

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 Инновационные технологии пожаротушения. Эффективные средства обнаружения возгорания

Студент

С.В. Юртаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.т.н., доцент, А.В. Краснов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения .....	6
1 Анализ принципов работы систем обнаружения пожара .....	7
1.1 Виды систем обнаружения пожара .....	7
1.2 Принцип работы систем обнаружения пожара .....	11
1.3 Типы средств обнаружения возгорания.....	17
2 Выбор типа пожарных извещателей и требования к их размещению в помещениях.....	26
2.1 Принцип работы извещателей. Выбор типа извещателя .....	26
2.2 Требования к размещению извещателей .....	32
3 Проблемы эксплуатации существующих пожарных извещателей и анализ инновационных пожарных извещателей .....	42
3.1 Проблемы ложных срабатываний пожарных извещателей.....	42
3.2 Анализ современных пожарных извещателей .....	49
Заключение .....	62
Список используемых источников.....	65

## **Введение**

История доказала, что раннее обнаружение пожара и подача соответствующей сигнализации остаются важными факторами в предотвращении больших потерь из-за пожара.

Правильно установленные и обслуживаемые системы обнаружения пожара и сигнализации могут помочь повысить выживаемость жильцов и аварийно-спасательных служб при одновременном снижении потерь имущества [3].

Наряду с автоматическими системами пожаротушения системы обнаружения пожара и сигнализации являются частью активных систем противопожарной защиты, используемых во многих жилых помещениях. С этой целью принятые строительные и/или противопожарные нормы могут потребовать установки систем обнаружения пожара и сигнализации. Эти системы обычно требуют установки и обслуживания обученными специалистами [4].

Системы могут быть разработаны в первую очередь для защиты имущества или жизни в результате пожара; некоторые системы могут быть разработаны для достижения любой комбинации этих целей.

**Актуальность и научная значимость** настоящего исследования обуславливается тем, что, раннее обнаружение пожара и подача соответствующей сигнализации остаются важными факторами в предотвращении больших потерь из-за пожара.

**Объект исследования:** средства обнаружения возгорания.

**Предмет исследования:** эффективность средств обнаружения возгорания.

**Цель исследования** – сделать вывод об эффективности существующих инновационных пожарных извещателей.

В соответствии с поставленной в дипломной работе целью, определены следующие **задачи**:

- рассмотреть виды систем обнаружения пожара;
- исследовать принцип работы систем обнаружения пожара;
- рассмотреть типы средств обнаружения возгорания;
- проанализировать принцип работы извещателей;
- проанализировать требования к выбору типа извещателя;
- проанализировать требования к размещению извещателей;
- проанализировать проблемы ложных срабатываний пожарных извещателей;
- проанализировать эффективность современных пожарных извещателей.

**Гипотеза исследования** состоит в том, что результаты исследований существующих инновационных пожарных извещателей позволят повысить защищенность современных зданий путём внедрения эффективных средств обнаружения загораний.

**Теоретико-методологическую основу исследования** составили: отзывы об эксплуатации существующих пожарных извещателей.

**Методы исследования:** анализ показателей ложных срабатываний системы обнаружения загораний при эксплуатации существующих пожарных извещателей.

**Опытно-экспериментальная база исследования:** производственное здание.

**Научная новизна исследования** заключается в создании эффективных средств обнаружения загораний.

**Теоретическая и практическая значимость исследования** заключается в разработке рекомендаций по использованию инновационных пожарных извещателей.

**Достоверность и обоснованность результатов:** выполнен анализ основных показателей ложных срабатываний системы обнаружения загораний при эксплуатации существующих пожарных извещателей.

**Личное участие автора** в организации и проведении исследований ложных срабатываний системы пожарной сигнализации в помещениях производственного здания.

На защиту выносятся:

- результаты анализа требований к выбору типа извещателя;
- результаты анализа требований к размещению извещателей;
- результаты анализа проблемы ложных срабатываний пожарных извещателей;
- рекомендации по повышению эффективности современных пожарных извещателей.

Структура магистерской диссертации работа обусловлена целью и задачами исследования, состоит из трёх разделов и содержит 15 рисунков, список используемых источников (30 источников). Основной текст работы изложен на 70 страницах.

## Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

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

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

Пожарная сигнализация – совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд [24].

Система пожарной безопасности – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение пожара и ущерба от него [24].

Система предотвращения пожара – комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключения условий возникновения пожара.

# 1 Анализ принципов работы систем обнаружения пожара

## 1.1 Виды систем обнаружения пожара

Доступны три типа систем обнаружения пожарной сигнализации.

Эти типы в широком смысле определяются как:

- безадресная, пороговая система;
- адресно-опросная система;
- адресно-аналоговая система.

Пример безадресной, пороговой системы представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример безадресной, пороговой системы

В адресной системе методы мультиплексной связи позволяют каждому детектору независимо передавать сигнал о своем состоянии обратно на панель управления. Поскольку каждый детектор имеет свой собственный идентификатор (или адрес), панель управления, в дополнение к предоставлению обычной зоны обнаружения, также может быть сконфигурирована для отправки определяемого пользователем символического сообщения каждому детектору [31].

Пример адресно-опросной системы представлен на рисунке 2.

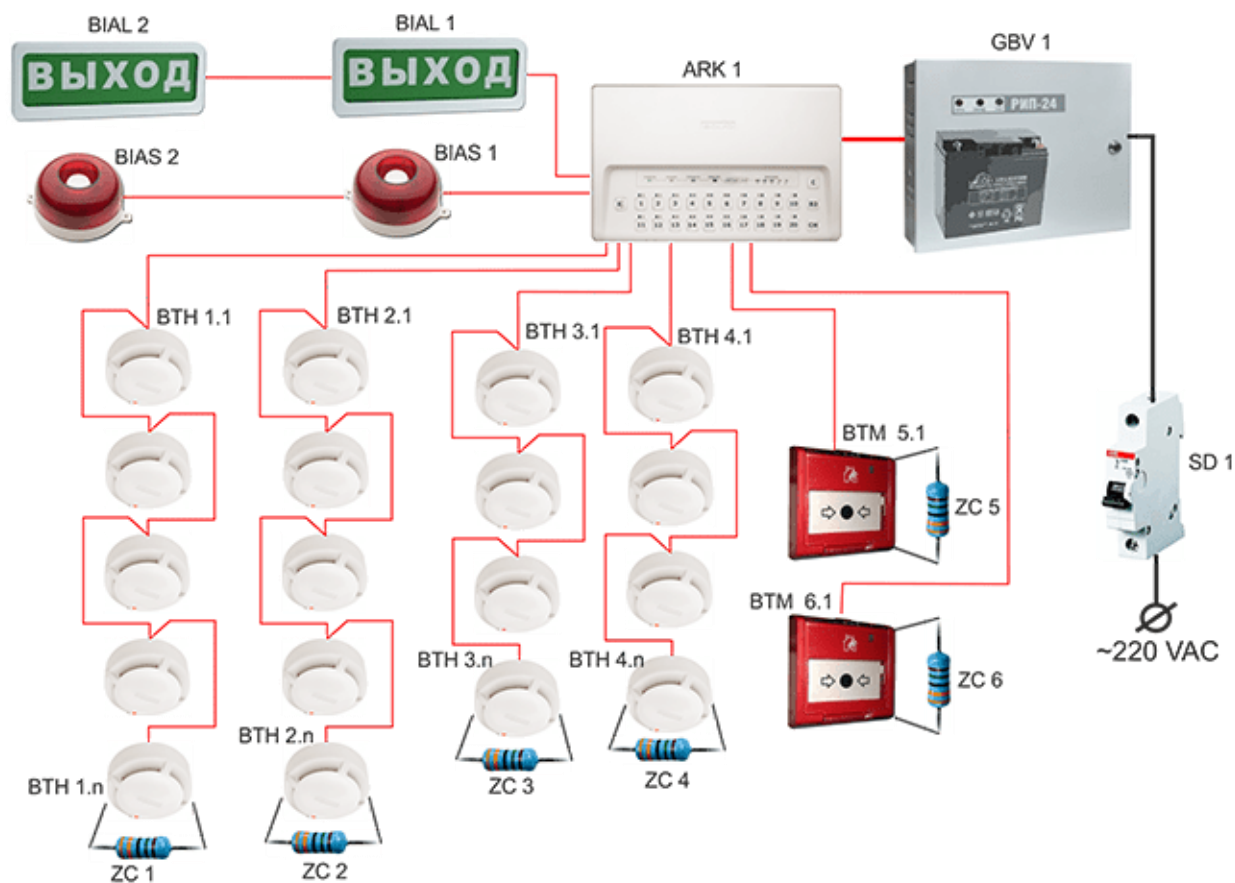


Рисунок 2 – Пример адресно-опросной системы

На практике все адресные системы относятся к аналоговому типу. Цифровая система – это система, в которой используются аналоговые адресуемые детекторы, каждый из которых выдает выходной сигнал, представляющий значение контролируемого параметра. Выходной сигнал может быть действительно цифровым сигналом или эквивалентом измеренного значения в цифровом кодировании.

Безадресная, пороговая система и адресно-опросная система с могут сигнализировать только о двух выходных состояниях: нормальной и пожарной сигнализации [32].

Следовательно, с помощью этих пожарных извещателей невозможно когда-либо установить, насколько близко устройство находится к аварийному состоянию, или являются ли локальные условия окружающей среды (которые, вероятно, содержат пыль и грязь) причиной ухудшения



чувствительности детектора, тем самым отрицательно влияя на его чувствительность.

Выходной сигнал адресного пожарного извещателя является переменным и представляет собой пропорциональное представление измеряемого воздействия огня, то есть дыма, тепла, окиси углерода или пламени [16].

Передача этого выходного сигнала от детектора обычно осуществляется в виде аналогового тока. Однако в цифровых системах этот вывод выражается и передается в битах данных с использованием нулей и единиц. Передача данных становится более безопасной с использованием FSK, тем самым обеспечивая высокий уровень различения между этими различными значениями битов [33].

Таким образом, в адресно-аналоговой системе адресные пожарные извещатели просто действуют как передатчики, которые передают информацию (обратно на панель управления) о температуре, плотности дыма и т.д.

Схема на основе микропроцессоров на панели управления интерпретирует полученные данные и решает, следует ли указывать на аварийное, предварительное аварийное или нормальное состояние.

Для того, чтобы система подала сигнал тревоги в случае пожара аналоговое значение, выводимое с детектора, должно находиться в состоянии тревоги (то есть выше уровня тревоги) в течение периода, равного времени, необходимому для завершения трех последовательных последовательностей адресов, обычно пятнадцати секунд.

Этот метод трехкратного сканирования датчика перед подачей сигнала тревоги является способом уменьшения количества ложных срабатываний от кратковременных электрических или физических помех, не вызывая чрезмерной задержки при фактической передаче сигнала тревоги [34].

Пример организации адресно-аналоговой системы представлен на рисунке 3.

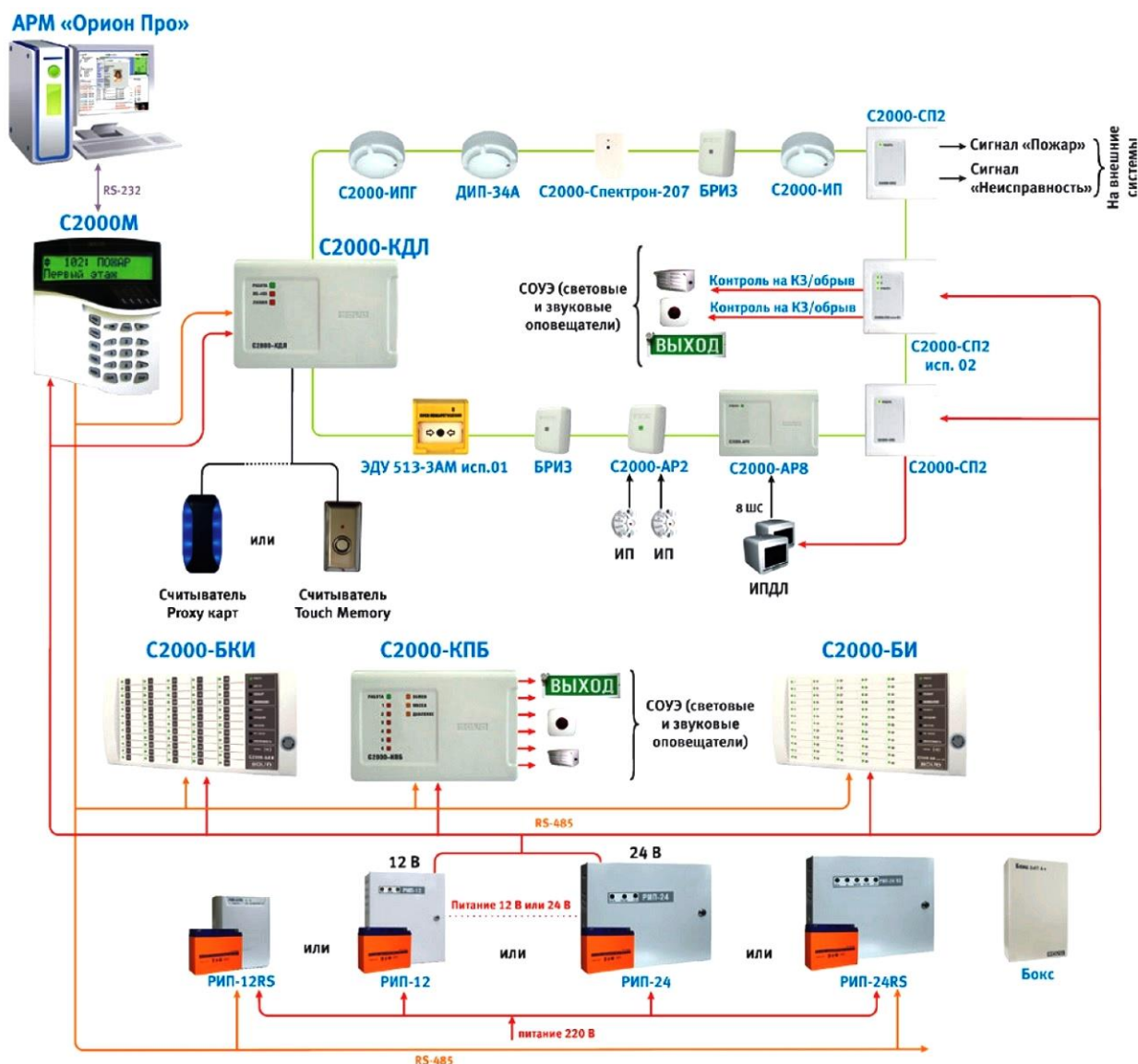


Рисунок 3 – Пример адресно-аналоговой системы

Компоненты большинства систем обнаружения пожара и сигнализации соединены кабелями. Для специализированных применений, где невозможно использовать кабели, используются волоконно-оптические и/или радиосвязи.

