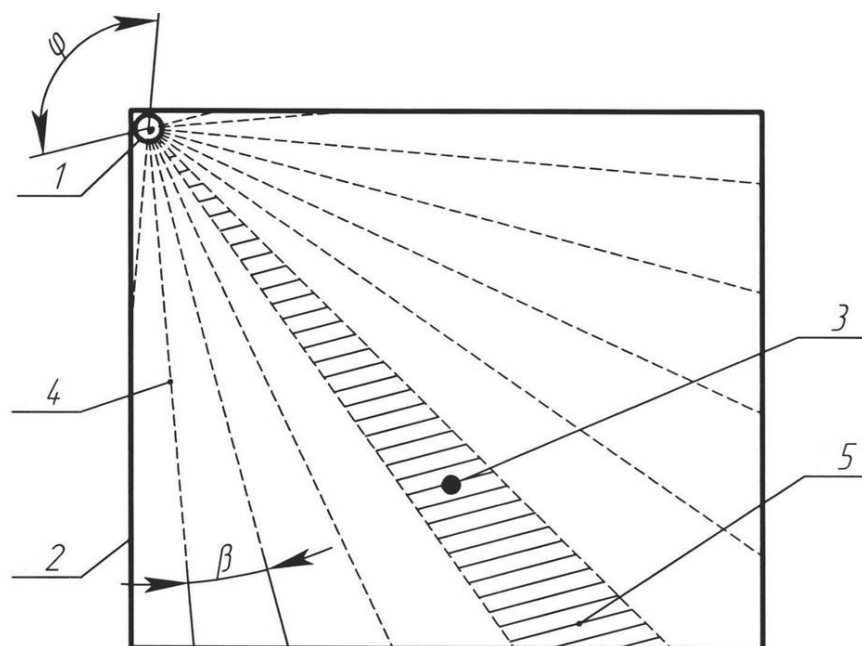
«На лицевой части корпуса установлено оптически прозрачное окно в виде боковой поверхности цилиндра радиусом, равным радиусу цилиндрического корпуса, и длиной дуги, ограниченной максимальным углом обзора извещателя в горизонтальной плоскости. Окно изготовлено из кварцевого стекла или лейкосапфира и обеспечивает возможность прохождения УФ и ИК излучений к чувствительному элементу извещателя. Корпус дополнительно снабжен окном для индикаторного светодиода,

расположенным на лицевой части извещателя. Внутри корпуса вблизи его центральной оси установлен приемник излучения (фотоприемник)» [2].

В корпусе за прозрачным окном установлено поворотное устройство сканирования, представляющее собой вращающийся цилиндрический щелевой obturator для перекрывания потока излучения, падающего на приемник излучения.

«В боковой поверхности и нижнем основании obturatorа выполнен щелевой зазор, обеспечивающий формирование засветки чувствительного элемента приемника излучения сектором с углом раскрытия в горизонтальной плоскости значительно меньшим, чем максимальный угол обзора чувствительного элемента приемника излучения извещателя. При этом в obturatorе с противоположной стороны от щелевого зазора имеется секторный вырез, выполненный по форме окна. Угол раскрытия секторного выреза выбирается равным максимальному углу обзора чувствительного элемента приемника излучения извещателя и соответствует открытому состоянию извещателя, при котором излучение пламени беспрепятственно попадает на приемник излучения. Внутри корпуса в поперечном сечении установлена печатная плата с электронными элементами микропроцессорного блока. Obturator крепится на оси и приводится в движение с помощью электрического привода, установленного на печатной плате соосно центральной оси корпуса» [2].

На рисунке 3 показан план размещения извещателя, с указанием границ обзора по секторам и местоположению очага пожара.



1 – место установки извещателя; 2 – границы защищаемого помещения; 3 – очаг пожара, 4 – границы секторов, 5 – сектор, в котором расположен очаг [2]

Рисунок 3 – План размещения извещателя в защищаемом помещении, с указанием границ обзора по секторам и местоположению очага пожара

Принцип работы извещателя сканирующего с функцией определения угловой координаты очага пожара пояснен планом, на котором показаны: места установки извещателей (рисунок 3), границы защищаемого помещения, местоположение очага пожара, границы секторов, в которых расположен очаг пожара.

