



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Информационных технологий и систем безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалавр)

На тему _____ Система корабельного пожаротушения _____

Исполнитель _____ Щипковский Даниил Дмитриевич _____
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель д.т.н., профессор
(ученая степень, ученое звание)

_____ Сикарев Игорь Александрович _____
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

_____ (подпись)

_____ доктор технических наук _____
(ученая степень, ученое звание)

_____ Бурлов Вячеслав Георгиевич _____
(фамилия, имя, отчество)

« ____ » _____ 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Информационных технологий и систем безопасности

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой

_____ Бурлов В.Г.

«__» _____ 202__ года

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

студенту _____ Щипковскому Даниилу Дмитриевичу _____
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема Система корабельного пожаротушения
закреплена приказом ректора Университета от «__» _____ 20__ года, № _____

2. Срок сдачи законченной работы «__» _____ 20__ года.

3. Основные вопросы, подлежащие разработке (краткое содержание ВКР)

- Введение. Актуальность темы, цели и задачи ВКР;
- Глава 1. Судовая пожарная сигнализация.
- Глава 2 Расчет комбинированного пожарного извещателя с радиоканалом (кписрк)
- Глава 3 Экономическое обоснование дипломного проекта

4. Перечень материалов, представляемых к защите:

- пояснительная записка;
- иллюстративный материал (плакаты, слайды, таблицы, схемы, графики).

5. Дата выдачи задания: «__» _____ 20__ года

Руководитель выпускной квалификационной работы

Проф., д.т.н., профессор Сикарев Игорь Александрович _____

(должность, ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество)

_____ (подпись)

Задание принял к исполнению «__» _____ 20__ года

Студент Щипковский Даниил Дмитриевич КВ-Б19-2 _____

(фамилия, имя, отчество, учебная группа)

_____ (подпись)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 145 с., 24 рис., 12 табл., 33 источника литературы.

СУДНО, ПОЖАРНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ, ДЫМ, ПРОТИВОПОЖАРНАЯ СИСТЕМА, ГОРЕНИЕ, ТЕМПЕРАТУРА, ТУШЕНИЕ ПОЖАРА.

Объект исследования – Система корабельного пожаротушения.

Предмет исследования – Комбинированный пожарный извещатель.

Целью работы является разработка системы контроля пожара.

В выпускной квалификационной работе произведен анализ существующих правил и норм, принятых на флоте для обеспечения пожарной безопасности судов, анализ судовой пожарной сигнализации.

Проводится расчет комбинированного пожарного извещателя с радиоканалом.

Приводится технико-экономическое обоснование спроектированного извещателя.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	1
ВВЕДЕНИЕ.....	2
ГЛАВА 1. СУДОВАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ.	15
1.1 Виды систем пожарной сигнализации.....	15
1.2 Назначение и состав системы пожарной сигнализации.	18
1.3 Датчики пожарной сигнализации.....	23
1.4 Классификация элементов системы пожарной сигнализации	34
1.5 Пожарные извещатели.....	40
1.6 Комбинированный датчик.....	72
ГЛАВА 2 РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО ПОЖАРНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ С РАДИОКАНАЛОМ (КПИСРК)	116
2.1 Обоснование выбора каналов обнаружения пожара для КПИ	116
2.2 Структура КПИ с радиоканалом	120
2.3 Канал дыма	121
2.4 Канал температуры	124
2.5 Расчет канала обнаружения пламени.....	135
2.6 Элементная база блока логической обработки сигналов.....	139
2.7. Особенности эксплуатации комбинированного пожарного извещателя	140
ГЛАВА 3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.....	141
3.1 Расчет капитальных вложений	141
3.2 Расчет годовых эксплуатационных затрат	144
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	146

АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект посвящен разработке одного из основных элементов технической системы, обеспечивающей пожарную безопасность судов морского флота, а именно- системы контроля с разработкой ее основной части- пожарной сигнализации.

Расчетно- пояснительная записка включает в себя введение, три главы, выводы и рекомендации, список использованной литературы.

Во введение на основе проведенного анализа существующих правил и норм, принятых на флоте для обеспечения пожарной безопасности судов, ставится задача конкретного технического проектирования.

В главе 1 анализируется судовая пожарная сигнализация. В ходе анализа устанавливается назначение и состав системы пожарной сигнализации, принцип действия и возможные технические решения ее элементов, обосновывается целесообразность разработки комбинированного пожарного извещателя с радиоканалом.

В главе 2 проводится расчет пожарного извещателя выбранного типа. Для этого обосновывается выбор каналов обнаружения пожара, анализируется все способы фиксации первичных признаков пожара, разрабатывается принципиальная электрическая схема извещателя, выбираются типы ее элементов и рассчитываются их параметры.

Глава 3 посвящена расчету и оценки ресурсоемкости спроектированного извещателя, включая оценку как капитальных вложений, так и эксплуатационных затрат.

Записка включает в себя основные выводы и рекомендации, список использованной литературы, приложение 1.

ВВЕДЕНИЕ

Постоянное развитие и совершенствование морского флота, увеличение тоннажа выдвигают новые требования к обеспечению пожарной безопасности судов. Эта безопасность должна обеспечиваться судовой пожарной системой, включающих в себя людей - членов экипажа и техническую часть – систему контроля и пожаротушения.

Новые требования к членам экипажа ограничиваются его численностью и физическими возможностями. Новые требования к технической части инициируют новые технические решения..

В данном проекте рассматривается часть судовой пожарной системы – система контроля.

При этом в соответствии с (42, 23, 34, 41, 50, 59, 62) будем пользоваться следующими основными терминами и определениями. Техническая система представляет собой совокупность элементов, взаимодействующих и взаимосвязанных между собой, предназначенную для выполнения поставленной задачи. Целенаправленность является категорией, присущей любой технической системе, и должна отражаться в определении системы. С определением технической системы непосредственно связано определение ее эффективности, под которой понимается ее способность выполнять заданные функции. В инженерном деле удобно и принято () рассматривать эффективность технической системы как слагаемую из трех составляющих – результативности, оперативности и ресурсоемкости.

Результативность возникает при прямом применении системы по своему назначению. Её показатель непосредственно вытекает из определения системы.

Оперативность определяет её быстроедействие, время выполнения задачи.