Эти системы являются «беспроводными», поскольку вся связь между управляющим оборудованием и устройствами (пунктами ручного вызова, детекторами и эхолотами) осуществляется с использованием радиопередачи.

Беспроводные пожарные извещатели и их внутренние передатчики используют одну или несколько внутренних батарей в качестве источника рабочего питания.

Контроль за внутренним источником питания от батареи встроен в схему извещателя. Если источник питания аккумулятора разрядится до порогового значения, пожарный извещатель подаст сигнал локального оповещения и будет подавать сигнал о неисправности один раз в час в течение как минимум семи дней или до тех пор, пока аккумулятор или батареи не будут заменены [35].

Беспроводные иницирующие устройства контролируются на предмет несанкционированного доступа и/или удаления путем подачи четкого сигнала о неисправности. Каждое беспроводное устройство также иницирует тестовую передачу каждый час для проверки схемы связи. Любое устройство, с которым не удается установить связь, отображается на панели управления не реже, чем каждые четыре часа.

## **1.2 Принцип работы систем обнаружения пожара**

Обычная система пожарной сигнализации обычно состоит из панели управления, подключенной к ряду линий пожарных извещателей (далее – детекторы) и ручных извещателей, обычно называемых зонами обнаружения, и ряда цепей сигнализации.

Панель управления управляет зонами обнаружения, обеспечивает светодиодную индикацию пожара, неисправности или нормальных условий и содержит переключатели, позволяющие активировать или отключать цепи, а также сбрасывать пожарные извещатели после сигнала тревоги. Панель управления питается от сети (220 В переменного тока) и содержит резервные батареи, позволяющие системе функционировать в течение как минимум 24 часов, в зависимости от требований, в случае сбоя сети.

Безадресные, пороговые системы способны контролировать зону на предмет короткого замыкания, обрыва цепи и удаления головки детектора.

Когда в зоне происходит короткое замыкание, будет подаваться большой ток, а напряжение в сети будет стремиться к нулю вольт. Панель

обнаруживает низкое напряжение/высокий ток и сигнализирует о неисправности.

Для обнаружения разомкнутой цепи или удаления головки детектора в конце зоны подключается устройство, которое можно контролировать.

Это устройство может принимать различные формы в зависимости от панели управления.

Простейшим конечным устройством является резистор, который будет потреблять ток, отличный от тока покоя и тока тревоги, подаваемого детекторами. Установка детекторов в их основания замыкает контакт в основании, питающий остальную часть зоны. Таким образом, если линия разорвана или если головка детектора удалена, ток, потребляемый зоной, упадет, и будет подан сигнал о неисправности

Активное устройство на конце линии использует коммутируемый резистор на конце линии и, таким образом, может использоваться со стандартной панелью управления. Он посылает периодический сигнал обратно по линии обнаружения, которая обычно гасится панелью управления [25].

Когда головка снимается, базовый диод включается в линию, и можно увидеть импульс. Затем активный конец линии отключает резистор от линии, и подается сигнал о неисправности.

Если используется емкостный конец линии, панель периодически сбрасывает линейное напряжение на несколько миллисекунд и ищет линейное напряжение, удерживаемое конденсатором. Когда голова находится при снятии панель сразу же увидит падение напряжения в сети, так как диод будет препятствовать разрядке конденсатора, и, таким образом, можно будет сигнализировать о неисправности.

Третий тип оконечного устройства – это диод. При этом панель периодически меняет линейное напряжение на несколько миллисекунд: если линия разорвана диодом в базе детектора, то ток не может течь в обратном направлении [26].

Тип конечного мониторинга, используемого в системе, будет зависеть от панели управления.

Во время работы панель управления адресной системы отправляет первый адрес, а затем ожидает ответа в течение заранее установленного времени. Каждый детектор сравнивает адрес, отправленный панелью управления, со своим собственным предварительно установленным адресом, и тот, который соответствует адресу, отправляет обратно свой статус. Если конкретный адрес детектора не найден в течение заданного времени из-за того, что устройство было отключено или удалено, панель управления указывает на неисправность. Аналогично, если адрес детектора найден, но устройство не работает правильно (то есть отвечает) в течение заданного времени, затем контроль панель также указывает на неисправность [27].

Затем панель управления отправляет следующий адрес и так далее, пока не будут адресованы все устройства, а затем весь цикл повторяется снова.

Очевидно, что многие детекторы в одной и той же цепи могут одновременно подавать сигнал тревоги и распознает это. Это означает, что можно получить гораздо больше информации о распространении огня в пределах зоны. Из-за задействованных коммуникационных технологий детекторы не обязательно располагать в цепи в адресном порядке [28].

При обнаружении пожара панель управления подает сигнал тревоги, активируя индикатор пожара для соответствующей зоны на панели управления, посылая команду соответствующему детектору на включение его светодиода и активацию сигналов тревоги для начала эвакуации. Большинство интеллектуальных панелей управления противопожарными системами оснащены буквенно-цифровыми дисплеями, позволяющими отображать информацию об источнике сигнала тревоги. Это может быть просто адрес зоны и детектора, или может быть более описательным, например «Дым Детектор, Кабинет 234» [30].

Алгоритм работы пожарной сигнализации представлен на рисунке 4.

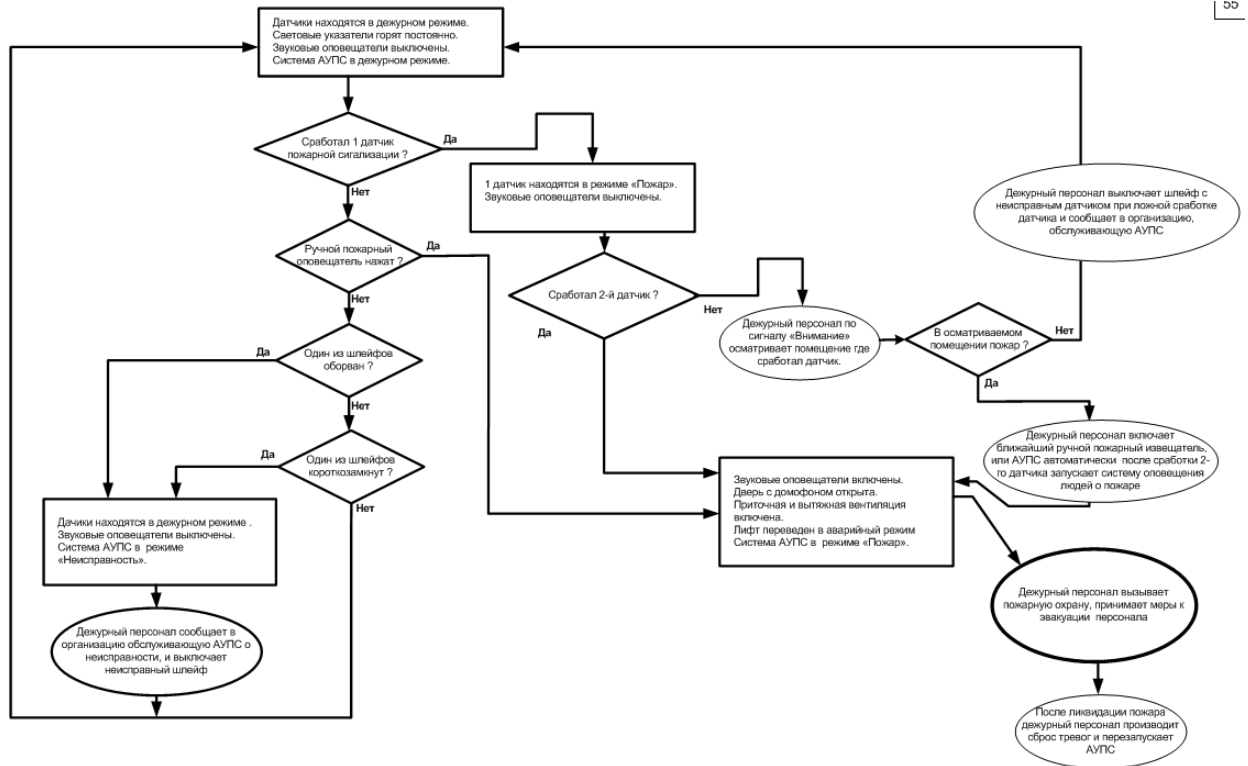


Рисунок 4 – Алгоритм работы пожарной сигнализации

Панель управления может также использовать модули управления для управления дополнительным электрическим оборудованием, таким как кондиционеры и дверные замки, чтобы предотвратить распространение дыма и огня.

Сигналы тревоги могут задействовать звуковые модули и световые указатели, активируемые с помощью модулей управления в контуре или непосредственно с панели управления, либо адресными устройствами с питанием от контура, которые подключены к тому же контуру, что и детекторы, и активируются прямой командой с панели.

На более крупных объектах может оказаться желательным использовать зональную сигнализацию. Это позволяет проводить поэтапную эвакуацию, при этом сначала эвакуируются районы, подвергающиеся наибольшему непосредственному риску, а затем менее опасные районы [23].

Обычные системы пожарной сигнализации группируют детекторы в «зоны» для более быстрого определения местоположения пожара, при этом

все детекторы в определенной зоне подключаются по одной схеме. Хотя интеллектуальные системы позволяют идентифицировать точное устройство, инициировавшее сигнал тревоги, зоны все еще используются для того, чтобы упростить программирование системы и интерпретацию местоположения пожара. Панель управления может иметь индивидуальные индикаторы пожара для каждой зоны в системе, и реакция панели управления на сигнал тревоги часто программируется в соответствии с зоной устройства, находящегося в состоянии тревоги, а не его индивидуальный адрес [20].

Разделение контура на зоны достигается с помощью программного обеспечения панели, однако, поскольку несколько зон физически подключены к одному кабелю, короткое замыкание может повлиять на работу устройств обнаружения большой площади, в отличие от обычной системы. Поэтому рекомендуется разделить контур таким образом, чтобы ограничить влияние короткого замыкания с использованием изоляторов короткого замыкания. Размещение этих изоляторов, как правило, должно ограничивать потерю покрытия менее чем 2000 м<sup>2</sup> и не более одного этажа.

Помимо обработки устройств ввода, то есть детекторов и точек вызова, адресные системные команды могут также обрабатывать устройства вывода в адресном цикле. Это возможно, поскольку часть адресного сообщения с панели управления может быть командной инструкцией для устройства вывода, сигнализирующей ему о включении или выключении. Типичным применением этого был бы модуль системы оповещения, используемый для управления несколькими звуковыми устройствами (или колоколами), и / или устройства визуальной сигнализации, или модуль интерфейса установки, используемый для отключения части электрической установки. Все командные инструкции, отправленные на устройства вывода игнорируются устройствами ввода в схеме [21].

Цепи класса В различают короткие замыкания в контуре (сигнал тревоги) и разомкнутые замыкания в контуре (неисправность). Контроль за этой схемой осуществляется путем пропуска низкого тока через

монтажную проводку и концевой резистор. Панель управления пожарной сигнализацией отслеживает увеличение или уменьшение управляющего тока и посылает сигнал тревоги или сообщение о неисправности соответственно. Одно разомкнутое соединение в цепи класса В отключает все устройства, находящиеся за пределами разомкнутого соединения.

Цепи класса А также различают короткие замыкания по контуру и разомкнутые замыкания в контуре. Контроль осуществляется путем контроля уровня тока, проходящего через монтажную проводку и концевой резистор, который в схеме класса А является неотъемлемой частью панели управления пожарной сигнализацией. Проводка класса А должна возвращаться и заканчиваться на панели управления. Этот метод требует, чтобы минимум четыре провода заканчивались на панели. Для этого также требуется панель управления пожарной сигнализацией для мониторинга цепей класса А. Дополнительная схема, необходимая для контроля класса А, позволяет панели управления «настраивать» цепь инициирования для контроля цепи инициирования с обоих концов, когда она находится в аварийном режиме из-за обрыва цепи. Это гарантирует, что все устройства способны реагировать и сообщать о тревоге, несмотря на однократное обрыв цепи или одновременное одиночное замыкание на землю на проводнике цепи.

Когда проектировщик автоматической пожарной сигнализации определил тип системы обнаружения пожара для использования в здании следующим шагом в процессе проектирования является решение о том, какой тип пожарных извещателей следует использовать в различных зонах (зонах), подлежащих защите [19].

### **1.3 Типы средств обнаружения возгорания**

Существует несколько типов пожарных извещателей (детекторов), каждый из которых реагирует на различные продукты горения (дым, тепло и т.д.).



Ручные пожарные извещатели используются для предоставления людям, находящимся в здании, возможности поднять тревогу.

Доступны следующие различные типы детекторов:

- высокоэффективный оптический детектор дыма;
- оптический детектор дыма;
- инфракрасный детектор пламени;
- детектор оптического луча;
- линейный тепловой детектор [6].

Поскольку каждый тип детекторов реагирует на конкретный продукт возгорания, относительная скорость срабатывания детекторов, следовательно, зависит от типа обнаруживаемого пожара.

Поскольку дым обычно присутствует на ранней стадии большинства пожаров, детекторы дыма (ионная камера, оптический, высокопроизводительные оптические или мультисенсорные) считаются наиболее полезным типом, доступным для раннего предупреждения.

Чтобы точно понять, как работают детекторы дыма, вам сначала нужно немного узнать о составе дыма.

Большинство пожаров производят дым на самых ранних стадиях, но плотность и цвет дыма во многом зависят от горящего материала и условий горения [7].

Различия между различными типами дыма обусловлены различиями в размере частиц, входящих в состав дыма. Как правило, чем выше температура пожара, тем больше количество очень мелких (невидимых) частиц дыма. И наоборот, а огонь при низкотемпературном разложении образует пропорционально более крупные (видимые) частицы дыма.

Детекторы дыма с ионной камерой. Эти детекторы постепенно выводятся из эксплуатации в силу ряда факторов. Во-первых, они содержат небольшую радиоактивную ячейку (америций), которая является источником альфа-частиц, используемым для создания камеры обнаружения. Это создает проблемы и затраты при их утилизации [9].