«В алгоритме работы извещателя вся область обзора оптического сенсора делится на некоторое фиксированное количество равных радиальных секторов, при этом импульсы, формирующиеся сенсором и соответствующие наличию очага пламени в зоне обнаружения, фиксируются для каждого сектора отдельно. Обработка полученной информации об интенсивности излучения пламени по каждому сектору обнаружения в микропроцессорном блоке позволяет выделить одну или несколько областей в угловом представлении относительно оптической оси извещателя, в которых находится вероятный очаг возгорания» [2].

Информация о наличии возгорания и радиальном направлении обнаруженного сектора, в котором находится очаг пламени, сохраняется в памяти каждого извещателя и считывается по цифровому интерфейсу ПО компьютера.

Такой подход к построению извещателя на основе секторальной селективности позволяет обнаруживать и определять угловые координаты сразу нескольких очагов пожара, находящихся в различных секторах. Кроме того, имеется возможность программного маскирования (блокирования) одного или нескольких секторов обнаружения для исключения ложных срабатываний от постоянного или вероятного присутствия естественных источников открытого пламени, не являющихся пожаром.

«Также извещатель имеет дополнительную функцию самоконтроля работоспособного состояния, при которой проверяются все внутренние электронные и оптические цепи извещателя. Принцип самотестирования заключается в том, что в момент срабатывания извещателя и выдачи сигнала «Пожар» (до начала процесса сканирования) происходит кратковременное полное перекрывание всей области обзора извещателя и проверяется отсутствие сигнала с чувствительного элемента с целью исключения ложноположительных срабатываний извещателя из-за выхода из строя чувствительного элемента» [2].

Выводы по разделу 2

В разделе 2 проведен анализ возможностей совершенствования средств пожарной автоматики, проанализированы требования к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах. Также описаны ограничения и возможности модернизации оборудования, описаны технические решения, которые могут быть использованы при совершенствовании. Описаны усовершенствованные средства, представлены принцип их действия, технические характеристики, достигаемые положительные эффекты.

Рассмотрены современные элементы интегрированной системы пожарной автоматики, применяемые на производственных объектах.

Приведены современные технологии по теме магистерской диссертации, описаны отличительные черты, особенности выбора и применения средств противопожарной автоматики. Приведены предлагаемые элементы системы АПС, с указанием количества и места их размещения. Описаны достигаемые положительные эффекты.

Новые качества предлагаемой системы:

- новый принцип построения сканирующих извещателей пламени;
- возможность двухмерного координатного обнаружения сразу нескольких очагов возгораний;
- возможность маскирования (блокирования) отдельных секторов зоны обнаружения для исключения ложных срабатываний от известных источников помех, не являющихся пожаром;
- наличие функции самоконтроля, при которой проверяются все внутренние электронные и оптические цепи извещателей на работоспособность и исключаются ложные срабатывания.

3 Экспериментальная апробация внедрения усовершенствованных средств пожарной автоматики на производственных объектах

3.1 Результаты внедрения усовершенствованных средств пожарной автоматики на производственных объектах

Критерии оптимизации выбора противопожарной автоматики основываются на комплексе факторов, учитывающих специфику объекта защиты (Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть» по адресу: Самарская область, Нефтегорский район).

Нефтегорская УПН (ОАО «Оренбургнефть», расположенная в Нефтегорском районе Самарской области, играет важную роль в процессе добычи и подготовки нефти в регионе. Эта установка, является одним из ключевых звеньев в инфраструктуре Оренбургнефти, отвечая за первичную обработку добываемой нефти, включая отделение воды, газа и других примесей.

Расположение в Нефтегорском районе указывает на близость к месторождениям, что оптимизирует логистику и снижает транспортные издержки. Эффективная работа Нефтегорской УПН напрямую влияет на качество поставляемой нефти и, соответственно, на экономические показатели ОАО «Оренбургнефть».

Установки подготовки нефти на предприятиях, таких как ОАО «Оренбургнефть», представляют собой объекты повышенной пожарной опасности.

Это обусловлено наличием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, таких как сырая нефть, газовый конденсат, топливо и другие технологические среды.