Ресурсоемкость определяет объем необходимых затрат (материальных, финансовых, людских) для выполнения задач стоящих перед созданием и эксплуатацией системы.

Системой технического контроля называется система сбора и обработки информации о состоянии контролируемого объема с целью выбора нужных мер.

При разработке судовой пожарной системы устанавливаются возможные источники пожара во всех судовых помещениях, методы и способы пожаротушения, включая все средства и пути предотвращения пожара.

То есть заранее определяются все возможные места возгорания и все соответствующие этим местам меры пожаротушения. Каждому конкретному источнику и любой их комбинации соответствует своя комбинация или отдельная конкретная мера пожаротушения.

Целью системы контроля является сбор информации о наличии или отсутствии пожара в контролируемом помещении . Эта система принимает решение о принятии одной из двух возможных мер – объявлять пожарную тревогу или нет.

В качестве основной характеристики системы контроля принимается её информационная эффективность, количественно выражающую её способность правильно выбрать нужную меру. Наиболее общим показателем информационной эффективности считается вероятность правильного выбора нужной меры или связанную с ней вероятность ошибочного выбора. Поскольку возможных мер (в данном случае несовместных) две, постольку и возможных ошибок контроля две. Эти ошибки обозначаются буквами α и β и называются ошибками 1 и 2 рода, или риском изготовителя и риском заказчика, или ложной тревогой и пропуском цели.

Эти ошибки определяют результативность контроля и поэтому задаются в качестве основных технических требований к системе контроля в

виде неравенств $\varepsilon_k \leq \varepsilon_d$, $\beta_k \leq \beta_d$ где ε_d и β_d – требуемые (допустимые) значения ошибок.

Оперативность системы контроля определяется её быстродействием, т.е. временем выдачи сигнала о возгорании и включением автоматики системы пожаротушения.

Время выдачи сигнала о возгорании после собственно возгорания определяет момент начала тушения пожара. К сожалению оно (начало) зависит не только и не сколько от системы контроля, сколько от принимаемых экипажем мер по предотвращению пожара и собственно мер пожаротушения.

Меры по предотвращению пожара и пожаротушению.

Роль экипажа в тушении пожара имеет решающее значение, поэтому требования к подготовке экипажа очень высоки. Экипаж должен уметь правильно и быстро выполнять свои обязанности в соответствии с программой пожаротушения, чтобы обеспечить безопасность судна.

С этой целью на судах проводятся пожарные учения и тренировки.

Для тушения пожаров на каждом судне должны быть сформированы аварийные бригады, количество, состав и место сбора которых определяются программой судовой отчетности.

На пассажирских судах, имеющих более 100 членов экипажа, обычно формируются три аварийные команды: Носовая, Кормовая и Машинного отделения. На судах с количеством членов экипажа от 40 до 100 человек обычно формируются две аварийные команды и одна аварийная команда в машинном отделении. На судах с экипажем от 15 до 40 человек в машинном отделении будет одна аварийная команда и один аварийный экипаж. На судах, на борту которых менее 15 человек, не следует организовывать аварийную группу, но весь экипаж этих судов должен бороться за свое выживание.

В дополнение к аварийной группе организуется судовая медицинская группа под руководством судового врача, а на пассажирских судах - группа по соблюдению правил безопасности под руководством пассажирского штурмана капитана. В случае пожара, взрыва или задымления члены медицинской группы оказывают медицинскую помощь пострадавшим. Группа порядка должна принять меры по предотвращению паники среди пассажиров и вывести их в безопасное место.

Если на судне два или три аварийных экипажа, командиры обычно назначаются следующим образом: второй помощник на носу, третий помощник на корме и инженер в машинном отделении. Если на судне только один аварийный экипаж, командиром назначается второй помощник, а аварийный экипаж назначает второго инженера. Каждый аварийный экипаж работает независимо. В случае одного пожара на судне аварийные команды должны быть объединены.

Все моряки обязаны принимать ежедневные меры по поддержанию жизнедеятельности в рамках своих обязанностей, как указано в Правилах для моряков.

Капитан отвечает за обеспечение живучести судна, контролирует и утверждает программу жизнеобеспечения судна, осуществляет общее руководство жизнеобеспечением судна, отвечает за подготовку экипажа к борьбе с пожаром, контролирует подготовку экипажа и дает указания по проведению пожарных учений.

Старпом организует подготовку экипажа к борьбе за живучесть корабля и непосредственно руководит тушением пожара.

Капитанский помощник, второй инженер и старший инженер являются капитанами аварийной пожарной команды; они отвечают за подготовку аварийной команды и непосредственно руководят действиями по борьбе с огнем.

Главный инженер отвечает за противопожарное состояние машинного отделения и работу всех систем пожаротушения. В случае пожара в машинном отделении он отвечает за тушение пожара самостоятельно.

Документом по обучению и поведению экипажа в области жизнеобеспечения является Инструкция по жизнеобеспечению морской службы для морских судов (NBSV-82). В соответствии с требованиями этой инструкции создается постоянная аварийная команда (группа) в зависимости от численности экипажа на судне. Аварийная команда (группа) формируется на якорь ежедневно, ее командиром является дежурный моряк капитана. Кроме аварийной команды на каждом судне создается медицинская группа во главе с судовым врачом и группа по поддержанию безопасности и порядка во главе с пассажирским матросом капитана на пассажирских судах.

Основой для организации борьбы с ущербом является программа тревоги, в которой указаны обязанности экипажа в случае аварии и место сбора экипажа в случае тревоги. Существуют стандартные формы программы в зависимости от количества аварийных партий.

Документом по подготовке и поведению экипажа при борьбе с повреждениями является Руководство по выживанию кораблей Военно-морской службы (NBSM-82). В зависимости от требований на судне создается постоянная аварийная команда (группа), численность которой зависит от численности экипажа. Аварийная команда (группа) формируется ежедневно у причала, командиром которой является вахтенный матрос. Кроме аварийной группы, на каждом судне создается медицинская группа во главе с судовым врачом и группа по поддержанию безопасности и порядка во главе с пассажирским матросом капитана на пассажирских судах.

Основой для создания организации по борьбе с ущербом является программа тревоги, в которой указаны обязанности экипажа в случае аварии и место, где экипаж будет собираться в случае тревоги. Существуют

стандартизированные формы расписания в зависимости от количества аварийного персонала.