Во-вторых, технология, с внедрением мультисенсорных детекторов, обеспечила лучшую безопасность обнаружения, которое охватывает те типы пожаров, которые ранее подходили для детекторов ионизационного дыма, без каких-либо недостатков.

Оптические детекторы дыма. Эти детекторы быстро реагируют на крупные частицы дыма, но менее чувствительны к мелким частицам, которые не образуют видимого дыма. Они обнаруживают видимые частицы, образующиеся при пожаре, используя свойства светорассеяния частиц.

Детекторы содержат оптическую систему, состоящую из излучателя и датчика, каждый из которых имеет линзу и расположен так, что их оптические оси пересекаются в камера для отбора проб. Излучатель испускает луч света, который не попадает на датчик из-за перегородки.

Когда в камере для отбора проб присутствует дым, часть света рассеивается красным, а часть достигает датчика. Свет, попадающий на датчик, пропорционален плотности дыма.

Высокоэффективный оптический (НРО) детектор дыма. Детекторы НРО реагируют на дым так же, как и стандартные оптические детекторы, но при быстром повышении температуры их чувствительность повышается, так что они также реагируют на очень мелкие частицы дыма, больше похожие детекторы типа ионной камеры [8].

Тепловые детекторы обычно используются там, где скорость работы детекторов дыма не требуется или где по экологическим или другим подобным причинам детекторы дыма не могут быть использованы в системе. В таких условиях тепловые детекторы могут обеспечить приемлемую, хотя и менее чувствительную альтернативу. Доступны три типа. Это детектор скорости нарастания, детектор фиксированной температуры и детектор линейного типа [10].

Тепловые детекторы скорости нарастания. Из трех доступных типов тепловых детекторов они являются предпочтительным типом. Эти детекторы реагируют на аномально высокие скорости изменения температуры и

обеспечивают самый быстрый отклик в широком диапазоне температур окружающей среды. В эти детекторы также встроен фиксированный температурный предел. Эти детекторы идеально подходят для использования в помещениях, где на этапе, когда необходимо обнаружить пожар, может произойти значительное изменение температуры окружающей среды.

Датчики тепла с фиксированной температурой (Статические). Эти детекторы аналогичны детекторам повышающего типа, за исключением того, что они реагируют при заранее определенной температуре, а не при скорости повышения температуры. Эти детекторы идеально подходят для использования в помещениях, где резкие перепады температур считаются нормальными, например, на кухнях и в котельных [11].

Линейные тепловые детекторы. Эти детекторы обычно не используются, однако они предлагают преимущества в некоторых областях применения. Там, где требуется более одного детектора, детекторы расположены на расстоянии в соответствии со стандартом таким образом, чтобы эффективно охватывать площадь. Однако детекторы линейного типа выпускаются в виде отрезка провода или трубки и предназначены для определения условий в любом месте по всей длине. Это делает их идеально подходящими для таких применений, как кабельные туннели, кабельные лотки и стояки, складские помещения с высокими стеллажами, переходные отсеки, соломенные крыши, услуги в зданиях, подземные переходы и воздуховоды, подвесы для самолетов и т.д.

Доступны две версии: неинтегрирующая и интегрирующая [1].

Неинтегрирующий линейный детектор тепла обычно состоит из электрического кабеля с изоляцией с фиксированной температурой плавления, который подвешен над защищаемой областью. Если один небольшой участок провода нагревается (из-за пожара) и температура участка превышает или равна температуре плавления провода, плавление изоляции приводит к короткому замыканию и вызывает срабатывание системы сигнализации.

Интегрирующий линейный тепловой детектор аналогичен неинтегрирующей версии, за исключением того, что здесь изоляция не плавится [12].

Его электрическое сопротивление равно температуре. По сути, средняя температура измеряется по всей длине провода, а не только по его участкам. Следовательно, для создания сигнала тревоги потребуется генерировать большое количество тепла на небольшой площади. Для удобства определения местоположения аварийных сигналов или неисправностей рекомендуется, чтобы максимальная длина измерительного провода, используемого с детекторами линейного типа, была ограничена 200 метрами.

Для особых требований доступны длины до 500 метров. Провод датчика с высоким сопротивлением также доступен для использования в зонах с высокими температурами окружающей среды, то есть температурами выше 50 °С [13].

Пожарные извещатели угарного газа. Пожарные извещатели с тепловым усилением на основе окиси углерода используют электрохимическую ячейку для обнаружения накопления окиси углерода, выделяемой при пожарах. Ячейка работает за счет окисления монооксида углерода на платиновом чувствительном электроде. Внутри электрохимической ячейки ионы, образующиеся в результате этой реакции, приводят к протеканию тока между электродами. Электрическая мощность элемента прямо пропорциональна концентрации монооксида углерода.

Производительность детектора взаимосвязана – на нее практически не влияют изменения температуры, давление или воздушный поток [2].

Тепловой пожарный извещатель угарного газа может быть установлен в цифровую систему для обеспечения высокой, нормальной и низкой чувствительности. При установке на нормальную чувствительность сигнал тревоги будет подаваться при концентрации монооксида углерода 40 частей на миллион.

Для целей сравнения, фоновые уровни окиси углерода, как правило, остаются значительно ниже 10 частей на миллион, с выбросами примерно до 15 частей на миллион при необычных атмосферных условиях. Даже в помещениях с заядлыми курильщиками или вблизи источника загрязнения воздуха высокие уровни образования окиси углерода должны оставаться ниже уровня 40 частей на миллион, при котором детектор монооксида углерода, работающий с нормальной чувствительностью, подаст сигнал тревоги [5].

Детекторы должны располагаться на расстоянии в соответствии с теми же рекомендациями, что и для детекторов дыма, на практике детекторы окиси углерода, вероятно, будут более устойчивы к расположению относительно очага пожара, чем детекторы дыма.

Пожарные извещатели с угарным газом не подходят для пожаров, при которых образуется мало или совсем нет угарного газа. Такие пожары включают ранние стадии разложения электрического кабеля, когда более подходит детектор НРО.

Пожарные извещатели оксида углерода также непригодны для защиты зон, где основную опасность представляют быстро горящие химические пожары. В этом случае более подходящими являются детекторы пламени.

Инфракрасные детекторы пламени, в отличие от детекторов дыма и тепла, не полагаются на конвекционный ток для транспортировки продуктов возгорания к детектору и не полагаются на потолок для улавливания продуктов. Они обнаруживают электромагнитное излучение, которое распространяется от пламени со скоростью света. Они реагируют только на короткие длины волн очень высоких температур, таких как те, что присутствуют во флаконах. Излучение пламени характеризуется мерцанием с частотой в диапазоне от 5 до 30 циклов в секунду [14].

Для защиты от ложных тревог эти детекторы имеют встроенные функции, которые препятствуют их реагированию на такие явления, как длинноволновое излучение, испускаемое горячими или перегретыми телами,

или постоянное излучение, испускаемое горячими объектами, где нет огня (даже если излучение имеет ту же длину волны, что и у пламени). Они также содержат схемы для предотвращения ложных срабатываний от кратковременных воздействий. Мерцающее коротковолновое инфракрасное излучение должно поддерживаться в течение определенного периода времени (в зависимости от его величины) до подачи сигнала тревоги.

Детекторы оптического луча состоят из двух блоков: передатчика и приемника, которые расположены на некотором расстоянии друг от друга (от 10 до 100 метров).

В качестве альтернативы передатчик и приемник объединяются в единый блок, и для отражения переданного луча обратно на приемник используется отражатель.

Этот тип детектора специально разработан для внутреннего использования в больших помещениях открытого типа, таких как склады, производственные предприятия, авиационные ангары, мастерские и т.д. Где установка детекторов точечного типа была бы затруднена. Они также идеально подходят для установки в художественных галереях, соборах и т.д. там, где из-за богатоукрашенных и исторических потолков точечные детекторы и связанная с ними проводка были бы непригодны.

Во время работы блок передатчика проецирует модулированный луч инфракрасного света непосредственно на блок приемника. Приемный блок преобразует принятый световой луч в сигнал, который непрерывно контролируется детектором. Если в зоне, защищенной этими детекторами, вспыхнет пожар, частицы дыма поднимающийся вверх прерывает или частично отклоняет световой луч, тем самым уменьшая силу луча, принимаемого приемным устройством. Если сигнал в приемном устройстве, который пропорционально отражает силу принимаемого светового луча, уменьшается на 40-90 % в течение периода, превышающего пять секунд (приблизительно), это приводит к тому, что система переходит в режим тревоги.

Для правильной работы передатчик и приемник должны быть установлены в пространстве на крыше или непосредственно под потолком, в зависимости от того, что применимо.

Каждый детектор способен защищать площадь 7,5 метров с каждой стороны центральной линии луча на расстоянии до 100 метров, что обеспечивает общую площадь покрытия до 1500 м<sup>2</sup>.

Там, где используются детекторы луча отражающего типа, предпочтительный детектор дыма типа луча должен иметь встроенную функцию автоматического выравнивания, предназначенную для выравнивания устройства с его отражателем, если из-за движения здания два компонента смещены. Эта функция также помогает при первоначальной установке и вводе в эксплуатацию. Иногда в зданиях с очень высокими потолками, таких как атриум, оптический луч детекторы установлены намного ниже, чем самая высокая точка в пространстве. Причина этого заключается в том, что по мере того, как поднимается столб дыма, он охлаждается и выравнивается, когда достигает температуры окружающей среды. Этот эффект, известный как расслоение, может возникать в самой низкой точке в пределах высокого пространства, что серьезно задерживает работу детектора в самой высокой точке.

К сожалению, никогда не возможно точно предсказать, где произойдет расслоение.

Если луч детектора оптического луча проходит на гораздо более низком уровне, чем тот, на котором происходит расслоение, чрезвычайно узкий поднимающийся столб дыма может обойти луч. По этой причине детекторы луча низкого уровня следует рассматривать только как дополнительные к обнаружению в самой высокой точке пространства.

Например, если бы дополнительные детекторы луча были установлены на высоте 10 м над основанием атриума, детекторы оптического луча необходимо было бы устанавливать через каждые 2,5 м по ширине атриума.

Атриумы и другие подобные помещения на крыше представляют особые проблемы для обнаружения дыма.

Некоторые из проблем, с которыми сталкиваются проектировщики, заключаются в следующем:

- труднодоступный для установки, обслуживания, тестирования и замены детектора;
- воздействие прямых солнечных лучей;
- множество отражающих поверхностей, вызывающих ложные срабатывания.

Выводы по разделу.

Большинство пожаров на более поздних стадиях выделяют заметные уровни тепла. Поэтому в районах, где быстрое распространение огня маловероятно, и условия окружающей среды исключают использование детекторов дыма, датчики тепла (скорость нарастания или фиксированная температура) являются альтернативой общего назначения, но их не следует использовать на путях эвакуации системы безопасности.

При пожарах, как правило, образуется окись углерода, особенно в ситуациях, когда вентиляция недостаточна для быстрого горения огня. Соответственно, пожарные извещатели угарного газа обеспечивают полезное предупреждение о таких пожарах. Пожарный извещатель угарного газа хорошо подходит для обеспечения раннего предупреждения о медленном тлеющем пожаре. Медленно развивающиеся и тлеющие пожары приводят к образованию большого количества монооксида углерода, прежде чем обнаруживаемые дымовые аэрозоли и частицы достигают детекторов дыма в количествах, достаточных для обнаружения пожара. Эти детекторы часто можно использовать в системах, в которых датчики тепла недостаточно чувствительны, но детекторы дыма могут вызывать ложные срабатывания от таких источников, как пар из душа или дым от кухни.



В ситуациях, когда горящая жидкость, например спирт, растворитель для краски и т.д., скорее всего, будет основным источником пожара, а пламя, скорее всего, будет первым признаком начала пожара, необходимо использовать инфракрасный детектор пламени.

Хотя детекторы тепла, дыма и углекислого газа подходят для использования внутри большинства зданий, при необходимости в дополнение к ним могут использоваться детекторы пламени. Детекторы пламени нуждаются в беспрепятственной прямой видимости, поэтому их можно использовать для таких специальных применений, как наблюдение за зоной, где происходят нефтехимические процессы, например, морские нефтяные платформы.

Инфракрасное обнаружение пламени также может использоваться для защиты очень высоких помещений, где высота такова, что точечные детекторы дыма не могут быть использованы.

## **2 Выбор типа пожарных извещателей и требования к их размещению в помещениях**

### **2.1 Принцип работы извещателей. Выбор типа извещателя**

Детекторы дыма являются наиболее чувствительными автоматическими средствами обнаружения пожара и должны использоваться везде, где позволяют условия.

Детекторы дыма обеспечивают максимально раннее предупреждение о пожаре. Они спасли тысячи жизней. Специальные правила применения могут компенсировать ограничения детекторов дыма.

Рассмотрим работу детекторов дыма с ионной камерой.

Типичная ионизационная камера состоит из двух электрически заряженных пластин и радиоактивного источника для ионизации воздуха между пластинами. Радиоактивный источник испускает частицы, которые взаимодействуют с молекулами воздуха и вытесняют их электроны. Когда молекулы теряют электроны, они превращаются в положительно заряженные ионы. По мере того как другие молекулы получают электроны, они становятся отрицательно заряженными ионами. Создается равное количество положительных и отрицательных ионов. Положительно заряженные ионы притягиваются к отрицательно заряженной электрической пластине, в то время как отрицательно заряженные ионы притягиваются к положительно заряженной пластине. Это создает небольшой ток ионизации, который может быть измерен с помощью электронной схемы, подключенной к пластинам («нормальное» состояние в детекторе).

Частицы горения намного крупнее молекул ионизированного воздуха. Когда частицы горения попадают в ионизационную камеру, молекулы ионизированного воздуха сталкиваются и соединяются с ними. Некоторые частицы становятся положительно заряженными, а некоторые – отрицательно заряженными. Поскольку эти относительно крупные частицы

продолжают соединяться со многими другими ионами, они становятся центрами рекомбинации, и общее количество ионизированных частиц в камере уменьшается.

Это уменьшение количества ионизированных частиц приводит к уменьшению тока камеры, который регистрируется электронными схемами, контролирующими камеру.

Детектор дыма с ионной камерой представлен на рисунке 5.