Технологические процессы, включающие нагрев, сепарацию, перекачку и хранение этих веществ, сопряжены с рисками утечек, разлива и образования взрывоопасных концентраций паров. Особое внимание

уделяется исправности оборудования, герметичности трубопроводов и резервуаров, а также системам контроля загазованности и автоматического пожаротушения.

Нарушения технологической дисциплины, несоблюдение правил эксплуатации оборудования, искрообразование при проведении ремонтных работ, статическое электричество и неисправность электрооборудования могут стать причинами возникновения пожаров.

Также критерием оптимизации выбора противопожарной автоматики являются нормативные требования (раздел 1.1 настоящего исследования).

Важнейшими критериями также являются: обеспечение своевременного обнаружения пожара (заявленный параметр – до 180-300 с в зависимости от вещества и интенсивности горения), минимизация времени реагирования и оповещения, надежность и отказоустойчивость системы, адаптивность к изменяющимся условиям эксплуатации, удобство обслуживания и интеграции с другими инженерными системами здания УСН.

Кроме того, учитывается стоимость оборудования и монтажных работ, эксплуатационные расходы и возможность масштабирования системы в будущем. Оптимизация предполагает баланс между этими факторами для достижения максимальной эффективности противопожарной защиты при минимальных затратах.

Достигаемые положительные эффекты от интегрированной системы и предлагаемых элементов системы АПС:

- высокая чувствительность на всем протяжении;
- четыре температурных диапазона;
- взрывозащищенное исполнение;
- корпус из ударопрочной антистатической пластмассы;
- возможность использования в системах как с трубной разводкой, так и с разводкой бронекабелем;

- использование кабелей круглого сечения диаметром 5...10 мм;
- работа в жестких климатических условиях;
- высокая устойчивость к влажности, пыли, низким температурам и химическим реагентам;
- применение во взрывоопасных зонах;
- несложный монтаж;
- экономичность, отсутствие расходов при эксплуатации;
- используется с любыми типами приемно-контрольных приборов;
- не требует обслуживания;
- срок службы более 25 лет [28].

Достигаемые положительные эффекты от внедрения системы на объекте:

- высокая степень надежности;
- инновационность представленных технологий, используемых в современных приборах;
- оперативность обнаружения пожара на самых ранних стадиях, что критически важно для минимизации ущерба и увеличения шансов на успешную эвакуацию;
- наличие интеллектуальных алгоритмов, которые позволяют им адаптироваться к различным особенностям помещений;
- эффективное функционирование в широком спектре условий – от жилых зданий до промышленных объектов;
- возможность интеграции средств противопожарной автоматики с другими инженерными решениями, что позволяет создать комплексную и эффективную систему безопасности;
- аспект экономической выгоды, данные технические решения способны снизить затраты на эксплуатацию и обслуживание, а также минимизировать риски, связанные с человеческим фактором.

Система может быть интегрирована с системами безопасности, такими как видеонаблюдение, противодымная защита, АПС, СОУЭ, АУПТ, что создает комплексный подход к защите Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть».

Кроме того, устройства (преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485, повторитель интерфейса RS-485, контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ», извещатель охранной двухпозиционный) оснащены функцией самодиагностики, обеспечивая бесперебойную работу и высокую степень надежности.

Блок искрозащиты на стабилизаторах «БИС-1» рассчитан на круглосуточную непрерывную работу.

Отличительными особенностями и достоинствами блока искрозащиты являются:

- герметичный алюминиевый корпус с атмосферостойким покрытием;
- повышенная защита кабельных выводов, кабелей и разъемов;
- возможность подключения до двух датчиков уровня топлива к одному блоку искрозащиты при использовании специального разветвителя.

Выбор технологии автоматической системы координатного обнаружения очагов возгораний подтверждается тем, что интегрированная система автоматической охранно-пожарной сигнализации является современным средством и выбором многих руководителей производственных объектов. Система имеет возможность наращивания и подключения существующих систем сигнализации. Сигналы системы автоматической охранно-пожарной сигнализации выведены на пост охраны в помещение контрольно-пропускного пункта, АБК Нефтегорской УСН, операторную Нефтегорской УСН, операторную котельной, обеспеченные круглосуточным дежурством.

Контрольное оборудование автоматической охранно-пожарной сигнализации установлено на посту охраны в помещение контрольно-

пропускного пункта, в АБК Нефтегорской УСН, в операторной Нефтегорской УСН, в операторной котельной [17].