1. В расписании по тревогам должны содержаться подробное описание общесудового сигнала тревоги, предписанного правилом 3/50, а также действия членов экипажа и пассажиров по этому сигналу. В расписании по тревогам должно быть также указано, каким образом будет дана команда об оставлении судна.

2. В расписании по тревогам должны быть указаны обязанности различных членов экипажа, включая:

.1 закрытие водонепроницаемых и противопожарных дверей, клапанов, шпигатов, иллюминаторов, световых люков и других подобных отверстий на судне;

.2 пополнение снабжения в спасательных шлюпках, спасательных плотках и других спасательных средствах;

.3 подготовку и спуск на воду спасательных шлюпок и плотов;

.4 общую подготовку других спасательных средств;

.5 сбор пассажиров;

Пути предотвращения пожара

1. обнаружение пожара

а) пожары обычно обнаруживаются детекторами дыма (сигналами) или по запаху продуктов горения и дыма людьми

б) пожары обычно обнаруживаются после того, как они воспламенились и распространились; и

с) пожар уже создал проблемы на территории до того, как он был обнаружен (косвенно).

2. поддерживать территорию в чистоте и порядке

а) Поддержание чистоты и порядка на территории значительно снижает риск возникновения пожара;

б) Вы должны предпринять конкретные шаги для обеспечения пожарной безопасности в каждой зоне.

3. безопасные методы работы

а) при работе на борту судна персонал должен строго соблюдать правила пожарной безопасности и техники безопасности;

б) при работе с системами или оборудованием необходимо строго следовать инструкциям производителя. Соблюдение этих простых правил снизит риск возникновения пожара и повысит безопасность.

Действия в аварийных ситуациях

Вы можете наилучшим образом отреагировать на большинство чрезвычайных ситуаций, предприняв следующие шаги.

Несвоевременный отчет может привести к тому, что инцидент выйдет из-под контроля!

Обязательно сделайте следующее:

- Найдите причину пожара;
- Оповестите - подайте сигнал тревоги любым возможным способом;
- Потушите пожар - закройте двери и отключите вентиляцию, электропитание и подачу топлива;
- Используйте первичные средства пожаротушения и покиньте помещение, если пожар не удастся потушить.

Самой большой проблемой на ранних стадиях пожара является распространение дыма - судовые коридоры являются своего рода "дымовыми каналами". Выделение токсичного дыма может быстро увеличиваться, и люди могут оказаться в "ловушке". Спасательные работы часто занимают много времени и прибывают слишком поздно.

В таких ситуациях необходимо сохранять самообладание и применять знания, полученные в центре аварийного реагирования, чтобы спасти себя и пострадавших.

Общие аварийные сигналы тревоги. Моряки, которые видят признаки пожара на борту или замечают дым, запах гари или тепло в переборках и конструкциях, должны сообщить об этом капитану. Самый быстрый способ сообщить о пожаре на современном судне заключается в следующем.

Самый быстрый способ сообщить о пожаре на современном судне - это воспользоваться ручным извещателем системы пожарной сигнализации. Как объяснялось ранее, нажатие кнопки ручного вызова на приемной станции в центральной диспетчерской системе пожарной сигнализации вызывает звуковой и визуальный сигнал тревоги. Как правило, сотрудники службы безопасности включают общую тревогу после определения причины срабатывания детектора. Согласно SOLAS-74, общая тревога включается не менее чем семью короткими звуковыми сигналами и не менее чем одним длинным звуковым сигналом. В этом случае экипаж предупреждается, например, о пожаре в определенной зоне. Эта тревога может быть усилена частым звоном судового колокола. Когда по радиосети раздается сигнал пожарной тревоги, объявляется, что это тестовая тревога. Судно, пришвартованное вблизи порта или пристани, примет сигнал тревоги и с помощью старшего офицера определит, какая помощь требуется терпящему бедствие судну, и окажет ее. Как только сигнал тревоги повторится, моряки соседнего судна должны проложить пожарные рукава и подготовить пожарные насосы.

Суда, находящиеся рядом или в непосредственной близости от судна, терпящего бедствие, должны находиться под усиленным наблюдением для предотвращения распространения огня. Эти суда должны быть готовы покинуть терпящее бедствие судно.

Связь. Связь между судном и центральной пожарной станцией должна быть установлена с помощью любых доступных средств связи, таких как телефон или посыльный. Связь между центральной пожарной станцией и командирами инцидентов может быть облегчена двусторонней радиосвязью,

которая возможна из любого помещения на судне благодаря многочисленным электрическим линиям на борту. Телефонная связь не всегда возможна из-за поврежденных телефонных линий. Следует также отметить, что тушение пожара может осуществляться с помощью сдерживающих устройств в заполненных дымом помещениях, что может потребовать от аварийного командира временно покинуть заполненное дымом помещение для передачи сообщения на мостик.

Если судно находится в порту верфи, вахтенный офицер должен иметь номер телефона и знать, как связаться с местной пожарной командой (порта, города), а также уметь общаться с портовыми властями, капитаном и старпомом.

Схемы противопожарной защиты (Fire control plan). На всех судах для руководства лиц командного состава должны быть постоянно вывешены схемы общего расположения с четким обозначением постов управления для каждой палубы, различные пожарные секции, выгороженные перекрытиями классов А, В, включая элементы систем сигнализации обнаружения пожара, спринклерной установки, средств пожаротушения, путей доступа к различным отсекам, палубам и т.д., а также вентиляционной системы, включая расположение постов управления вентиляторами и заслонок, а также нумерацию вентиляторов, обслуживающих каждую секцию. Эти сведения могут быть представлены в виде буклетов, находящихся у каждого лица командного состава. Один экземпляр должен храниться в доступном месте на судне. Такие схемы и буклеты должны составляться на языке государства флага и, если этот язык не является английским или французским, то они должны быть составлены на одном из этих языков. Кроме того, в отдельной папке, хранящейся в легкодоступном месте, должны находиться инструкции по техническому обслуживанию и применению судовых средств, установок тушения и ограничения распространения пожара.

На всех судах второй комплект схем противопожарной защиты или буклет с такими схемами, предназначенный для использования береговой пожарной командой, должен постоянно храниться в отчетливо обозначенном брызгозащищенном укрытии, расположенном снаружи рубки.