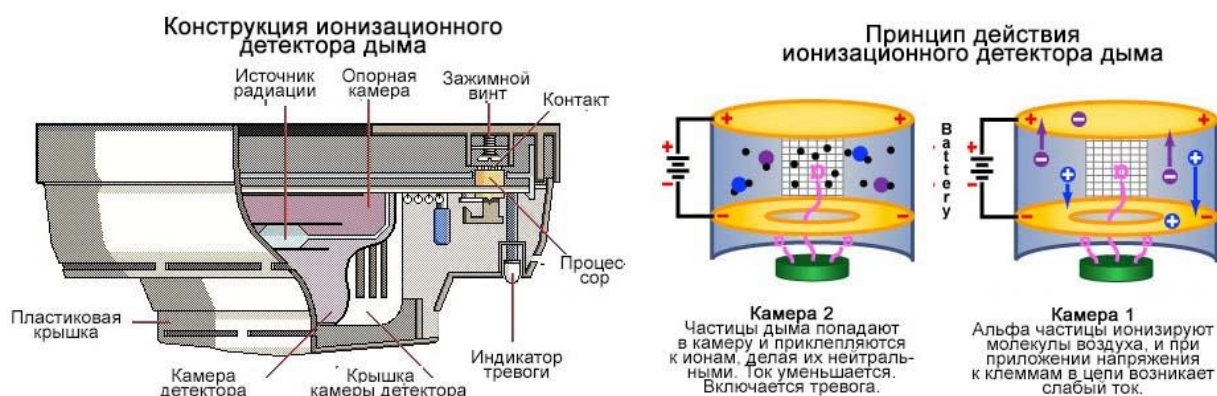


Рисунок 5 – Детектор дыма с ионной камерой

Когда ток уменьшается на заданную величину, преодолевается пороговое значение и устанавливается состояние “тревога”.

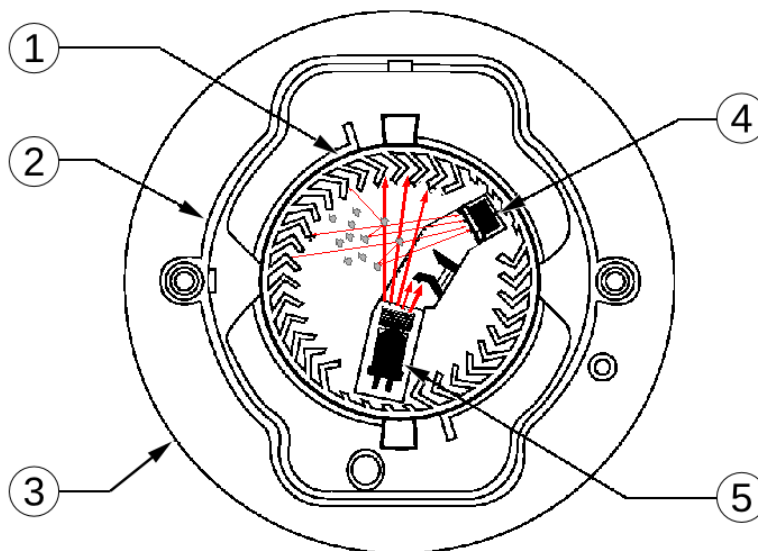
Изменения влажности и атмосферного давления влияют на ток в камере и создают эффект, аналогичный эффекту частиц горения, попадающих в чувствительную камеру. Чтобы компенсировать возможные последствия изменения влажности и давления, была разработана двойная ионизационная камера, которая стала обычным явлением на рынке детекторов дыма.

Двухкамерный детектор использует две ионизационные камеры; одна из них является чувствительной камерой, открытой для наружного воздуха. На чувствительную камеру влияют твердые частицы, влажность и атмосферное давление. Другая представляет собой эталонную камеру,

которая частично закрыта для наружного воздуха и подвержена воздействию только влажности и атмосферного давления, поскольку ее крошечные отверстия блокируют попадание более крупных твердых частиц, включая частицы сгорания. Электронная схема контролирует обе камеры и сравнивает их выходы. При изменении влажности или атмосферного давления выходы обеих камер воздействуют одинаково и компенсируют друг друга. Когда частицы горения попадают в чувствительную камеру, ее ток уменьшается, в то время как ток контрольной камеры остается неизменным. Возникающий в результате дисбаланс тока обнаруживается электронной схемой. Существует ряд условий, которые могут повлиять на двухкамерные датчики ионизации, такие как пыль, чрезмерная влажность (конденсация), значительные воздушные потоки и крошечные насекомые. Все это может быть ошибочно истолковано как частицы горения электронными схемами, контролирующими датчики.

Рассмотрим работу фотоэлектрического детекторов дыма.

Фотоэлектрический детектор дыма представлен на рисунке 6.



1 – Оптическая камера, 2 – Крышка, 3 – Литые корпуса, 4 – Фотодиод, 5 – Инфракрасный светодиод.

Рисунок 6 – Фотоэлектрический детектор дыма

Дым, образующийся при пожаре, влияет на интенсивность светового луча, проходящего через воздух. Дым может блокировать или заслонять луч. Это также может привести к рассеянию света из-за отражения от частиц дыма. Фотоэлектрические детекторы дыма предназначены для обнаружения дыма, используя эти эффекты дыма на свету.

Большинство фотоэлектрических детекторов дыма относятся к точечному типу и работают по принципу рассеяния света. Светоизлучающий диод излучается в область, обычно не «видимую» светочувствительным элементом, обычно фотодиодом. Когда частицы дыма попадают на световой путь, свет попадает на частицы и рассеивается на светочувствительном устройстве, заставляя детектор реагировать.

Другой тип фотоэлектрического детектора, детектор затемнения света, использует источник света и светочувствительное приемное устройство, такое как фотодиод. Когда частицы дыма частично блокируют световой луч, уменьшение количества света, попадающего на светочувствительное устройство, изменяет его выходную мощность. Изменение выходного сигнала регистрируется схемой детектора, и при пересечении порогового значения запускается сигнал тревоги. Детекторы затемняющего типа обычно имеют тип проецируемого луча, когда источник света охватывает защищаемую область.

Хотя детекторы дыма основаны на простых концепциях, необходимо соблюдать определенные конструктивные соображения. Они должны подавать сигнал тревоги при обнаружении дыма, но должны сводить к минимуму воздействие нежелательного сигнала, который может возникнуть по целому ряду причин. В ионизационном детекторе пыль и грязь могут скапливаться на радиоактивном источнике и повышать его чувствительность. В фотоэлектрическом детекторе свет от источника света может рассеиваться от стенок чувствительной камеры и быть виден светочувствительным устройством при отсутствии дыма. Насекомые, грязь, пыль и другие виды

загрязнений могут накапливаться в чувствительной камере и рассеивать свет от источника света на светочувствительное устройство.

Электрические переходные процессы и некоторые виды излучаемой энергии могут влиять на схемы как ионизационных, так и фотоэлектрических детекторов дыма и интерпретироваться электронной схемой как дымовые, что приводит к возникновению аварийных сигналов.

Производительность детектора проверяется в ходе огневых испытаний. Все детекторы дыма должны реагировать на одни и те же тестовые пожары, независимо от принципа их действия.

Характеристики ионизационного детектора делают его более подходящим для обнаружения быстро разгорающихся пожаров, которые характеризуются частицами горения в диапазоне размеров от 0,01 до 0,4 микрона. Фотоэлектрические детекторы дыма лучше подходят для обнаружения медленно тлеющих пожаров, которые характеризуются частицами в диапазоне от 0,4 до 10,0 микрон. Каждый тип детектора может обнаруживать оба типа пожаров, но их соответствующее время срабатывания будет различаться в зависимости от типа пожара.

Системы обнаружения пожара и сигнализации предназначены для предупреждения о возникновении пожара, что позволяет своевременно провести эвакуацию и принять соответствующие меры по тушению пожара до того, как ситуация выйдет из-под контроля [29].

Как только цель (цели) определена, при проектировании системы особое внимание должно быть уделено типу здания, его конструкции и цели, для которой оно используется, чтобы в случае пожара система обнаружения пожара в сочетании с соответствующими процедурами предотвращения пожара сводила риск пожара к минимуму [17].

Поскольку детектор оптического луча улавливает дым по всему дымовому шлейфу, он, как правило, меньше подвержен влиянию разрежения дыма при увеличении высоты потолка, чем детекторы дыма точечного типа. Кроме того, детектор с одним лучом может защитить большую площадь;

поэтому они особенно подходят для защиты больших высоких помещений, таких как спортивные арены, склады и торговые центры [18].

Тепловые детекторы обычно используются в помещениях, где детектор дыма может генерировать ложные сигналы тревоги, например, на кухнях или в душевых комнатах.

Общий вид тепловых извещателей представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Общий вид тепловых извещателей

Датчики скорости повышения температуры подадут сигнал тревоги, если температура сильно повысится быстро, или если температура достигнет установленного порога. Этот тип детектора был бы первым выбором в условиях, когда невозможно использовать детектор дыма.

В некоторых средах, таких как котельные, обычно можно ожидать быстрого повышения температуры, а это означает, что при использовании устройства с повышением температуры существует риск ложных срабатываний. В этом случае подойдет датчик фиксированной температуры.

Часто бывает трудно предсказать, какой размер твердых частиц образуется в результате развивающегося пожара, поскольку защищаемые

здания обычно содержат различные горючие вещества. Тот факт, что различные источники воспламенения могут оказывать различное воздействие на данное горючее вещество, еще больше усложняет выбор.

Зажженная сигарета, например, обычно вызывает медленно тлеющий огонь, если ее уронить на диван или кровать. Однако, если сигарета случайно упадет на газету, лежащую на диване или кровати, возникший пожар может быть лучше охарактеризован пламенем, а не тлеющим дымом.

### 3.2 Требования к размещению извещателей

Детекторы луча более сложны для установки, чем обычные точечные детекторы дыма, и рекомендуется ознакомиться с руководством по применению для использования детекторов дыма с проекционным лучом, прежде чем рассматривать возможность использования этих детекторов [15].

На плоском потолке без препятствий радиус защиты пожарных извещателей составляет 7,5 м для детектора дыма и 5,3 м для теплового детектора, и детекторы должны монтироваться на расстоянии не менее 0,5 м от стены (Рисунок 8).

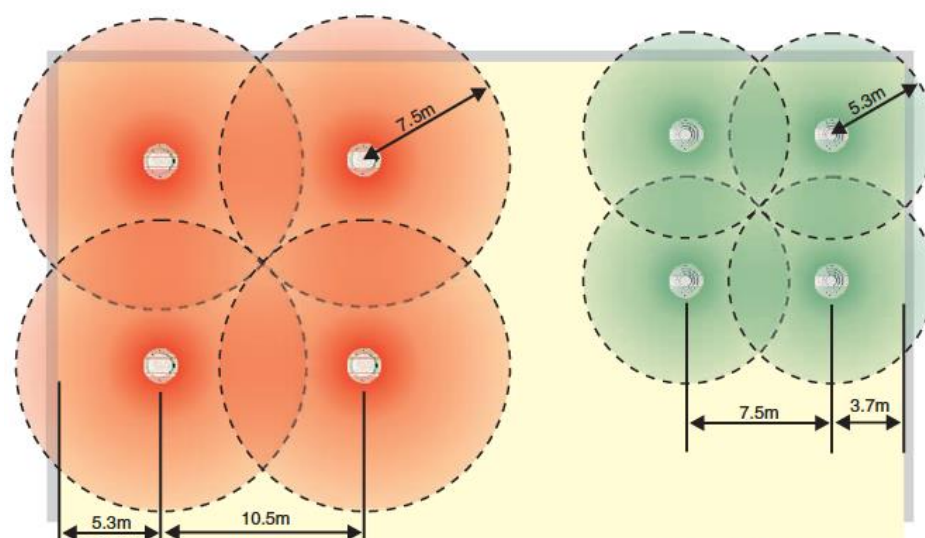


Рисунок 8 – Радиус защиты пожарных извещателей



При выборе расстояния и расположения пожарных извещателей важно руководствоваться национальными стандартами.

Детекторы дыма или тепла могут обнаруживать пожары только после того, как определенное количество дыма или тепла достигнет датчика. По мере увеличения высоты потолка время, необходимое для того, чтобы дым или тепло достигли датчика, будет увеличиваться, и они будут разбавляться чистым, прохладным воздухом. В результате максимальная высота потолков ограничена. Часто пограничный слой может образовываться близко к потолку, который свободен от дыма и остается прохладным. Чтобы избежать этого и максимально повысить вероятность обнаружения, детекторы дыма обычно следует устанавливать так, чтобы он находился на 25-600 мм ниже потолка, а тепловые детекторы следует устанавливать так, чтобы их нагревательный элемент находился на 25-150 мм ниже потолка. Конструкция детектора обычно обеспечивает выполнение минимальных требований, но необходимо соблюдать осторожность, если детекторы должны располагаться вдали от крыши, например, устанавливаться на подвесном потолке с открытой решеткой.

Еще одна проблема – возможность расслоения воздуха в помещении на горячий и холодный слои, в результате чего дым или тепло останавливаются на границах. Это особенно касается высоких помещений или атриумов, где часто используются детекторы луча.

Расслоение очень трудно предсказать, и оно может изменяться даже в пределах одной и той же комнаты по мере изменения условий окружающей среды.

Потолочные препятствия, такие как балки, превышающие 10% высоты потолка, следует рассматривать как стену и, таким образом, разделять зону. Детекторы не должны устанавливаться внутри 500 мм такого препятствия. Если глубина препятствия, такого как балка, составляет менее 10% от высоты потолка, но превышает 250 мм, то детекторы не следует устанавливать ближе, чем на 500 мм к препятствию.

Где препятствие, такое как балка или светильник, меньше, чем детекторы глубиной 250 мм не следует устанавливать ближе к препятствию, чем в два раза его глубины.

Если потолок содержит ряд небольших ячеек, например потолок в виде сот, или ряд близко расположенных балок, например перекрытие потолочных балок, то рекомендуемое расстояние и расположение детекторов дополнительно меняются в зависимости от высоты потолка, глубины и расстояния между балками.

Если зазор между верхней частью перегородки или секцией стеллажей и потолком превышает 300 мм, им можно пренебречь. Если зазор меньше 300 мм, его следует рассматривать как стену.

Чтобы обеспечить свободный поток дыма и тепла к детектору, возле детектора должно быть свободное пространство на 500 мм во всех направлениях.