Совершенствование средств в рассматриваемом диссертационном исследовании пожарной автоматики на производственных объектах является одной из ключевых задач в области обеспечения пожарной безопасности. В условиях рассматриваемого производства, где используются различные горючие материалы, актуальность эффективных систем раннего обнаружения и подавления пожаров возрастает. Основными направлениями совершенствования можно выделить внедрение инновационных технологий и интеграцию современных систем мониторинга. Современные системы пожарной автоматики, такие как адресные системы оповещения и автоматизированные системы управления, позволяют не только оперативно реагировать на возникновение пожароопасных ситуаций, но и предупреждать о потенциальной угрозе в режиме реального времени [19].

Цифровизация процессов и использование искусственного интеллекта помогают оптимизировать алгоритмы срабатывания и повысить точность обнаружения. Модернизация существующих систем путем внедрения датчиков нового поколения и беспроводных технологий делает их более надежными и эффективными.

Таким образом, дальнейшее совершенствование средств пожарной автоматики на производственном объекте будет способствовать не только сохранению жизни работников, но и минимизации экономических потерь, связанных с последствиями пожаров.

Представлена интегрированная система автоматической охранно-пожарной сигнализации. Система имеет возможность наращивания и подключения существующих систем сигнализации. Внедрение усовершенствованных средств пожарной автоматики на производственных объектах продемонстрировало значительное повышение уровня пожарной безопасности и снижение потенциального ущерба от возгораний. Улучшенная чувствительность детекторов позволила существенно сократить

время обнаружения очагов возгорания, обеспечивая оперативное реагирование.

Применение интеллектуальных систем анализа данных с возможностью распознавания ложных срабатываний минимизировало производственные простои, связанные с необоснованными тревогами. Интеграция систем пожарной автоматики с системами управления эвакуацией персонала обеспечила более эффективное и безопасное выведение людей из опасной зоны.

В целом, модернизация систем пожарной безопасности, включающая внедрение адресных систем обнаружения, автоматических систем пожаротушения с использованием современных огнетушащих веществ, и систем дымоудаления, привела к снижению количества пожаров на производственных объектах и сокращению материального ущерба в случае их возникновения. Дальнейшее совершенствование и интеграция этих систем позволит еще более повысить уровень защиты предприятий.

Внедрение усовершенствованных средств пожарной автоматики на производственных объектах стало важным шагом к повышению уровня безопасности и минимизации рисков, связанных с пожарами.

Результаты применения таких технологий в различных отраслях показывают снижение числа инцидентов и ущерба от пожаров. Кроме того, интеграция усовершенствованных средств пожарной автоматики в общую структуру управления предприятием позволяет оптимизировать процессы эвакуации и подготовки к чрезвычайным ситуациям.

3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации

В качестве усовершенствованных средств на объекте предлагается автоматическая система координатного обнаружения очагов возгораний.

Модернизация существующих систем путем внедрения датчиков нового поколения и беспроводных технологий делает их более надежными и эффективными.

В таблице 1 покажем план финансового обеспечения мероприятия.

Таблица 1 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485	План мероприятий по улучшению ПБ предприятия, на 2025 год	19000	2025 г.	Главный инженер Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть»
Повторитель интерфейса RS-485 с гальванической развязкой «С2000-ПИ»	План мероприятий по улучшению ПБ предприятия, на 2025 год	6500	2025 г.	Главный инженер Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть»
Контроллер двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ»	План мероприятий по улучшению ПБ предприятия, на 2025 год	4500	2025 г.	Главный инженер Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть»
Извещатель охранный двухпозиционный ИПДЛ-52СМД	План мероприятий по улучшению пожарной безопасности предприятия, на 2025 год	11500×10=115000	2025 г.	Главный инженер Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть»
Блок искрозащиты на стабилизаторах «БИС-1»	План мероприятий по улучшению пожарной безопасности предприятия, на 2025 год	15000	2025 г.	Главный инженер Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть»
Автоматическая система координатного обнаружения очагов возгораний	План мероприятий по улучшению пожарной безопасности предприятия, на 2025 год	150000	2025 г.	Главный инженер Нефтегорской УСН ОАО «Оренбургнефть»

В таблице 2 приведем смету расходов на мероприятие.