Место сбора аварийной команды включается в программу тревоги и может быть расположено на крыле мостика, в определенной точке на главной палубе или в любом другом месте, которое кажется капитану наиболее подходящим. В любом случае, однако, должно быть место, где аварийная команда может собраться очень быстро. Если на судне более одной аварийной команды, то у каждой команды будет своя точка сбора.

Список персонала. Список персонала - это документ, определяющий основные задачи экипажа. Он должен быть заполнен до выхода судна в море и вывешен в нескольких заметных местах и обязательно в рулевой рубке.

При составлении списка следует учитывать, что аварийный экипаж должен состоять из физически крепких людей.

Конвенция СОЛАС-74 предусматривает, что в обязанности различных моряков входит следующее:

- закрытие водонепроницаемых и противопожарных дверей, клапанов, шпигатов, иллюминаторов, световых люков и других подобных отверстий на судне;
- пополнение снабжения в спасательных шлюпках, спасательных плотках и других спасательных средствах и т.д.

В случае пожарной тревоги в задачи членов аварийной команды входит
Разведка и работа с изолирующими дымовыми масками;
одновременная работа не менее чем с двумя или тремя водопроводными трубами;
предоставление пожарного оборудования на месте пожара;

развертывание стационарного противопожарного оборудования на борту судна;

вскрытие и демонтаж конструкций;

закрытие противопожарных дверей и перекрытие вентиляционных систем.

Руководитель разведывательной группы должен:

проводить разведку на всей территории пожара;

участвовать в тушении пожара, спасении людей и т.д. Информация, полученная через офицера связи, передается начальнику пожарной охраны.

Группа связи (1-2 человека) во главе с командиром разведывательной группы работает непосредственно на месте пожара.

Связист открывает запорный вентиль пожарной линии, периодически снимает напряжение с контактора и, при необходимости, подвозит воду к месту пожара с помощью ведра.

Пожарные прокладывают рукавные линии на месте пожара и работают с водяными или пенными шлангами в точках, указанных командиром инцидента. Пожарные, назначенные для защиты помещений, смежных с приемным отделением, приносят огнетушители на место пожара, приводят их в действие, прокладывают пожарные рукавные линии и работают со шлангами по указанию командира отделения.

Члены экипажа выполняют следующие задачи в соответствии с программой отчетности и по указанию старшего инженера.

Подготовить и привести в действие стационарную систему пожаротушения и стационарную систему пенного тушения:

Закрыть аварийное помещение перед активацией системы пожаротушения;

Принести брезент, маты, песок в зону пожара; ломы, гафели, топоры, металлорежущие инструменты для работы;

Привести в готовность и активировать переносной пожарный насос или аварийный пожарный насос;

Принесите в зону пожара переносные факелы.

В зависимости от количества членов команды, некоторые члены команды могут выполнять более одной задачи по тушению пожара.

При планировании пожарной тревоги убедитесь, что персонал закрыл ставни на дверях, люках, иллюминаторах и вентиляционных шахтах и отключил естественную и принудительную вентиляцию, независимо от места возникновения пожара.

План сигнализации составляется с помощником директора по пожарной технике, подписывается главным инженером и старшим механиком и утверждается капитаном судна. В него вносятся поправки при смене экипажа и составляется заново при большом количестве изменений.

Когда судно находится в порту, ответственный инженер составляет карточку экипажа для сигналов и вывешивает ее на пирсе. Карточка должна быть сделана для одной пятой части экипажа, когда судно находится в порту, и для одной трети экипажа, когда судно находится в море.

Моряки, не стоящие на пожарной вахте, но находящиеся на судне, должны действовать по указанию вахтенного мастера в случае пожарной тревоги.

Если судно находится в порту или на верфи, вахтенный офицер должен быть проинформирован о том, что член экипажа отвечает за уведомление береговой пожарной команды по телефону в случае пожарной тревоги или что член экипажа отвечает за уведомление береговой пожарной команды в случае пожарной тревоги. Распределение обязанностей в программе оповещения должно обеспечивать возможность повторного обнаружения пожара и принятия всех мер пожаротушения до прибытия береговой пожарной команды.

В случае пожара на борту российского судна в иностранном порту портовая пожарная команда может быть вызвана только по распоряжению судовладельца.

В любом случае все оперативные действия по тушению пожара начинаются с момента получения сигнала о начавшемся пожаре.

ГЛАВА 1. СУДОВАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ.

- 1.1. Виды систем пожарной сигнализации
- 1.2. Назначение и состав системы пожарной сигнализации.
- 1.3. Датчики пожарной сигнализации.
- 1.4. Классификация элементов системы пожарной сигнализации.
- 1.5. Комбинированный датчик пожарной сигнализации

1.1 Виды систем пожарной сигнализации

Технические средства систем обнаружения пожара и сигнализации объединяются в единый комплекс, который не только привлекает внимание людей внутри и снаружи здания, но и передает тревожные извещения в центральную службу по связи, отключает систему вентиляции, активирует систему пожаротушения, систему эвакуации, открывает двери эвакуационного пути, при необходимости открывает дымо- и воздухозаборники, устанавливает лифт на первый этаж и т.д. Созданные таким образом системы пожарной сигнализации различаются по конфигурации технических средств, структурному построению и типам каналов сбора и передачи информации, условиям эксплуатации и другим признакам. Но главной их особенностью является характер взаимодействия извещателя с контроллером системы пожарной сигнализации. Прежде всего, это уровень контроля чувствительности обнаружения очагов возгорания и способ передачи информации от извещателя о пожарной обстановке в охраняемом здании и работоспособности ПИ. Эти характеристики во многом определяют тактико-технические возможности системы в целом. Поэтому традиционные пороговые системы делятся на адресные (опросные и неопросные) и аналоговые адресные системы.

Традиционные системы используют отдельный метод передачи информации от извещателя на контрольную панель, где решение об обнаружении пожара принимается извещателем и передается на контрольную панель в виде уведомления "пожар". Эти системы ограничены в

своей способности определить, где сработал извещатель, просто посмотрев на количество циклов, которые он совершил. Поэтому НПБ 88-2001* "Установки пожаротушения и сигнализации. Стандарты и правила проектирования" накладывает ограничения на количество, расположение и площадь зданий, оборудованных одним шлейфом в зоне контроля.