Там, где потолок наклонный, наклон крыши имеет тенденцию ускорять подъем дыма или тепла к вершине, тем самым уменьшая задержку до срабатывания детекторов. Для наклонных крыш ряд детекторов должен располагаться на максимальном вертикальном расстоянии 600 мм или 150 мм для детекторов дыма или тепла соответственно от вершины крыши.

Наклонные крыши высотой менее 600 мм для детекторов дыма или 150 мм для тепловых детекторов могут рассматриваться как плоский потолок.

Поскольку дым или тепло имеют тенденцию быстрее подниматься вверх по склону, допустимо использовать большее расстояние для ряда детекторов, установленных на вершине крыши: для каждого градуса наклона крыши расстояние может быть увеличено на 1% максимум до 25%.

Там, где уклон заканчивается в пределах заданного радиуса обнаружения, следует использовать стандартное расстояние до следующего ряда детекторов, 10,5 м. Чувствительные элементы детекторов дыма обычно должны находиться в диапазоне от 25 мм до 600 мм от потолка, а для тепловых детекторов – в диапазоне от 25 мм до 150 мм.

Если потолок наклонный, а разница в высоте между любой вершиной и прилегающей впадиной или нижней точкой потолка превышает 600 мм для детекторов дыма или 150 мм для тепловых детекторов, детекторы должны быть установлены на вершине или вблизи нее. (Детектор может рассматриваться как «близкий» к вершине, если вертикальное расстояние от вершины до детектора не превышает приведенных выше цифр.) Если различия меньше указанных, то потолок можно считать плоским.

Размещение извещателей на потолке представлено на рисунке 9.

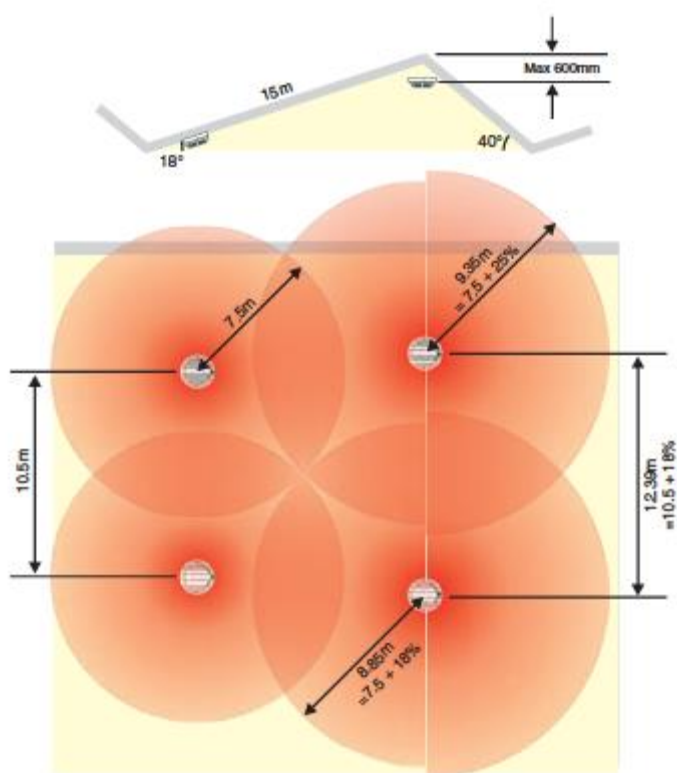


Рисунок 9 – Размещение извещателей на потолке

Для ряда детекторов, установленных вблизи вершины радиус покрытия может быть увеличен на 1% для каждого градуса наклона максимум до 25%.

Для полуцилиндрической арки или купола в форме полусферы радиус покрытия сектора в центре может быть рассчитан как 8,93 м для детектора дыма и 6,31 м для детектора тепла.

Внутренние лестничные клетки и лифтовые шахты, а также другие вертикальные служебные каналы, проходящие через здание, обеспечивают свободный путь для прохождения дыма между этажами, поэтому важно защитить их, предпочтительно с помощью детекторов дыма.

На внутренних лестницах детектор должен быть установлен на каждой главной площадке. Кроме того, если детекторы на лестничных площадках разделены более чем на 10,5 м, промежуточные детекторы должны быть установлены на нижней стороне лестницы.

Размещение извещателей на лестничной клетке представлено на рисунке 10.

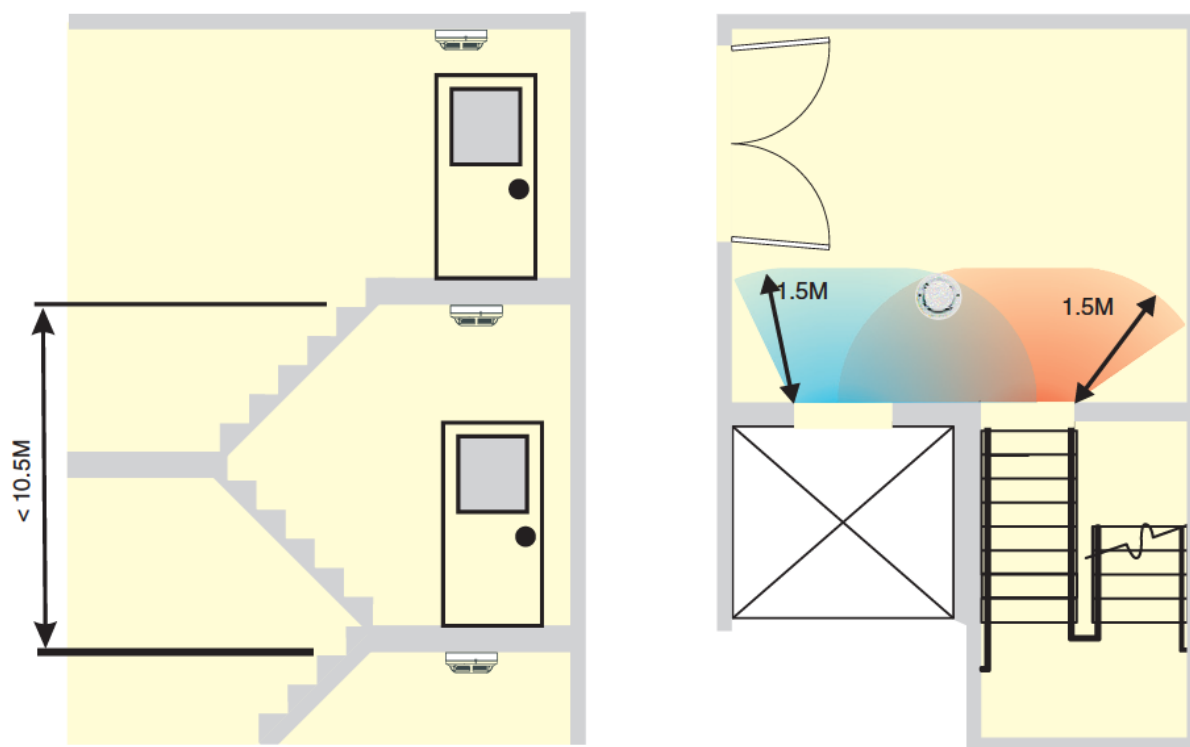


Рисунок 10 – Размещение извещателей на лестничной клетке

Детекторы также следует устанавливать в любом помещении, выходящем непосредственно на лестницу, кроме туалетной кабинки.

В коридорах шириной менее 2 м детекторы должны располагаться на расстоянии 15 м для детекторов дыма и 10,6 м для детекторов тепла детекторы с максимальным размером стены в конце коридора 7,5 м и 5,3 м соответственно.

В узких помещениях и коридорах шириной более 2 м из-за того, что радиусы охвата детекторов пересекаются со стенами коридора, расстояние между детекторами будет увеличиваться.

Все вертикальные шахты, проходящие через здание, должны быть защищены датчиком дыма или тепла в верхней части шахты и датчиком в пределах 1,5 м от каждого отверстия в шахте.

Детекторы обычно не нужно устанавливать в пустотах глубиной менее 800 мм, если только на основе оценки пожарной опасности не предполагается, что огонь или дым могут широко распространиться через пустоты до обнаружения, или если опасность пожара в пустоте не такова, чтобы гарантировать защиту. Использование детекторов тепла и дыма в пустотах высотой более 800 мм зависит от категории защиты и оценки риска пожара.

Там, где они установлены в пустотах, чувствительный элемент детектора должен быть установлен либо в верхних 10%, либо в верхних 125 мм пустого пространства, в зависимости от того, что больше. Хотя может быть трудно правильно установить детекторы в пустых пространствах, следует соблюдать осторожность, так как неправильная ориентация детектора может привести к увеличению попадания грязи и пыли, приводящая к сокращению интервалов технического обслуживания и возможным неприятным сигналам тревоги.

Детекторы над подвесным потолком могут использоваться для защиты области под ним, если подвесной потолок перфорирован равномерно по всей площади потолка, при этом отверстия составляют более 40% площади

поверхности потолка, имеют минимальный размер 10 мм, а толщина подвесного потолка менее чем в три раза превышает размеры перфораций.

Во всех остальных случаях зоны над и под подвесным потолком следует рассматривать как отдельные и, следовательно, должны быть защищены отдельно детекторами под потолком и, при необходимости, в пустоте над потолком.

Детектор должен быть установлен в любом фонаре, используемом для вентиляции или имеющем высоту более 800 мм. Температура в лампах фонарей может быстро изменяться из-за нагрева солнечным светом, что означает, что не следует использовать датчики тепла с высокой скоростью нарастания, а датчики тепла следует защищать от прямых солнечных лучей.

Как правило, для детектора оптического луча, установленного в пределах 600 мм от потолка, зона обнаружения пожара составляет до 7,5 м с каждой стороны луча. Луч детектора не должен быть ближе, чем 500 мм до любого препятствия. Аналогичные рекомендации, приведенные выше, применимы к применению детекторов луча с наклонными потолками, пустотами, подвесными потолками, стенами и перегородками, а также потолочными препятствиями.

Там, где существует вероятность присутствия людей в зоне, защищенной детекторами луча, детекторы должны быть установлены на минимальной высоте 2,7 м, и необходимо также учитывать возможность других временных препятствий для балки, таких как вилочные погрузчики.

Детекторы следует размещать в зонах нагнетания воздуха над потолком, на открытых площадках внизу и в воздуховодах. Датчики нагнетания должны быть перечислены или протестированы и одобрены для скоростей воздуха в среде, в которой они должны быть установлены. Детекторы воздуховодов должны быть установлены в воздуховодах.

Детекторы, размещенные в приточных камерах, не могут использоваться в качестве замены защиты открытых помещений, поскольку дым не может попасть в приточную камеру при отключенной системе

вентиляции. Когда система работает, детектор может быть менее чувствителен к условиям пожара в помещении ниже, чем детектор, расположенный на потолке помещения ниже. Это может быть вызвано засорением, разбавлением и фильтрацией воздуха до его поступления в расположение детектора в зоне нагнетания.

Поскольку воздух, циркулирующий через камеры, обычно имеет более высокие скорости, чем в помещении ниже, расстояние между детекторами должно быть уменьшено.

Кроме того, разбавление дыма в приточных пространствах является важным фактором при использовании детекторов дыма, рассчитанных на более высокие скорости. Поэтому детекторы нагнетания следует использовать для обнаружения пожара в нагнетании, но никогда не следует использовать в качестве замены детекторов воздуховодов и детекторов открытой местности.

Требования к техническому обслуживанию детекторов, подверженных воздействию необычных скоростей, как правило, повышаются из-за чрезмерного накопления грязи и загрязнения, присутствующих в этих средах.

Там, где используются волоконно-оптические кабели, они должны обеспечивать, по крайней мере, такую же целостность и надежность, как кабели, рекомендованные для той же цели.

При выборе кабелей для системы пожарной сигнализации следует уделять должное внимание следующему:

- огнестойкость;
- пропускная способность по току;
- падение напряжения при максимальных условиях тока;
- изоляционные характеристики;
- механическая прочность, устойчивость к коррозии и нападению грызунов и т.д.;
- экранирование (где применимо);
- пригодность для передачи данных (где применимо).

Чем быстрее можно определить источник сигнала тревоги, тем быстрее можно предпринять действия. Хотя формальные правила зонирования не приведены в нормативных документах противопожарной защиты, исключением является правило для беспроводных устройств, в котором говорится, что каждый детектор дыма должен быть идентифицирован индивидуально. Всегда желательно зонировать любую систему, содержащую более чем небольшое количество детекторов [22].

Рекомендуется следующее:

- необходимо установить по крайней мере одну зону на каждом защищенном этаже;
- необходимо зонировать подразделения большого здания, такие как отдельные крылья на одном этаже;
- необходимо свести к минимуму количество детекторов в каждой зоне (меньшее количество детекторов в зоне ускорит обнаружение пожара и упростит устранение неполадок);
- необходимо установить детекторы воздуховодов в зонах, отличных от детекторов открытой зоны, для устранения неполадок и определения местоположения.

Вывод по разделу.

Системы могут быть разработаны в первую очередь для защиты имущества или жизни в результате пожара; некоторые системы могут быть разработаны для достижения любой комбинации этих целей.

Важно, понимать цель (цели) системы. Это возлагает большую ответственность на проектировщика, потому что каждое здание будет представлять собой различный набор опасностей в плане обеспечения пожарной безопасности. Поэтому каждая система обнаружения пожара и сигнализации должна быть специально спроектирована для каждого здания.



Бесчисленные профили горения, возможные при различных пожарных нагрузках и возможных источниках воспламенения, затрудняют выбор типа детектора, наиболее подходящего для конкретного применения.

При определенных обстоятельствах, когда стандартные детекторы дыма непригодны, могут использоваться детекторы специального назначения, такие как детекторы пламени, детекторы тепла и другие устройства обнаружения.

Применение этих специальных типов детекторов должно основываться на инженерных изысканиях и использоваться в соответствии с инструкциями производителя по установке.

Вся проводка для установки системы пожарной сигнализации должна быть установлена в соответствии с инструкциями производителя и требованиями противопожарных норм. Все кабели, используемые в системах обнаружения пожара и сигнализации (включая кабели, питающие систему от сети), должны быть огнестойкими. Рекомендуемые типы кабелей описаны в следующем подразделе. Основное правило монтажа электрооборудования – следовать инструкциям производителя.