Таблица 2 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Стоимость, рублей
Стоимость оборудования, руб.	310000
Стоимость проектирования, руб.	25000
Стоимость монтажных работ, руб.	55000
Итоговая стоимость оснащения, руб.	390000

Для того, чтобы провести расчет экономической эффективности, необходимо определить расчёт показателей ожидаемых потерь от пожара.

Реагентная котельной, площадь 65,70 м². Время свободного развития должно быть не более 10 минут, принимаем 13 минут (10 минут – время следования, боевое развертывание, следование до очага).

«Площадь пожара в этом случае определяется линейной скоростью распространения горения и временем до начала тушения» [5]:

$$F_{\text{пож.}} = \pi \times v_{\text{лин}} \times B_{\text{св.г.}}, \quad (1)$$

«где v – скорость распространения горения;

$B_{\text{св.г.}}$ – время свободного развития горения» [5].

$$F_{\text{пож.}} = 3,14 \times 1,5 \times 13 = 61,23 \text{ м}^2$$

Расчёт показателей ожидаемых потерь от пожаров:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3), \quad (2)$$

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

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [6]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot p_1, \quad (3)$$

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

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

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

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [6].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \times \\ \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (4)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_K – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

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

[6].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (5)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 .

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - \\ -(1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (6)$$

Расчет единого варианта с АУПТ, поскольку на объекте данная система смонтирована по требованиям и нормам законодательства в области ПБ:

$$M(\Pi_1) = 3,4 \times 10^{-6} \times 61,23 \times 35000 \times 4 \times (1 + 1,24) \times 0,63 = 117175 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 3,4 \times 10^{-5} \times 61,23 \times 35000 \times 2 \times (1 + 1,24) \times (1 - 0,63) \times 0,82 = \\ = 24895 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 3,4 \times 10^{-6} \times 61,23 \times (30000 \times 452 + 30000) \times (1 + 1,24) \times [1 - 0,63 - (1 - 0,79) \times 0,82] \times 0,95 = 268900 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_4) = 3,4 \times 10^{-6} \times 61,23 \times (35000 \times 6500 + 30000) \times (1 + 1,24) \times \{1 - 0,63 - (1 - 0,63) \times 0,82 - [1 - 0,63 - (1 - 0,63) \times 0,82] \times 0,95\} = 981230 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери объекта от пожаров составят:

$$M(\Pi)_2 = 117175 + 24895 + 268900 + 981230 = 1392200 \text{ руб./год.}$$

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_r = Y - Z \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_r = 1392200 - 440000 = 952200,$$

где $\mathcal{E}_r$ – годовой экономический эффект, руб.;

где Y – величина годового ущерба, потерь организации, принимаем 1392200, руб.;

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

Эффективность, стоит реализовывать мероприятие или нет, повлияет ли оно позитивно на обеспечение безопасности в организации:

$$\mathcal{E} = \frac{Y}{Z} \quad (8)$$

$$\mathcal{E} = \frac{1392200}{440000} = 3,16$$

где $\mathcal{E}$ – экономическая эффективность мероприятия.

Чистый экономический эффект:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \Delta_t - Z_t, \quad (9)$$

$$\text{ЧЭЭ} = 1392200 - 440000 = 952200,$$

где Δ_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

Z_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\Delta_t - Z_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (10)$$

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (1392200 - 440000 + 0) \frac{1}{(1 + 1,12)^t} = 472735$$

где Δ_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

Z_t – затраты на этом шаге, включая капитальные вложения;

A_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. При отрицательном значении ЧДД проект неэффективен.

Срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T}, \quad (11)$$

$$T_{ок} = 1 - \frac{472735}{945500 - 472735} = 0,1,$$

где T – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

$ЧДД_T$ – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени T ;

$ЧДД_{T+1}$ – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

Расчет ЧЭЭ, ЧДД и срок окупаемости мероприятия представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	440000	0	0	0	0
Ежегодные затраты	440000	55000	55000	55000	55000
Эффект	1,9	1,5	1,4	1,3	1,2
ЧЭЭ	952200	952200	952200	952200	952200
Коэффициент дисконтирования	1,94	1,84	1,75	1,68	1,75
ЧДД с нарастающим итогом	472735	472735	472735	472735	472735
Ток	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Дисконтированные капитальные вложения	147 214,2	112 512,3	102 256,3	98 541,2	93 142,2
Дисконтированный доход	472735	560258	690541	845200	654230
Индекс доходности	3,5				

Индекс доходности ИД:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (\Delta_t + A_t)(1+E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{t-1}}, \quad (12)$$

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (1392200 + 50000)(1 + 1,12)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1 + 1,12)^{t-1}} = 3,5$$

Таким образом, $ID > 1$ [15].

Выводы по разделу 3

В разделе 3 проанализирована методика оценки технико-экономической эффективности применения автоматической системы координатного обнаружения очагов пожаров.

Методика оценки технико-экономической эффективности применения автоматической системы координатного обнаружения очагов пожаров является комплексным процессом, включающим анализ технических преимуществ системы и их влияния на экономические показатели.

Она основывается на сравнении затрат и выгод, возникающих при внедрении и эксплуатации системы, с затратами и рисками, существующими без её использования.

Ключевыми аспектами методики являются определение прямых и косвенных экономических выгод, связанных с сокращением ущерба от пожаров, оптимизацией использования ресурсов при реагировании на тревоги и повышением безопасности персонала. Также необходимо учитывать затраты на приобретение, установку, обслуживание и обучение персонала работе с системой, а также возможные риски, связанные с её отказом или неверной интерпретацией данных.

Результатом оценки является обоснованное заключение о целесообразности внедрения системы и ее экономической эффективности для объекта Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть» по адресу: Самарская область, Нефтегорский район.

Индекс доходности больше 1, соответственно согласно обоснованию и выбранным техническим характеристикам, а также исходя из сравнительных данных проект принят.

Заключение

В разделе 1 проведен анализ применяемых на производстве средств пожарной автоматики, описаны средства пожарной автоматики, проанализированы достоинства и недостатки, обоснована необходимость совершенствования, сформулированы цели и задачи процесса модернизации.

Проведен поиск и анализ инновационных технических решений в области пожарной автоматики на производственных объектах, представлено описание и анализ сущности этих решений, описаны эффективность и принцип действия.

Объектом исследования является Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть» по адресу: Самарская область, Нефтегорский район.

Приведен перечень объектов подлежащих защите АПС, описаны применяемые средства пожарной автоматики на объекте. Конкретизированы достоинства и недостатки применяемых на производстве средств пожарной автоматики. Проведен поиск и анализ инновационных технических решений в области пожарной автоматики на производственных объектах, описана эффективность и принцип действия.

В разделе 2 проведен анализ возможностей совершенствования средств пожарной автоматики, проанализированы требования к средствам пожарной автоматики, применяемым на производственных объектах. Также описаны ограничения и возможности модернизации оборудования, описаны технические решения, которые могут быть использованы при совершенствовании. Описаны усовершенствованные средства, представлены принцип их действия, технические характеристики, достигаемые положительные эффекты.

Рассмотрены современные элементы интегрированной системы пожарной автоматики, применяемые на производственных объектах.

Приведены современные технологии по теме магистерской диссертации, особенности выбора и применения средств противопожарной

автоматики. Приведены предлагаемые элементы системы АПС, с указанием количества и места их размещения. Описаны достигаемые положительные эффекты.

Новые качества предлагаемой системы:

- новый принцип построения сканирующих извещателей пламени;
- новый алгоритм детектирования и определения координат очага возгорания в помещении;
- возможность двухмерного координатного обнаружения сразу нескольких очагов возгораний;
- наличие функции самоконтроля, при которой проверяются все внутренние электронные и оптические цепи извещателей на работоспособность и исключаются ложные срабатывания.

Достоинства применения:

- возможность двухмерного координатного обнаружения сразу нескольких очагов возгораний;
- возможность маскирования (блокирования) отдельных секторов зоны обнаружения для исключения ложных срабатываний от известных источников помех, не являющихся пожаром;
- наличие функции самоконтроля, при которой проверяются все внутренние электронные и оптические цепи извещателей на работоспособность и исключаются ложные срабатывания.