Традиционные системы проектируются как радиальные системы с относительно небольшим количеством шлейфов для подключения к контрольной панели. Разветвление шлейфов не допускается, а для повышения надежности в каждом помещении должно быть установлено не менее двух извещателей [3]. Эта система настолько надежна, что управлять пожарной автоматикой и инженерными системами в современных зданиях практически невозможно.

Адресные системы состоят либо из адресных извещателей, либо из неадресных извещателей с адресными метками или устройств, которые при срабатывании передают адресный код на контрольную панель. Эти системы позволяют одновременно контролировать несколько независимых адресных зон (групп зданий). По сравнению с традиционными адресными системами эта функция значительно расширяется, позволяя защищать большие здания. Однако в обычных адресных системах практически невозможно автоматически управлять функцией РІ, так как связь с извещателями не контролируется и сообщения не могут быть отправлены на контрольную панель в случае сбоя интерфейса. Кроме того, необходимо устанавливать не менее двух РІ на комнату и использовать радиальные шлейфы.

Эти недостатки устраняются при использовании адресной системы, которая автоматически проверяет работоспособность, например, адресных извещателей серии Leonardo Sensor компании Leonardo Systems. Периодический опрос извещателей (в любой топологии) на адресной шине для проверки их работоспособности в случае отказа позволяет установить один извещатель на помещение вместо двух (согласно требованиям

пожарной безопасности 12.17 88-2001*). Кроме того, количество извещателей, которые можно подключить к любой конструкции через адресную шину, достаточно велико (около 100), что значительно снижает затраты на проводку и монтаж. В адресных системах опроса могут использоваться сложные алгоритмы обработки информации, например, могут быть реализованы аналого-цифровые преобразователи и энергонезависимая память для обеспечения автоматической компенсации изменений чувствительности ПИ. Генерирование сигнала "отказ" при достижении нижнего предела автоматической компенсации и сигнала "техническое обслуживание" при накоплении пыли в вытяжном шкафу ПИ может значительно снизить затраты на техническое обслуживание. Поддержание чувствительности на постоянном уровне сокращает время обнаружения за счет снижения вероятности ложных тревог даже при удвоении чувствительности.

Использование адресно-пороговых систем значительно повышает надежность систем пожарной сигнализации, однако их структура по-прежнему остается жесткой и, как и в предыдущих системах, определяется типом используемой контрольной панели. Кроме того, в таких системах сохраняется недостаток, присущий всем пороговым системам, - невозможность формирования предварительного сигнала на ранних стадиях развития пожарной ситуации, так как сигнал о пожаре формируется дымовыми извещателями независимо от используемого алгоритма, а ПКП не имеет информации об изменении ситуации в контролируемой зоне. Поэтому невозможно минимизировать материальный ущерб от пожара и тушения, а также прерывание нормальной работы предприятия, связанное с эвакуацией сотрудников и т.д.

Основное отличие адресной системы от пороговой заключается в том, что адресный извещатель только измеряет контролируемый параметр (уровень дыма или температуру) и при обращении к нему передает это

значение на контрольную панель. Адресная контрольная панель сигнализации (АКПП) - это специализированный компьютер и центр обработки данных с возможностью отображения состояния цели в виде текстовых сообщений и отправки их на ПК, использующий сложные алгоритмы в режиме реального времени для максимального принятия решений и управления подсистемами пожарной автоматики, оповещения и эвакуации и инженерными системами.

1.2 Назначение и состав системы пожарной сигнализации.

Назначение автоматической пожарной сигнализации заключается в подаче сигнала о начале пожара и активации оборудования для пожаротушения большой мощности. Автоматические системы пожарной сигнализации приобретают все большее значение в связи с сокращением числа вахт в машинных отделениях и бессменным обслуживанием в некоторых судовых помещениях.

На судах, оборудованных системами обнаружения пожара и сигнализации, имеется центральный пожарный пункт (ЦПП). Станции входящей сигнализации, которые оповещают экипаж, пассажиров и штурманский персонал о пожаре, сосредоточены на центральном пожарном посту.

Электрические системы пожарной сигнализации и системы дымовой сигнализации предназначены для обнаружения пожара и сообщения о его местонахождении. Электрические системы пожарной сигнализации могут управляться автоматически или вручную. В зависимости от типа используемого извещателя электрические системы пожарной сигнализации могут быть тепловыми (реакция на высокую температуру), дымовыми (реакция на дым), световыми (реакция на появление пламени) или комбинированными (реагирующими на тепло, дым и свет). Основными элементами электрической системы пожарной сигнализации являются извещатели, приемные станции, источники питания и линейные сооружения.

Извещатели - это датчики, которые обнаруживают сигналы о пожаре. Приемная станция принимает электрические сигналы от извещателей и преобразует их в световые и звуковые сигналы. Линейная структура соединяет извещатель с приемной станцией.

Автоматические системы обнаружения пожара устанавливаются в служебных и жилых помещениях, в помещениях для хранения взрывчатых, легковоспламеняющихся и горючих материалов на борту, на станциях управления и в сухогрузных помещениях.

Автоматическая система обнаружения пожара не может быть установлена в следующих местах Сухогрузные помещения, где не установлена "объемная система пожаротушения", жилые и служебные помещения пассажирских судов, где применяется первый метод конструктивной противопожарной защиты (кроме помещений для хранения взрывчатых веществ), каюты без горячей среды, пассажирские суда валовой вместимостью 100 и более тонн, суда без причалов и продолжительностью рейса не более 12 часов, сухогрузные суда валовой вместимостью 1000 и более тонн и все наливные суда, не являющиеся самоходными.

Пассажирские суда, суда валовой вместимостью 1000 и более тонн и другие морские суда (кроме несамоходных) должны быть оборудованы ручными дымовыми пожарными извещателями.

Портативные пожарные извещатели должны быть установлены в коридорах жилых, служебных и общественных помещений, машинных отделений и открытых грузовых палуб. Извещатели должны быть установлены в легкодоступных и заметных местах. На пассажирских и приравненных к ним судах тепловые извещатели более надежны, чем дымовые и световые извещатели, и используются в относительно небольших помещениях. Дымовые извещатели используются в помещениях, где может возникнуть тлеющий огонь, в помещениях с высокими потолками и в

помещениях, где необходимо подать сигнал тревоги на ранней стадии пожара, чего не могут сделать тепловые извещатели.