В некоторых коммерческих помещениях (например, в офисном здании, занимаемом разными арендаторами, или в небольшом торговом парке с общим внутренним офисом) нет постоянно укомплектованной стойки регистрации или аналогичного помещения, занятого кем-то, кто может быть назначен ответственным за вызов пожарной службы. Надежность механизмов вызова пожарной службы в этом случае может быть менее чем эффективной. Соответственно, необходимо чтобы система пожарной сигнализации включала автоматическое средство для передачи сигналов тревоги в ближайшее пожарное подразделение.

### **3 Проблемы эксплуатации существующих пожарных извещателей и анализ инновационных пожарных извещателей**

#### **3.1 Проблемы ложных срабатываний пожарных извещателей**

Иногда ложные срабатывания возникают на ранних стадиях эксплуатации системы. Это может быть вызвано «ранней смертностью» компонентов, плохим расположением секторов, которое не было определено заранее, воздействием окружающей среды, которое не было оценено до передачи. Эти ранние проблемы иногда объясняются «освоением» системы, но на самом деле они более точно являются результатом ранее не выявленных проблем.

Правильная работа системы пожарной сигнализации зависит от взаимосвязей между контрольным оборудованием, детекторами. Если эти соединения не будут работать правильно, когда это необходимо, система не будет выполнять свои функции по назначению.

По статистике, по мере увеличения размера системы и общего количества детекторов общее количество тревожных сигналов в год имеет тенденцию к увеличению. Исторический опыт работы в данной установке или данные о зданиях аналогичного размера с аналогичными схемами использования могут послужить основой для приблизительного определения количества возможных аварийных сигналов в течение 12 месяцев; однако нет двух идентичных установок.

В системах обнаружения малых и средних размеров, защищающих относительно безопасные среды, такие как офисные здания, более одной или двух нежелательных аварийных сигналов в год было бы необычно. В более неблагоприятных условиях, таких как лабораторные или производственные помещения, где присутствуют процессы горения, можно ожидать более частых аварийных сигналов. В очень неблагоприятных условиях один сигнал тревоги в месяц может не считаться чрезмерным.

После первых нескольких месяцев, которые служат периодом восстановления, возможно прийти к некоторым разумным ожиданиям возможных нежелательных сигналов тревоги от системы. После этого любое неожиданное изменение частоты или распределения указывает на проблему, которую следует исследовать. Лучший способ отслеживать частоту и распределение аварийных сигналов – вести журнал аварийных сигналов.

Ложные сигналы тревоги могут возникать по целому ряду причин, в том числе:

- неподходящие условия (детекторы не будут работать должным образом из-за экстремальных температур, чрезмерной пыли, грязи или влажности, чрезмерной скорости воздушного потока или нормального присутствия частиц горения в потоках воздуха, окружающих детекторы);
- неправильная установка (детекторы и их проводка подвержены влиянию индуцированных токов и помех в смежных системах проводки, радиочастотных передач и других видов электромагнитных воздействий);
- ненадлежащее техническое обслуживание (постепенное накопление пыли и грязи в чувствительных камерах детектора);
- сезонные эффекты (включение системы отопления здания после длительного летнего отключения может вызвать тревогу);
- проблемы с обслуживанием здания (случайное срабатывание магнитного тестового переключателя детектора или попадание штукатурной пыли при ремонте в чувствительную камеру детектора);
- воздействие индуцированного тока от грозы;
- загрязнение насекомыми, достаточно маленькими, чтобы проникнуть в чувствительную камеру детектора;
- вандализм или вредные действия.

Если возникает тревога и пожара нет, сигнализация должна быть отключена специалистом по техническому обслуживанию в соответствии с процедурами. Необходимо определить местонахождение проблемного устройства и сбросить настройки системы сигнализации, чтобы восстановить эффективность системы обнаружения.

Необходимо обязательно проверить все детекторы в зоне или адресное устройство (устройства), прежде чем решить, что это ложная тревога. Если пожар действительно существует, более одного детектора могут находиться в состоянии тревоги, хотя вблизи первого активированного детектора не может быть видно никаких признаков пожара. Пожар можно было не заметить.

Следующим шагом для всех аварийных сигналов должен быть письменный отчет в журнале аварийных сигналов. Такой журнал служит долгосрочным целям.

Периодический просмотр данного журнала аварийных сигналов может помочь тем, кто отвечает за систему обнаружения, определить закономерности в сообщаемых аварийных сигналах. Как правило, может потребоваться несколько месяцев (или даже лет) сбора данных, прежде чем начнут проявляться закономерности.

В худшем случае повторяющиеся сигналы тревоги в определенной области могут указывать на серьезный недостаток в методах обеспечения безопасности, который следует незамедлительно исправить. В менее очевидных случаях на закономерности указывают повторяющиеся сигналы тревоги в одной и той же или смежных зонах с аналогичными вероятными причинами или повторяющиеся сигналы тревоги в одной и той же зоне, которые происходят примерно в одно и то же время суток или время года.

Одним из часто упускаемых из виду источников проблем является размещение детекторов там, где воздушные потоки переносят дым или химические пары из некоторых областей установки мимо детекторов в других областях, не связанных с источником загрязняющих веществ. Диагностика этих проблем требует тщательной проверки движения воздуха в

проблемной зоне, особенно вблизи потолка, для определения их источников. Опытные инженеры обычно имеют подготовку и специализированное оборудование (расходомеры и т.д.). В очень сложных случаях для решения проблемы может потребоваться полномасштабное испытание на задымление.

И наоборот, сильные потоки воздуха вблизи воздухозаборников или приточных каналов также могут помешать детектору подать сигнал тревоги при наличии пожара, выдувая дым из головок детектора.

Довольно часто на ранних стадиях пожара наблюдается медленное скопление дыма до того, как произойдет открытое горение. При использовании аналогового адресного детектора дыма аналоговое значение увеличивается по мере накопления дыма в камере отбора проб детектора. На определенном пороговом уровне, который является предварительным, панель управления может выдавать визуальную индикацию и звуковое предупреждение об этом предварительном состоянии тревоги. Эта ситуация допускает возможную осторожность предварительной тревоги, подлежащей исследованию до полного состояния тревоги. Сигнал предварительной тревоги также предоставляет оперативную возможность отфильтровывать ложные сигналы тревоги.

По мере старения детекторов и загрязнения пылью и грязью их производительность начинает ухудшаться, так что вероятность перехода в состояние тревоги становится намного выше, что приводит к ложным срабатываниям.

Фактор помех, вызванный ложными срабатываниями, является серьезной проблемой как для пользователей, так и для пожарных служб.

Поскольку выходное аналоговое значение каждого детектора постоянно проверяется панелью управления, медленное накопление загрязняющих веществ в детекторе отражается медленным увеличением аналогового значения. Когда это происходит, панель управления может изменить порог тревоги (и предварительной тревоги), чтобы компенсировать это явление.

Эта функция поддерживает систему на оптимальном уровне производительности и продлевает срок службы каждого аналогового адресного детектора.

Пороговая компенсация не настраивается каждый раз при незначительных колебаниях в камере отбора проб детекторов. Однако панель управления принимает среднее значение аналогового значения за предыдущий час и соответствующим образом изменяет пороговый уровень.

В соответствии с пороговой компенсацией в жизни детектора наступает момент, когда пороговая компенсация больше не может применяться из-за динамического диапазона аналогового сигнала. Когда это происходит, панель управления определяет, что у детектора срок службы истек, и это указывает на неисправность контроля состояния детектора.

При обнаружении неисправности монитора состояния детектора детектор должен быть заменен новым, а пороговая компенсация для адреса детектора автоматически сбрасывается. Как правило, эта точка достигается только после нескольких лет эксплуатации.

В отличие от обычных или адресных пожарных извещателей, где чувствительность фиксирована, каждый аналоговый адресный извещатель можно настроить так, чтобы он имитировал детектор дыма с нормальной, низкой или высокой чувствительностью, просто выбрав соответствующие пороговые настройки для каждого адреса в конфигурации программного обеспечения. Аналогичным образом, чувствительность обнаружения тепла может быть выбрана в конфигурации программного обеспечения.

Возможность изменения настроек чувствительности детекторов может быть полезна во многих ситуациях.

Эта функция позволяет автоматически переключать настройки на низкую чувствительность для этих зон, а затем переключать обратно на нормальную чувствительность, когда помещения пустуют.

Может быть много причин, по которым необходимо это сделать, одна из которых заключается в том, что необходимо уменьшить вероятность

ложной тревоги в течение рабочего дня, но необходима полная защита в любое другое время.

Выбор чувствительности уровня тревоги, плюс любая временная задержка, которая может быть преднамеренно введена, определяет общую реакцию системы на условия пожара. Уровень сигнала тревоги и временная задержка теоретически могут иметь любое значение, но на практике диапазон чувствительности должен находиться в пределах, необходимых для обеспечения обнаружения пожара.

Если журнал аварийных сигналов указывает на довольно стабильную частоту аварийных сигналов в течение нескольких месяцев или года, а затем наблюдается постепенное увеличение частоты нежелательных аварийных сигналов, это обычно указывает на то, что детекторы в системе следует очистить.

В случаях, когда вероятной причиной ряда аварийных сигналов, по-видимому, является пыль или грязь на детекторах, следует пересмотреть графики технического обслуживания детекторов, чтобы определить даты последней очистки и тестирования детекторов. Если детекторы должны или просрочены для технического обслуживания, планирование и выполнение рекомендуемой очистки и тестирования должны устранить проблему.

Если проблема возникла в результате временного общего увеличения концентрации пыли в воздухе из-за близлежащего строительства, планирование одноразовой специальной очистки для всех детекторов в системе должно решить проблему. Если проблема ограничивается одной или двумя зонами и является результатом более высокого уровня запыленности в определенной области, планирование более частого технического обслуживания и очистки детекторов в этих областях может предотвратить развитие аналогичных проблем с сигнализацией в будущем.

При проверке влияния других систем на проводку системы сигнализации журнал аварийных сигналов может быть очень ценным, помогая точно определить взаимосвязи между явно беспричинными

сигналами тревоги. Один важный факт, который можно получить из журнала аварийных сигналов, это дата начала множества, по-видимому, беспричинных аварийных сигналов, которые могут быть сгруппированы или не сгруппированы вокруг одной конкретной зоны.

Внезапное появление такой группы сигналов тревоги может произойти, когда добавление или изменение в системе сигнализации или в другой электрической или электромеханической системе здания влияет на детекторы или схему системы сигнализации.

Системы, которые могут повлиять на систему сигнализации, включают:

- другие системы безопасности;
- портативные радиостанции;
- мобильные телефоны;
- системы кондиционирования воздуха;
- системы вызова лифтов;
- оборудование дистанционного управления (дистанционеры дверей и т.д.);
- и даже установка микроволновой антенны.

Если схема сигнализации поддерживает возможность какого-либо вмешательства с достаточно определенной датой инициирования, следует пересмотреть все изменения оборудования, внесенные в здании непосредственно до или одновременно с началом разработки схемы сигнализации. Кроме того, следует сравнить схемы подключения системы сигнализации и любые недавние модификации здания или системы, чтобы убедиться в том, что пространство и / или экранирование, необходимые для защиты проводки системы сигнализации от других потенциально мешающих электрических систем, были сохранены.

Различные причины нежелательных сигналов тревоги. Изолированные причины тревоги, такие как случайное срабатывание сигнализации обслуживающим персоналом, прикасающимся к детектору магнитной отверткой, можно игнорировать, за исключением периодического



напоминания обслуживающему персоналу о необходимости соблюдать осторожность при работе с детекторами.

Также следует принять меры для защиты детекторов от пыли всякий раз, когда техническое обслуживание требует распиливания, шлифования, сверления или других пылеобразующих операций вблизи головок детекторов, чтобы предотвратить ложные срабатывания из-за попадания пыли в чувствительные камеры детектора. В новых конструкциях загрязнение пылью влияет на все типы детекторов дыма.

Не все нежелательные сигналы тревоги вызваны загрязнением, помехами или другими воздействиями на детекторы. Если панель управления показывает сигнал тревоги, но никакие детекторы в зоне не указывают на состояние тревоги, следует изучить возможность помех или отказа компонента панели управления.

### **3.2 Анализ современных пожарных извещателей**

Хотя в различных частях системы пожарной сигнализации можно использовать широкий спектр различных устройств, многие из них могут быть ограничены в своей пригодности из-за их различной способности противостоять как огню, так и механическим повреждениям.

Все инфракрасные детекторы пламени обнаруживают одно и то же, то есть излучение, которое выделяется горячими молекулами CO<sub>2</sub> внутри пламени.

Однако разница заключается в используемой технологии датчиков и количестве датчиков, используемых в детекторе, что определяет его ограничения и область применения.

Одноканальные детекторы, такие как детекторы точечного типа, используют только один ИК-датчик и, хотя они слепы от солнечных лучей, не фильтруют фоновое излучение и поэтому ограничены для использования во внутренних помещениях. Устройство с одним каналом в основном

опирается на анализ мерцания для обнаружения пожара и менее устойчив к другим источникам, если присутствует аналогичное содержание мерцания.

Двухканальные датчики оснащены дополнительным датчиком, который настроен на другую частоту для обнаружения и устранения фонового излучения (черное тело). Трехканальный датчик предназначен для мониторинга инфракрасного спектра на трех выбранных частотах, в диапазоне CO<sub>2</sub> и по одной с каждой стороны, с целью обнаружения и устранения фонового излучения. Поэтому ИК-детектор более надежен и часто используется на открытом воздухе и в более сложных условиях.

Последние разработки в области технологии тройного ИК-излучения расширили диапазон детекторов от от 50 до 65 метров в дополнение к предоставлению выходов, позволяющих подключаться к системам третьей стороны с использованием 4-20 мА, modbus и других протоколов. Теперь также возможно включить камеру видеонаблюдения в корпус детектора, которая подключается по витой паре к запатентованной системе видеонаблюдения и которая передает изображения в реальном времени в поле зрения детектора.

Детекторы пламени на основе массивов используют технологию, отличную от описанной ранее.

Детектор использует массив из 256 чувствительных инфракрасных датчиков для просмотра защищаемой зоны. ИК-матрица объединена с 2 другими оптическими датчиками для обеспечения трёх высокочувствительных оптических каналов.

Мощные алгоритмы, работающие на цифровом сигнальном процессоре (DSP), настраиваются на характеристики пожара и анализируют сигналы от этих трёх каналов для надежной идентификации пожаров. Детектор обеспечивает чувствительное обнаружение пламени на большом расстоянии с широким и постоянным полем зрения.