В разделе 3 проанализирована методика оценки технико-экономической эффективности применения автоматической системы координатного обнаружения очагов пожаров.

Методика оценки технико-экономической эффективности применения автоматической системы координатного обнаружения очагов пожаров является комплексным процессом, включающим анализ технических преимуществ системы и их влияния на экономические показатели.

Она основывается на сравнении затрат и выгод, возникающих при внедрении и эксплуатации системы, с затратами и рисками, существующими без её использования.

Ключевыми аспектами методики являются определение прямых и косвенных экономических выгод, связанных с сокращением ущерба от пожаров, оптимизацией использования ресурсов при реагировании на тревоги и повышением безопасности персонала. Также необходимо учитывать затраты на приобретение, установку, обслуживание и обучение персонала работе с системой, а также возможные риски, связанные с её отказом или неверной интерпретацией данных.

Результатом оценки является обоснованное заключение о целесообразности внедрения системы и ее экономической эффективности для объекта Нефтегорская УСН ОАО «Оренбургнефть» по адресу: Самарская область, Нефтегорский район.

Индекс доходности больше 1, соответственно согласно обоснованию и выбранным техническим характеристикам, а также исходя из сравнительных данных проект принят.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автоматическая пожарная сигнализация. Классификация и основные элементы : учебное пособие [Электронный ресурс]. URL: https://cchgeu.ru/upload/iblock/da6/tbl72kuu46e4bs7lcdyjiukc6z0hc9dp/Avtomaticheskaya-pozharnaya-signalizatsiya.-ZAREGISTRIROVANNNYY_-original.pdf (дата обращения: 13.02.2025).
2. Автоматическая система координатного обнаружения очагов возгораний [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2768772C1_20220324 (дата обращения: 13.04.2025).
3. Автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU74077U1_20080620 (дата обращения: 13.04.2025).
4. Агафонов В. В., Копылов Н. П. Установки пожаротушения: элементы и характеристики, проектирование, монтаж и эксплуатация. М. : ВНИИПО, 2019. 232 с.
5. Адаптивный способ пожарной сигнализации [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU74077U1_20080620 (дата обращения: 13.04.2025).
6. Антонов А. В. Производственная и пожарная автоматика. М. : Сибирская пожарно-спасательная академия, 2023. 296 с.
7. Ахаченок А. Г. Пожарная безопасность на производстве. М. : Металлургия, 2019. 133 с.
8. Барануков Р. К. Система пожарной безопасности объектов производственного назначения // Мировая наука. 2019. №2. С. 94-97.
9. Басуров В. А. Основы пожаровзрывобезопасности. Нижний Новгород : Издательство Нижегородского госуниверситета, 2017. 62 с.

10. Бубырь Н. Ф. Эксплуатация установок пожарной автоматики. М. : Стройиздат. 2020. 368 с.
11. Виды и особенности сертификации пожарной автоматики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/guide/pozharnaja-avtomatika.html> (дата обращения: 13.04.2025).
12. Грушевский Б. В. Пожарная профилактике на производстве. М. : Стройиздат, 2019. 368 с.
13. Маркарянц Л. М. Средства пожаротушения и пожарной сигнализации. М. : Проспект, 2019. 124 с.
14. Навацкий А. А. Производственная и пожарная автоматика. М. : Академия ГПС МЧС России. 2018. 335 с.
15. 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. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mchs-rossii-ot-31072020-n-582-ob-utverzhdanii/> (дата обращения: 13.02.2025).
16. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : СП 12.13130.2009 [Электронный ресурс]. URL: <https://media.lidermsk.ru/uploads/materials/docs/28/28f2b53a91d33b6249b54deadfcb943.pdf> (дата обращения: 13.04.2025).
17. Пожарная автоматика [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unitest.ru/about/publication/pozharnaya-avtomatika.html> (дата обращения: 13.02.2025).
18. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : СНиП 21-01-97. URL: <https://spb-institute.ru/upload/iblock/677/677592398f7be63aef5c0b2bb0c6a6e7.pdf> (дата обращения: 13.04.2025).

19. Пожарный мини-робот в потолочном исполнении [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2699849C1_20190911 (дата обращения: 13.02.2025).

20. Роботизированная установка пожаротушения с системой предупредительного мониторинга и селективного тушения [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2736432C1_20201117 (дата обращения: 13.02.2025).