Оптические извещатели используются в больших помещениях и опасных зонах.

Приводные пожарные извещатели DPS-038, DPS-2, PIO-17, PIO-028 используются для защиты взрывоопасных судовых кают, где извещатель подключается к существующей приемной станции электроручековой пожарной сигнализации.

Автоматические пожарные извещатели устанавливаются в помещениях, а ручные извещатели - в помещениях и на открытом воздухе. Извещатели, установленные в местах, где они могут быть механически повреждены, оснащаются защитными устройствами.

Автоматические тепловые извещатели бывают максимального и дифференциального действия. Автоматические тепловые извещатели максимального действия срабатывают при повышении температуры окружающего воздуха выше установленного предела. Автоматические дымовые извещатели дифференциального действия срабатывают при резком повышении температуры окружающего воздуха. Извещатели дифференциального действия обычно устанавливаются в помещениях, которые не подвергаются воздействию высоких температур окружающей среды.

Тепловые извещатели устанавливаются там, где возможно возгорание, где может скапливаться горячий воздух, нагретый источником огня, а также в местах конвекции приточного и вытяжного воздуха. Не устанавливайте тепловые извещатели вблизи источников тепла, которые могут повлиять на работу извещателя.

Автоматические дымовые извещатели используются, когда пожар сопровождается обильным выделением дыма (горение деревянных и резиновых изделий и материалов, горение электрооборудования).

Дымовые извещатели устанавливаются в помещениях, где температура воздуха может колебаться от -30°C до $+60^{\circ}\text{C}$, а относительная влажность - от 20% до 80% . Дымовые извещатели также устанавливаются в помещениях, где воздух содержит пары кислот или щелочей. Количество дымовых извещателей, которые необходимо установить в защищаемом помещении, зависит от конфигурации помещения, конструкции потолка, количества используемых в помещении материалов и оборудования и многих других условий.

В среднем ионизирующие дымовые извещатели устанавливаются из расчета один на 100 м^2 площади помещения.

Если по техническим причинам невозможно установить дымовые извещатели в защищаемом помещении, то используется метод вытяжки воздуха через систему вентиляции или специальные воздухозаборные устройства.

Скорость движения воздуха в канале, в котором установлен извещатель, не должна превышать $0,5\text{ м/с}$, а длина канала от воздухозаборника до извещателя должна быть как можно короче и не превышать 15 метров.

Автоматические пожарные извещатели, реагирующие на появление пламени, используются в закрытых помещениях с температурой воздуха от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью до 80% .

В помещении, где установлен фотоизвещатель, не должны присутствовать ультрафиолетовые, гамма-лучи, открытое пламя (сварочные аппараты, электрические искры). Световой детектор не должен быть установлен в помещении с кислотными или щелочными парами.

Световой извещатель должен быть установлен на цоколе таким образом, чтобы извещатель мог "видеть" все помещение, особенно наиболее вероятные точки возгорания. Расстояние от светового извещателя до самой дальней "видимой" точки не должно превышать 30 метров. Фотодетекторы

должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей и осветительных ламп.

Ручные точки вызова делятся на кнопочные точки вызова для систем пожарной сигнализации и кодовые точки вызова для шлейфовых систем.

В электрических системах пожарной сигнализации есть возможность использовать кнопочные извещатели для автоматического извещения. Пассивные извещатели можно размещать как в помещении, так и на улице при температуре окружающей среды от -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 98%. В помещениях пассивные извещатели следует размещать в проходах и коридорах. Детекторы следует размещать там, где имеется достаточное освещение. Пассивные извещатели следует устанавливать на переборках так, чтобы выключатели находились на высоте 1,3 м от уровня пола и были легко доступны.

В шлейфовой системе к паре кабелей может быть подключено не более пяти кнопок, соответствующих одному адресу. В шлейфовой системе к одной линии может быть подключено до 50 кодированных дымовых пожарных извещателей.

Передающая станция дымовой сигнализации указывает, в какой комнате или группе комнат сработал детектор дыма. Эти станции имеют имитационные диаграммы, которые показывают, какие помещения обслуживает каждый луч. Поведение звукового сигнала в контрольной панели не зависит от светового сигнала. Световая сигнализация не прекращается до тех пор, пока не будет устранена причина тревоги. На пассажирских судах сигнал пожарной тревоги, полученный в центре управления, повторяется в каюте дежурного офицера или в каюте капитана.

Автоматическая система пожарной сигнализации состоит из камер, которые обнаруживают дым. Эти камеры непрерывно анализируют прозрачность воздуха, поступающего в зону безопасности через сеть труб благодаря вакууму, создаваемому всасывающим вентилятором. В

зависимости от типа устройства, противопожарная защита может быть реализована для отдельных помещений в радиусе 300 метров от камеры обнаружения. Следы дыма в любом помещении, защищенном устройством, немедленно оповещают систему пожарной сигнализации.

Для обнаружения дыма в воздухе с помощью электрических импульсов фотоэлементов, получаемых при сравнении прозрачности воздуха, применяется специальная схема, обеспечивающая высокую точность и надежность. Помещение, в котором возник пожар (задымление), автоматически сигнализируется вентилятором, работающим с чередованием звука и света вблизи приемной станции. Вентилятор создает вакуум, благодаря которому дым достигает центра управления от самого дальнего приемника в течение максимум 1,5 минут.

Воздух, удаляемый из здания, выбрасывается в атмосферу при прохождении через вытяжное устройство. Однако часть воздуха, проходящего через трубопроводы пожарной сигнализации, попадает непосредственно в ЦПС, где может быть обнаружен дым в защищаемой зоне. Все трубопроводы системы пожарной сигнализации оснащены устройством, которое периодически (раз в месяц) продувает сжатый воздух.

1.3 Датчики пожарной сигнализации

В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом, интенсивно разрабатываются новые требования для обеспечения современного уровня пожарной безопасности на судах. Самый значимый документ — Конвенция по охране человеческой жизни на море, 1974 г. („Солас-74"). Все рекомендации Конвенции были включены в действующие правила Бюро судоходства США. Использование детекторов перегрева и дыма как части судовой системы сигнализации является обязательным требованием, поскольку использование систем сигнализации, обнаруживающих только один из опасных факторов пожара (температуру, как в системе ТОЛ-10/50-С, или дым, как в системе АКСД-ОЗМ), не всегда обеспечивает раннее

обнаружение пожара. Кроме того, один тип извещателя не может быть установлен во всех защищаемых помещениях, например, дымовые извещатели не могут быть установлены в пыльных помещениях, а температурные - в помещениях с большими перепадами температур. Отсутствие рекомендаций по обязательному применению извещателей пламени объясняется тем, что советская промышленность еще не наладила серийное производство таких извещателей и нет достаточного опыта их применения на судах.