В отличие от некоторых детекторов, чувствительность матрицы не ослабевает по всему полю обзора, что устраняет необходимость в охвате

детектора более чем на круг, тем самым уменьшая количество требуемых детекторов по сравнению с другими типами. Он также обладает отличной устойчивостью к ложным тревогам. Маскировка в поле зрения позволяет удалять известные горячие точки, устраняя потенциальные источники ложных тревог.

Современный инфракрасный детектор пламени УИД-01 Универсальный интеллектуальный детектор (Пожарный извещатель пламени ИП 328/330) представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Современный инфракрасный детектор пламени

Эти детекторы можно использовать для защиты больших открытых территорий без ущерба для скорости реагирования на пожары. Однако для обеспечения полного охвата датчики пламени требуют прямой видимости всех частей защищаемой зоны. Детекторы предназначены для быстрого реагирования на пожары, связанные с чистым сжиганием топлива, такого как

спирт или метан, то есть пожары, которые не были бы обнаружены с помощью детекторов дыма или пожарных детекторов углекислого газа.

Чувствительность количество детекторов пламени может значительно различаться.

Обычно они должны быть способны обнаружить пламя высотой 15 см на расстоянии от пяти до десяти метров. Они обнаружат возгорание бензина площадью 0,1 м<sup>2</sup> на расстоянии 27 м от центральной линии примерно за 10 секунд. Пожар площадью 0,2 м обнаруживается на расстоянии 30 метров, а пожар площадью 0,4 м<sup>2</sup> – на расстоянии 47 метров. Высота пламени примерно пропорциональна дальности действия.

Поскольку инфракрасные детекторы пламени не могут реагировать до тех пор, пока не появится пламя, считается практичным также использовать детекторы дыма или пожарные детекторы углекислого газа в сочетании с детекторами пламени в местах, где содержимое может тлеть в случае пожара. В случае тлеющих пожаров дым и окись углерода очень часто образуются задолго до того, как происходит возгорание. Следовательно, удаление дыма или окиси углерода должно привести к срабатыванию системы сигнализации до того, как начнется возгорание.

И наоборот, если содержимое легковоспламеняющееся, датчики пламени должны привести систему в состояние тревоги до того, как детекторы дыма или угарного газа смогут обнаружить пожар.

Для обнаружения дыма на открытой местности устраняет недостатки некоторых детекторов луча благодаря своей эстетике и возможности использования нескольких излучателей, обеспечивая 3D покрытие области.

Система может состоять до семи модулей и один тепловизор (OSID), размещенные на противоположных стенах, примерно выровненные друг с другом.

Излучатели питаются от батарей или подключаются проводом и могут располагаться на разной высоте, легко приспосабливаясь к современному дизайну. Три излучателя будут охватывать площадь до 600 м<sup>2</sup>; пять

излучателей и площадь до 2000 м<sup>2</sup>, и все они используют всего один 80-градусный тепловизор. В дополнение, OSID обладает многими преимуществами по сравнению с традиционными лучевыми детекторами дыма, основным из которых является использование двух световых частот.

Пожарный детектор OSID с тепловизором представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Пожарный детектор OSID с тепловизором

Ультрафиолетовые (УФ) и инфракрасные (ИК) волны помогают идентифицировать реальный дым по сравнению с более крупными объектами, такими как насекомые и пыль, что снижает количество ложных срабатываний.

Кроме того, OSID оснащен CMOS чип визуализации с большим количеством пикселей, а не с одним фотодиодом. Эта концепция позволяет тепловизору обеспечивать простое выравнивание, а также отличную устойчивость к движению здания и вибрации без использования движущихся частей.

OSID обеспечивают новые уровни стабильности и чувствительности, обеспечивая при этом большую устойчивость к высокоуровневой

изменчивости освещения, позволяя OSID для обеспечения дополнительной стабильности в освещенных солнцем областях, таких как артриум.

Волоконно-оптический датчик используется для обнаружения перепадов температур с помощью импульсных лазеров. Изменение температуры измеряется путем анализа обратного рассеянного света, возникающего в результате воздействия источника тепла. Местоположение источника тепла определяется с помощью технологии импульсного эха (радара). Система во много раз более чувствительна, чем любой из двух предыдущих линейных датчиков. Кабель датчика может быть проложен на расстоянии до 8 км, а источники тепла могут быть точно определены с точностью до 1 метра длины волокна. Критерии тревоги могут быть установлены с использованием трёх различных измерений, при превышении определенной максимальной температуры, при превышении определенного максимального повышения температуры, при превышении определенной максимальной разницы от средней температуры зоны.

В пределах одного волокна может быть создано несколько зон с различными критериями тревоги, установленными для каждой зоны. Подходящие области применения определены для двух предыдущих линейных датчиков, но, по сути, оптоволокно предпочтительнее там, где требуются длительные пробеги вместе с точными данными сигнализации, такими как критические процессы, подземные туннели, автомобильные и железнодорожные туннели и т.д. Датчик работает в диапазоне от -10°C до +60°C.

Аспирационные детекторы содержат небольшой насос, который забирает пробы воздуха в помещении через отверстия в трубопроводе системы в элемент детектора. Трубка может быть разделена на несколько трубок меньшего размера (каждая из которых отбирает пробы воздуха из разных мест) или иметь несколько отверстий, через которые можно отбирать пробы воздуха.

Чтобы учесть эффекты расслоения дыма, чувствительный элемент аспирационного детектора обычно в 100 раз более чувствителен, чем у обычных точечных и линейных детекторов. Отбираемый воздух часто пропускают через фильтр перед анализом на наличие дыма.

Детектор обеспечивает ряд выходов, каждый из которых относится к различной плотности дыма, содержащегося в отбираемом воздухе. Обычной практикой является мониторинг по крайней мере двух выходов каждого детектора. Можно указать, что дым присутствует в воздух (30% диапазона детекторов), а другой – наличие огня (60% диапазона детекторов).

Эти выходы могут отображаться в отдельных зонах обычной панели управления пожарной системой, но более целесообразно, чтобы выходы были подключены к двум адресным точкам в адресуемой пожарной системе.

Аспирационные пожарный извещатель представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Аспирационные пожарный извещатель

Эти детекторы особенно полезны для защиты компьютерных комплектов и чистых помещений.

К сожалению аспирационная система не используется для обеспечения общего обнаружение по всему пространству (которое часто принимает форму обычных точечных детекторов дыма), но система используется для контроля обратного потока к кондиционерам в защищаемом помещении.

Цель состоит в том, чтобы обнаружить очень небольшое количество продуктов сгорания, переносимых через кондиционированный воздух в помещении.

Они также используются для защиты исторических зданий, где точечные или линейные детекторы выглядели бы неуместно.

В этом случае трубопроводы могут быть проложены над потолком, а небольшие пробоотборные трубки опускаются через небольшие отверстия в потолке, чтобы обеспечить практически незаметное обнаружение пожара.

Пример размещения аспирационной системы изображен на рисунке 14.

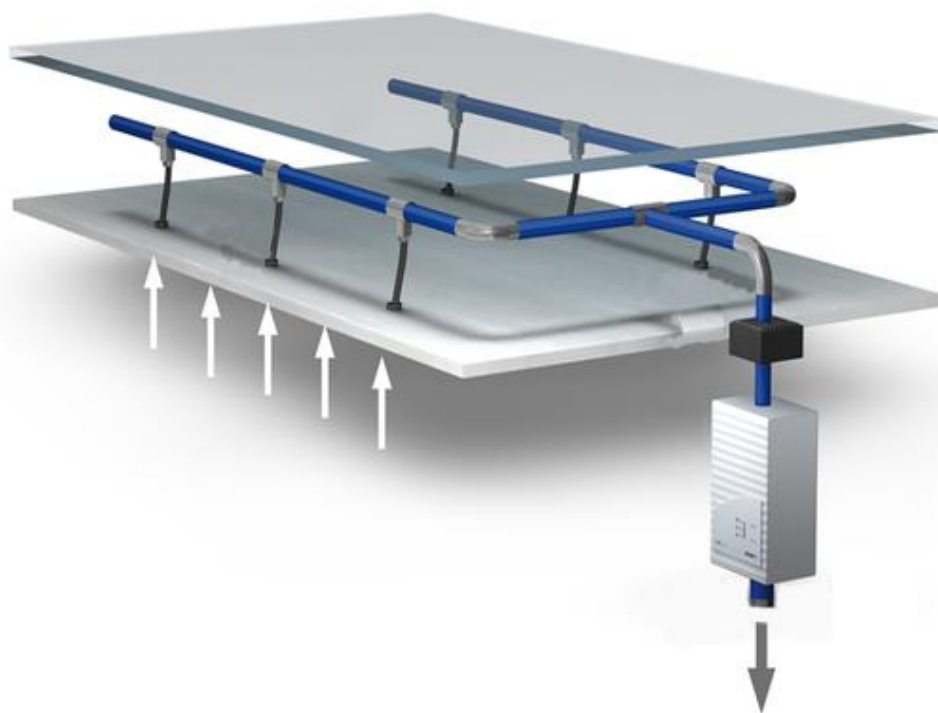


Рисунок 14 – Пример размещения аспирационной системы



Более недавним достижением в некоторых аспирационных системах является внедрение системы обнаружения газа с помощью той же системы трубопроводов, что и для обнаружения пожара. Система предназначена для обнаружения целого ряда опасных легковоспламеняющихся и токсичных газов и может обеспечить большую площадь охвата, чем системы обнаружения газа с фиксированной точкой. Система предназначена для использования внутри помещений только в зонах, не отнесенных к категории «Опасных».

Газовый детектор (детекторы) оснащен сенсорным картриджем, содержащим один или два газовых датчика, использующих проверенные в промышленности электрохимические и аналитические датчики. Среди обнаруживаемых газов:

- монооксид углерода;
- диоксид азота;
- аммиак;
- кислород;
- диоксид серы;
- сероводород;
- водород;
- метан;
- пропан.

Система может быть интегрирована в системы сторонних производителей, поскольку доступны различные протоколы, включая 4-20 мА и modbus. Поскольку газовые детекторы требуют регулярной калибровки, система включает дополнительное предупреждение о том, что это необходимо.

Типичными областями применения являются те, где аспирационные системы обычно используются для обнаружения пожара и где также может потребоваться обнаружение газа. Это могут быть помещения для зарядки

ИБП и аккумуляторов, кабельные туннели и хранилища, служебные туннели, подземные парковки и погрузочные отсеки.

Поскольку монооксид углерода является газом, он диффундирует, создавая равномерную концентрацию внутри пространство, в котором оно генерируется. Таким образом, вполне вероятно, что пожарные извещатели угарного газа будут меньше подвержены воздействию помех и тепловых барьеров, чем детекторы дыма. Кроме того, пожарные детекторы окиси углерода в коридорах могут обнаружить пожар в соседней комнате раньше детектора дыма в коридоре, поскольку оксид углерода будет равномерно распространяться по всему коридору, в то время как дым будет иметь тенденцию охлаждаться до такой степени, что плавучесть будет недостаточной, чтобы оставаться на уровне, на котором установлены детекторы дыма.

Пожарные извещатели монооксида углерода особенно подходят для обнаружения тлеющих очагов возгорания и пожаров в замкнутых пространствах, таких как спальни в зоне риска для сна. В последнем случае пожарные извещатели с угарным газом обеспечат более высокий уровень защиты спящих людей, чем тепловые извещатели, но с меньшей вероятностью вызовут ложную тревогу, чем детекторы дыма.

Добавление теплового датчика для повышения чувствительности датчика окиси углерода позволяет детекторам окиси углерода с повышенным нагревом реагировать на более широкий спектр пожаров, которые выделяют тепло.

Несмотря на то, что пожарные извещатели углекислого газа соответствуют стандарту BS EN 54-7, при этом они не обнаруживают дыма при тестовых пожарах. Следует отметить, что эти тестовые пожары не отражают всех реальных пожаров, да они и не стремятся к этому. В частности, они, как правило, не выделяют угарный газ на ранних стадиях пожара. Реальные пожары, особенно тлеющего характера, могут привести к образованию монооксида углерода до того, как они произведут достаточное

количество дыма достаточно высокой температуры для срабатывания детекторов дыма.

Детектор может обнаруживать тлеющие очаги возгорания на уровнях ниже, чем у одноканального детектора дыма, но с преимуществом отбора проб горючих газов, тепла и дыма в рамках анализа. Все это обеспечивает более точную оценку вопроса о пожаре или ложной тревоге.

Этот детектор может, в дополнение к двум режимам, описанным выше, также быть сконфигурирован как детектор тепла, высокопроизводительный оптический детектор дыма или угольный Детектор токсичных газов монооксида углерода. Всего существует семь выбираемых режимов работы.

Блок зондирования воздухопроводов представляет собой детектор, предназначенный для использования в ситуациях, когда стандартные типы дыма, тепла и пламени не могут быть использованы.

Внешний вид детектора для воздухопроводов изображен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Внешний вид детектора для воздухопроводов

Устройство особенно рекомендуется для установки в воздуховодах с низким расходом воздуха. В первую очередь он используется для определения наличия дыма или продуктов горения в системах вытяжной вентиляции. Детектор работает аналогично аспирационным детекторам, за исключением того, что он не содержит насоса. Вместо этого он предназначен для работы на эффекте Вентури в пробоотборной трубе, обеспечивая оптимальный поток воздуха через детектор дыма.

Система отвечает всем требованиям для безопасного обнаружения пожара при скорости воздушного потока от 0,5 м/с до 20 м/с. Длина трубы вентури должна выбираться в зависимости от ширины вентиляционного канала. Труба Вентури доступна в 3 вариантах длины: 0,6, 1,5 и 2,8 м. Если вентиляционный канал шире 0,6 м, труба Вентури должна проходить через весь канал. Датчик чувствителен к направлению потока и должен быть установлен соответствующим образом.

Воздух в камере для отбора проб анализируется на наличие частиц дыма, и если он обнаружен, устройство сигнализирует об этом состоянии на панель управления.

Поскольку целью системы обеспечения обнаружения пожара является защита имущества, одной из основных целей системы является вызов пожарной службы. Необходимо отдать предпочтение системам, в которых непрерывно контролируется путь передачи, чтобы можно было идентифицировать сбои и минимизировать время простоя. Это подразумевает предпочтение полностью контролируемых систем беспроводной передачи данных по сравнению с системами, использующими беспроводную телефонную сеть.

Вывод по разделу.