21. Роботизированная установка пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2412732C1/ru> (дата обращения: 13.02.2025).

22. Роботизированная установка пожаротушения с системой блиц-мониторинга [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2739390C1_20201223?ysclid=m9ldlik8cd944727131 (дата обращения: 13.02.2025).

23. Роботизированная установка пожаротушения с системой оптимизации и контроля параметров тушения [Электронный ресурс]. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2739820C1/ru> (дата обращения: 13.02.2025).

24. Роботизированный пожарный комплекс на базе пожарных мини-роботов-оросителей с системой удаленного доступа [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2677622C1_20190117?ysclid=m9ldmhuea4446271456 (дата обращения: 13.02.2025).

25. Роботизированный пожарный комплекс с полнопроцессной системой управления [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2424837C1_20110727 (дата обращения: 13.02.2025).

26. Роботизированный пожарный комплекс с системой технического зрения [Электронный ресурс]. URL:

https://yandex.ru/patents/doc/RU2433847C1_20111120 (дата обращения: 13.02.2025).

27. Сафронов В. В. Выбор и расчет параметров установок пожаротушения и сигнализации. Орел : ОрелГТУ, 2018. 57 с.

28. Синилов В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. М. : Akademia, 2021. 512 с.

29. Система автоматического аэрозольного пожаротушения [Электронный ресурс]. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2058170C1/ru> (дата обращения: 13.02.2025).

30. Собурь С. В. Установки пожарной сигнализации : учебно-справочное пособие. М. : ПожКнига, 2019. 248 с.

31. Собурь С. В. Пожарная безопасность объектов защиты классов Ф1-Ф4. М. : ПожКнига, 2023. 336 с.

32. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53325-2012. Национальный стандарт Российской Федерации от 12.02.2012 (ред. от 01.01.2023). URL: <https://www.flamax.ru/upload/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%20%D0%A0%2053325.pdf> (дата обращения: 16.04.2025).

33. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). URL: <http://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 23.03.2025).

34. Типы пожарных сигнализаций [Электронный ресурс]. URL: <https://ooo-el-project.ru/stati/tipy-avtomaticheskikh-pozharnyh-signalizacij/> (дата обращения: 11.04.2025).

35. Управляемая система и способы для противопожарной защиты объектов [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2016152276A_20180717 (дата обращения: 13.02.2025).

36. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования : СП 5.13130.2009 [Электронный ресурс]. URL: <https://lidermsk.ru/media/documents/e1/e16f5f406b28291b59965fb6a3f74ada.pdf> (дата обращения: 13.04.2025).
37. Членов А. Н. Технический надзор за установками пожарной автоматики // Электронные системы безопасности. 2022. №5. С. 1-12.
38. Explosion-proof flame detectors from Det-Tronics (USA) [Electronic resource]. URL: <https://www.sprom.com/> (access date: 13.03.2025).
39. Heat detectors Kidde-Fenwal [Electronic resource]. URL: <https://www.kidde-fenwal.com/> (access date: 13.01.2025).
40. Qiu X.; Wei Y.; Li N.; Guo A.; Zhang E.; Li, C.; Peng Y.; Wei J.; Zang Z. Development of an early warning fire detection system based on a laser spectroscopic carbon monoxide sensor using a 32-bit system-on-chip. *Infrared Phys. Technol.* 2019,96, 44–51 p.
41. Ravikumar K; Chiranjeevi P; Devarajan N.M; Kaur C.; Taloba A.I. Challenges in internet of things towards the security using deep learning techniques. *Meas. Sens.* 2022, 24, 100473.
42. Aryavalli, S.N.G.; Kumar, H. Top 12 layer-wise security challenges and a secure architectural solution for Internet of Things. *Comput. Electr. Eng.* 2023,105, 108487.
43. Zhang Y.; Geng P.; Sivaparthipan C.; Muthu B.A. Big data and artificial intelligence based early risk warning system of fire hazard for smart cities. *Sustain. Energy Technol. Assess.* 2021,45, 100986.
44. Pan Q.; Luo W.; Fu Y. A QCA study of value creation in logistics collaboration by big data: A perspective from companies in China. *Technol. Soc.* 2023,41, 102114.