Дымовые извещатели являются одним из основных элементов судовой системы обнаружения пожара, поэтому они должны отвечать высоким требованиям, а именно

- Высокая чувствительность;
- Низкая инерционность;
- Низкое напряжение питания и минимальное энергопотребление;
- Стабильность чувствительности во время работы;
- Устойчивость к воздействию климатических факторов (температура, влажность и т.д.);
- Иммунитет к электрическим и магнитным полям;
- Способность нормально работать в условиях эксплуатации, предусмотренных соответствующими разделами Правил классификации СССР, с учетом классификации судна;
- Срок службы между ремонтами должен быть не менее 25 000 часов. В течение этого срока службы должно быть гарантировано не менее 5 000 часов в год без регулировки;
- Система не должна генерировать ложные сигналы в случае возгорания датчика;
- Должна быть предусмотрена визуальная индикация состояния датчика (например, светодиодные индикаторы);

- Простота установки и использования на борту: должна быть возможность быстрой замены вышедших из строя датчиков и замены датчиков разных типов на одной базе.

Требования к пороговым значениям датчиков следующие

- Пороговые значения датчиков температуры должны быть примерно на 30° выше верхнего предела нормальной температуры в помещении;

- Пороговые значения для датчиков дыма должны устанавливаться с учетом запыленности помещения, возможности образования конденсата на чувствительном элементе и скорости потока воздуха;

- Для датчиков пламени порог следует устанавливать с учетом величины и характера оптических помех и высоты помещения.

Именно датчик системы пожарной сигнализации первым извещает о возникновении пожара. Поэтому за ним закреплено имя-пожарный извещатель (П И)

Основной целью выбора извещателей пожарной сигнализации для кают судов является обеспечение максимальной пожарной безопасности судна, его груза и экипажа с учетом их защитных функций в соответствии с требованиями правил классификации СССР.

Правила классификации СССР основаны на эксплуатационной практике и широкомасштабных испытаниях на торговых и пассажирских судах по всему миру и необходимы для выбора оптимальной конфигурации извещателей для конкретного судна. Основные требования этих правил, введенных в качестве дополнения к Конвенции Solas74, кратко изложены ниже. кратко изложены ниже. кратко изложены ниже. кратко изложены ниже:

— ручные извещатели должны быть распределены по жилым и служебным помещениям, постам управления. У каждого входа следует размещать один такой извещатель. Ручные пожарные извещатели должны

быть легко доступными в коридорах каждой палубы, так чтобы ни одна часть коридора не находилась более, чем в 20 м от них;

- Детекторы дыма должны быть установлены в проходах, коридорах и на путях эвакуации. Детекторы дыма также должны быть установлены в вентиляционных каналах;

- Детекторы температуры должны быть установлены во всех жилых комнатах, служебных помещениях и комнатах управления; Детекторы дыма должны быть установлены во всех спальнях, однако это требование является спорным;

- По усмотрению проектировщика некоторые помещения, не представляющие пожарной опасности, не нуждаются в защите.

При выборе конфигурации извещателя в соответствии с перечисленными выше требованиями необходимо учитывать следующее

- Для каких целей будет использоваться помещение
- размер и дизайн помещения, влияющие на условия воздухообмена и распределение температуры в помещении
- насколько помещение заполнено оборудованием
- наличие и характер взрывоопасных веществ и материалов
- размер горючей нагрузки.

Основным фактором на начальных стадиях пожара (около 90%) является распространение дыма или пламени. Требуется определенное время (в среднем четыре раза после распространения дыма или пламени), чтобы температура в защищаемой зоне достигла порога срабатывания датчика температуры. Для раннего обнаружения пожара система пожарной сигнализации должна включать все типы датчиков дыма, температуры и излучения пламени. Однако при этом необходимо учитывать и экономические факторы. При выборе наиболее подходящей конфигурации датчика следует учитывать типы горючих материалов, материалов и оборудования, присутствующих в здании.

Еще одним аспектом выбора наиболее подходящего типа датчика является минимизация количества ложных срабатываний. Большое количество ложных тревог может снизить доверие к системе пожарной сигнализации и помешать ей своевременно обнаружить пожар на борту судна.

Основными причинами ложных тревог на судах являются климатические и механические факторы, наличие нагретых предметов, воздушные потоки, водяной пар, пыль, воздействие агрессивных сред, источники излучения (естественные и искусственные), местоположение и чувствительность.

Поэтому, чтобы выбрать наиболее подходящий извещатель, необходимо учитывать как характер возможного пожара, так и причины, которые могут привести к ложной тревоге. Очевидно, что совместить эти требования сложно и возможно только в редких случаях, когда один тип извещателя предпочтительнее другого. Поэтому в большинстве случаев рекомендуется использовать два типа извещателей, например, температурный и дымовой извещатель (или комбинацию извещателей) в каждой контролируемой зоне. Согласно действующему документу Конвенции Solas74, извещатели пламени должны использоваться только в сочетании с дымовыми или температурными извещателями.

Ниже рассматривается, как лучше использовать основные типы датчиков: датчики максимальной температуры, датчики разности температур, фотоэлектрические датчики дыма, радиоизотопные датчики дыма, ультрафиолетовые датчики излучения пламени и инфракрасные датчики мерцания излучения пламени.

Датчики максимальной температуры следует устанавливать в помещениях с относительно небольшой высотой и объемом. Датчики дифференциальной температуры лучше всего работают в громоздких

помещениях. Их не следует использовать в помещениях, где возможны резкие колебания температуры.

При выборе датчика дыма следует учитывать тип вещества, которое может выделять дым.

Фотоэлектрические дымовые извещатели быстрее реагируют на частицы дыма, выделяемые при "тлеющем" пожаре, в то время как ионизационные извещатели быстрее реагируют на огонь.

Детекторы дыма обычно используются в больших, высоких помещениях с принудительной вентиляцией.