В отличие от некоторых детекторов, чувствительность матрицы из 256 чувствительных инфракрасных датчиков для просмотра защищаемой зоны не ослабевает по всему полю обзора, что устраняет необходимость в охвате

детектора более чем на круг, тем самым уменьшая количество требуемых детекторов по сравнению с другими типами. Он также обладает отличной устойчивостью к ложным тревогам. Маскировка в поле зрения позволяет удалять известные горячие точки, устраняя потенциальные источники ложных тревог.

Эта возможность может быть дополнительно расширена за счет включения в детекторы камеры видеонаблюдения, которая будет подключаться по витой паре к запатентованной системе видеонаблюдения и которая передает изображения в реальном времени поле зрения детекторов.

Также доступны специализированные детекторы, специально разработанные для использования в тех случаях, когда невозможно использовать точечные и линейные детекторы. Доступны два типа, а именно аспирационный детектор и блок зондирования воздуховодов. Элемент детектора аспирационного детектора обычно намного более чувствителен, чем обычные точечные детекторы, чтобы учитывать эффекты разбавления дыма.

Блок зондирования воздуховодов был разработан для использования в ситуациях, когда детекторы дыма, тепла и пламени не могут быть использованный. Он в основном используется для обнаружения наличия дыма или продуктов горения в системах вентиляционных каналов.

Детектор имеет небольшой зонд, который входит в воздуховод и втягивает воздух из воздуховода в детектор.

Поскольку целью системы обеспечения обнаружения пожара является защита имущества, одной из основных целей системы является вызов пожарной службы. Необходимо отдать предпочтение системам, в которых непрерывно контролируется путь передачи, чтобы можно было идентифицировать сбои и минимизировать время простоя. Это подразумевает предпочтение полностью контролируемых систем беспроводной передачи данных по сравнению с системами, использующими беспроводную телефонную сеть.

## Заключение

Большинство пожаров на более поздних стадиях выделяют заметные уровни тепла. Поэтому в районах, где быстрое распространение огня маловероятно, и условия окружающей среды исключают использование детекторов дыма, датчики тепла (скорость нарастания или фиксированная температура) являются альтернативой общего назначения, но их не следует использовать на путях эвакуации системы безопасности.

При пожарах, как правило, образуется окись углерода, особенно в ситуациях, когда вентиляция недостаточна для быстрого горения огня. Соответственно, пожарные извещатели угарного газа обеспечивают полезное предупреждение о таких пожарах. Пожарный извещатель угарного газа хорошо подходит для обеспечения раннего предупреждения о медленном тлеющем пожаре. Медленно развивающиеся и тлеющие пожары приводят к образованию большого количества монооксида углерода, прежде чем обнаруживаемые дымовые аэрозоли и частицы достигают детекторов дыма в количествах, достаточных для обнаружения пожара. Эти детекторы часто можно использовать в системах, в которых датчики тепла недостаточно чувствительны, но детекторы дыма могут вызывать ложные срабатывания от таких источников, как пар из душа или дым от кухни.

В ситуациях, когда горящая жидкость, например спирт, растворитель для краски и т.д., скорее всего, будет основным источником пожара, а пламя, скорее всего, будет первым признаком начала пожара, необходимо использовать инфракрасный детектор пламени.

Хотя детекторы тепла, дыма и углекислого газа подходят для использования внутри большинства зданий, при необходимости в дополнение к ним могут использоваться детекторы пламени. Детекторы пламени нуждаются в беспрепятственной прямой видимости, поэтому их можно использовать для таких специальных применений, как наблюдение за

зоной, где происходят нефтехимические процессы, например, морские нефтяные платформы.

Инфракрасное обнаружение пламени также может использоваться для защиты очень высоких помещений, где высота такова, что точечные детекторы дыма не могут быть использованы.

Системы могут быть разработаны в первую очередь для защиты имущества или жизни в результате пожара; некоторые системы могут быть разработаны для достижения любой комбинации этих целей.

Важно, понимать цель (цели) системы. Это возлагает большую ответственность на проектировщика, потому что каждое здание будет представлять собой различный набор опасностей в плане обеспечения пожарной безопасности. Поэтому каждая система обнаружения пожара и сигнализации должна быть специально спроектирована для каждого здания.

Бесчисленные профили горения, возможные при различных пожарных нагрузках и возможных источниках воспламенения, затрудняют выбор типа детектора, наиболее подходящего для конкретного применения.

При определенных обстоятельствах, когда стандартные детекторы дыма непригодны, могут использоваться детекторы специального назначения, такие как детекторы пламени, детекторы тепла и другие устройства обнаружения.

Применение этих специальных типов детекторов должно основываться на инженерных изысканиях и использоваться в соответствии с инструкциями производителя по установке.

В отличие от некоторых детекторов, чувствительность матрицы из 256 чувствительных инфракрасных датчиков для просмотра защищаемой зоны не ослабевает по всему полю обзора, что устраняет необходимость в охвате детектора более чем на круг, тем самым уменьшая количество требуемых детекторов по сравнению с другими типами. Он также обладает отличной устойчивостью к ложным тревогам. Маскировка в поле зрения позволяет

удалять известные горячие точки, устраняя потенциальные источники ложных тревог.

Эта возможность может быть дополнительно расширена за счет включения в детекторы камеры видеонаблюдения, которая будет подключаться по витой паре к запатентованной системе видеонаблюдения и которая передает изображения в реальном времени поле зрения детекторов.

Также доступны специализированные детекторы, специально разработанные для использования в тех случаях, когда невозможно использовать точечные и линейные детекторы. Доступны два типа, а именно аспирационный детектор и блок зондирования воздуховодов. Элемент детектора аспирационного детектора обычно намного более чувствителен, чем обычные точечные детекторы, чтобы учитывать эффекты разбавления дыма.

Блок зондирования воздуховодов был разработан для использования в ситуациях, когда детекторы дыма, тепла и пламени не могут быть использованный. Он в основном используется для обнаружения наличия дыма или продуктов горения в системах вентиляционных каналов.

Детектор имеет небольшой зонд, который входит в воздуховод и втягивает воздух из воздуховода в детектор.

Поскольку целью системы обеспечения обнаружения пожара является защита имущества, одной из основных целей системы является вызов пожарной службы. Необходимо отдать предпочтение системам, в которых непрерывно контролируется путь передачи, чтобы можно было идентифицировать сбои и минимизировать время простоя. Это подразумевает предпочтение полностью контролируемых систем беспроводной передачи данных по сравнению с системами, использующими беспроводную телефонную сеть.

Таким образом, задачи выполнены в полном объеме, цель работы достигнута.



## Список используемых источников

1. Батуро А.Н., Антонов А.В., Мартинович Н.В. Система обнаружения предпожарных состояний на основе контроля индикаторных газов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2010. №1 (1). С. 339-340. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-obnaruzheniya-predpozharnyh-sostoyaniy-na-osnove-kontrolya-indikatornyh-gazov> (дата обращения: 24.01.2022).
2. Дарбаков Д.В., Менкеев А.И., Членов А.Н. Современное состояние и перспективы развития аспирационных пожарных извещателей (АПИ) // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 202-205. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremenno-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-aspiratsionnyh-pozharnyh-izveschateley-api> (дата обращения: 24.01.2022).
3. Демёхин Ф. В., Буцынская Т. А., Журавлёв С. Ю. Повышение достоверности обнаружения пожара на промышленных объектах // Пожаровзрывобезопасность. 2007. №4. С. 69-71. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-dostovernosti-obnaruzheniya-pozhara-na-promyshlennyh-obektah> (дата обращения: 24.01.2022).
4. Жуковин Ю. Д., Неплохов И. Г. Обеспечение пожарной безопасности во взрывоопасных зонах // Пожаровзрывобезопасность. 2003. №1. С. 61-65. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-pozharnoy-bezopasnosti-vo-vzryvoopasnyh-zonah> (дата обращения: 24.01.2022).
5. Кабанов Дмитрий Генрихович, Поляков Юрий Афанасьевич. Повышение чувствительности химических сенсоров контроля оксида углерода в воздухе // Пожары и ЧС. 2014. №2. С. 11-17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-chuvstvitelnosti-himicheskikh-sensorov-kontrolya-oksida-ugleroda-v-vozduhe> (дата обращения: 24.01.2022).
6. Кривенко Н.Н., Ануфриев Ф.Е. Перспективы развития систем пожарной сигнализации // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы.

2016. №1 (7). С. 63-64. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-sistem-pozharnoy-signalizatsii> (дата обращения: 24.01.2022).

7. Менкеев А.И., Дарбаков Д.В., Членов А.Н. Современное состояние рынка дымовых точечных пожарных извещателей // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 592-595. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-rynka-dymovyh-tochechnyh-pozharnyh-izveschateley> (дата обращения: 24.01.2022).

8. Неплохов И. Однокомпонентные дымовые линейные пожарные извещатели // Пожаровзрывобезопасность. 2008. №1. С. 56-61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/odnokomponentnye-dymovye-lineynye-pozharnye-izveschateley> (дата обращения: 24.01.2022).

9. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 24.01.2022).

10. Патент RU114547U1 Российская Федерация. Извещатель пламени пожарный / Лукица Иван Иванович (RU) : заявитель и правообладатель Закрытое акционерное общество «Электронстандарт-прибор» (RU) ; заявл. 29.12.2011 ; опубл. 27.03.2012. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU114547U1\\_20120327](https://yandex.ru/patents/doc/RU114547U1_20120327) (дата обращения: 24.01.2022).

11. Патент RU2727815C1 Российская Федерация. Устройство контроля пламени / Обрехт, Клаус (DE) : заявитель и правообладатель СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE) ; заявл. 05.12.2019 ; опубл. 24.07.2020. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2727815C1\\_20200724](https://yandex.ru/patents/doc/RU2727815C1_20200724) (дата обращения: 24.01.2022).

12. Патент RU135773U1 Российская Федерация. Устройство селективного контроля пламени / Телешев Игорь Васильевич (RU) : заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью

«НПП «Промышленная Автоматика» (RU) ; заявл. 03.07.2013 ; опубл. 20.12.2013. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU135773U1\\_20131220](https://yandex.ru/patents/doc/RU135773U1_20131220) (дата обращения: 24.01.2022).

13. Патент RU2756593C1 Российская Федерация. Извещатель пламени сканирующий с функцией определения угловой координаты очага пожара (RU) / Виноградский Владимир Васильевич (RU) : правообладатель Закрытое акционерное общество «Производственное объединение «Спецавтоматика» (RU) ; заявл. 28.09.2020 ; опубл. 01.10.2021. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2756593C1\\_20211001](https://yandex.ru/patents/doc/RU2756593C1_20211001) (дата обращения: 24.01.2022).

14. Патент RU2726142C1 Российская Федерация. Аспирационный пожарный извещатель (варианты) / Хазова Наталья Викторовна (RU) : заявитель и правообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Пожтехника» (RU) ; заявл. 31.01.2020 ; опубл. 09.07.2020. [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2726142C1\\_20200709](https://yandex.ru/patents/doc/RU2726142C1_20200709) (дата обращения: 24.01.2022).

15. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 59638-2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180685> (дата обращения: 24.01.2022).

16. Свод правил системы противопожарной защиты [Электронный ресурс]: СП 2.13130.2020 URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения: 24.01.2022).

17. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 59639-2021. URL: [https://allgosts.ru/13/220/gost\\_r\\_59639-2021](https://allgosts.ru/13/220/gost_r_59639-2021) (дата обращения: 24.01.2022).

18. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : СП 1.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения: 24.01.2022).

19. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 24.01.2022).

20. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 24.01.2022).

21. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 24.01.2022).

22. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 24.01.2022).

23. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 486.1311500.2020. URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-20072020-n-539/sp-486.1311500.2020/> (дата обращения: 24.01.2022).

24. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 24.01.2022).

25. Цапков В.И., Кузьмин В.В. Устройство с датчиком на светодиоде для дистанционного контроля интенсивности светового излучения //

Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. №1 (6). С. 366-367. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustroystvo-s-datchikom-na-svetodiode-dlya-distantionnogo-kontrolya-intensivnosti-svetovogo-izlucheniya> (дата обращения: 24.01.2022).

26. Цапков В.И., Михалкин В.Н. Устройство для раннего обнаружения пожара на основе фотодетектора // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 965-966. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustroystvo-dlya-rannego-obnaruzheniya-pozhara-na-osnove-fotodetektora> (дата обращения: 24.01.2022).

27. Цапков В.И., Клыгин А.В. Устройство для измерения скорости ультразвука при быстрых изменениях параметров контролируемой среды // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. №1 (6). С. 365-366. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustroystvo-dlya-izmereniya-skorosti-ultrazvuka-pri-bystryh-izmeneniyah-parametrov-kontroliruemoy-sredy> (дата обращения: 24.01.2022).

28. Шаталина И.Е., Бабкин С.А. Использование беспроводных технологий в пожарной сигнализации // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. С. 973-975. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-besprovodnyh-tehnologiy-v-pozharnoy-signalizatsii> (дата обращения: 24.01.2022).

29. Шипицин С. М. Пожарные извещатели: рейтинг мировых брендов // Пожаровзрывобезопасность. 2003. №2. С. 47-50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnye-izveshateli-reyting-mirovyh-brendov> (дата обращения: 24.01.2022).

30. Шнайдер А. В., Миронов М. П., Гусельников А. В., Марков В. Ф., Маскаева Л. Н. Быстродействующие инфракрасные детекторы обнаружения очагов открытого пламени и тления // Пожаровзрывобезопасность. 2008. №2. С. 74-76. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bystrodeystvuyushchie-infrakrasnye-detektory-obnaruzheniya-ochagov-otkrytogo-plameni-i-tleniya> (дата обращения: 24.01.2022).

31. Based Fire Detection using ESP32 and Flame Sensor with Email Alert [Электронный ресурс]. URL: <https://microcontrollerslab.com/iot-fire-detection-esp32-flame-sensor-email-alert/> (дата обращения: 24.01.2022).

32. Temperature Sensors for Fire Service [Электронный ресурс]. URL: <http://www.firealarmsonline.com/2017/08/temperature-sensors-fire-service-access-elevators.html> (дата обращения: 24.01.2022).

33. Fire Sensors Data Acquisition System and its Transmission by Using C8051 MCU [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ijsr.net/archive/v5i2/NOV161251.pdf> (дата обращения: 24.01.2022).

34. Forest fire detection system using wireless sensor networks and machine learning [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-03882-9> (дата обращения: 24.01.2022).

35. Fire Detection [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/fire-detection> (дата обращения: 24.01.2022).