Фотоэлементные дымовые извещатели следует использовать во всех спальнях комнатах и коридорах, где дым исходит в основном от открытых источников горения. Кроме того, на работу этих детекторов не влияет скорость воздушного потока, поэтому их следует устанавливать в вентиляционных каналах и шахтах. Фотоэлектрические дымовые извещатели устойчивы в условиях повышенной влажности вплоть до точки росы, поэтому их следует использовать в ПДК и на путях эвакуации, где это возможно.

Радиоизотопные дымовые извещатели подходят для использования в помещениях с большим объемом воздуха, если в месте установки нет сильных воздушных потоков (более 10 м/с). В этих случаях радиоизотопные датчики обычно обнаруживают пожар быстрее, чем фотоэлектрические датчики. Радиоизотопные датчики следует устанавливать с отступом от балок или вентиляционных каналов, где высокая скорость воздухообмена может вызвать ложную тревогу. По этой же причине их не рекомендуется использовать в помещениях с высокой влажностью (до 95% при 40°C). Ультрафиолетовые детекторы пламени подходят для использования на борту судна в местах, где присутствуют потенциальные источники пламени или взрыва, например, в топливных баках, топливопроводах, масляных насосах и силовых установках. Однако следует учитывать, что скопление пыли на

оптических элементах датчика значительно снижает чувствительность. УФ-датчики не дают ложных сигналов при облучении светом накаливания, но излучение солнечного света, флуоресцентных и кварцевых ламп, а также сварочные процессы могут вызвать ложные сигналы.

УФ-датчики пламени следует устанавливать так, чтобы контролируемый объект не был заслонен другими объектами.

Инфракрасные детекторы импульсов пламени подходят для использования в каютах судов, где возможно медленное горение пламени. Они обычно очень чувствительны на низких скоростях, поэтому их рекомендуется использовать в помещениях с высокими потолками. Обратите внимание, что эти датчики не реагируют на свет флуоресцентных ламп, а прямой солнечный свет и освещение лампами накаливания иногда могут вызывать ложные сигналы.

Любой тип датчика пламени будет выдавать ложные сигналы при сварке в поле зрения чувствительного элемента.

Поэтому вы можете использовать один тип датчика или комбинацию датчиков, в зависимости от условий. Вы также можете использовать датчики, работающие по другому принципу, например, детекторы газа, если они так же чувствительны, как детекторы температуры, дыма или пламени.

При расположении датчиков температуры и дыма в судовых помещениях Конвенцией „Солас-74" рекомендуются предельные нормы защищаемой площади (табл. 2.1). Допустимо отклонение от этих норм, но обоснованное натурными испытаниями для конкретной марки датчика. Для датчиков открытого пламени указанной Конвенцией нормативы не разработаны.

Таблица 2.1

Тип датчика	Максимальная площадь пола на датчик, м ²	Максимальное расстояние между датчиками, м	Максимальное расстояние от переборок, м
Датчик температуры	37	9	4,5
Датчик дыма	74	11	5,5

Датчики следует располагать в местах наиболее интенсивных воздушных потоков, возникающих при пожаре; они не должны быть экранированы конструкциями отсеков (балками, трубами, перегородками, механизмами и т. д.). В невысоких помещениях (высота менее 3 м) датчики следует устанавливать на подволоке, на расстоянии не менее 0,3 м от подволока; необходимо датчик ориентировать таким образом, чтобы воздушные потоки воздействовали поперек чувствительных элементов. При вертикальных потоках чувствительные элементы следует располагать вертикально. При установке во взрывоопасных помещениях датчики не следует располагать вблизи мест вероятного возникновения взрыва и мощных источников тепла. Практика показывает, что в помещениях с ровным подволоком высотой до 3,5 м для защиты каждых 25 м² достаточно одного датчика температуры. Если при этом потолок разделен перекрытиями или балками, выступающими на 0,12 ... 0,3 м от подволока, на каждые 18 м² следует монтировать один датчик. В помещениях с высотой подволока 3,5 ... 7,5 м устанавливают один датчик на каждые 20 м², при высоте помещения до 9 м - один датчик на каждые 15 м².

Рекомендации по расположению датчиков дыма

Датчик следует устанавливать там, где ожидается наибольшая концентрация дыма, с учетом конвективного потока воздуха. Его нельзя устанавливать в пыльных помещениях (более 2% ослабления светового потока из-за пыли при измерении на расстоянии 1 м) или в помещениях с кислотными или щелочными парами.

Датчик должен быть ориентирован таким образом, чтобы поток давления (поднимающийся и излучающийся вдоль нижнего основания) мог легко достичь приемной камеры датчика. Если помещение принудительно вентилируется, необходимо учитывать возможный путь дыма от источника горения до вентиляционной шахты.

Извещатель нельзя устанавливать вблизи сильных источников электромагнитных и оптических помех или в сырых помещениях.

Опыт показывает, что в помещениях с пространством под ровным полом датчики дыма можно устанавливать через каждые 35 м² в помещениях высотой до 3,5 м и через каждые 3,5-6,5 м² в помещениях площадью 70 м². 6,5 м, один датчик через каждые 65 м² ... В помещениях высотой 10 м по одному датчику через каждые 55 м² до высоты подвала 12,5 м. Если имеется выступ 0,2 ... 0,35 м, общая площадь на один датчик должна быть уменьшена на 20 %. В кабельных туннелях и узких коридорах датчики дыма следует устанавливать с интервалом примерно 15 метров.

Рекомендации по расположению датчиков пламени

Датчики следует устанавливать в местах, позволяющих контролировать как можно больший объем помещения, особенно места наиболее вероятного возникновения открытого пламени. Они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей или ламп накаливания. Сила света (значение освещенности) в месте установки датчика не должна превышать значения, указанного для данного датчика при отсутствии пожара.

Датчики не следует устанавливать в помещениях с сильными источниками света, на открытых палубах, в местах проведения сварочных работ или в местах с высоким уровнем пыли и влажности.

Из-за сложной геометрии большинства судовых помещений, особенно машинных отделений, и наличия сильных воздушных потоков, количество и тип устанавливаемых извещателей не определяются только размером защищаемой от пожара площади, как в наземных сооружениях или судовых помещениях (каютах) простой формы. Лучшим решением является определение всех зон с наибольшим риском пожара и установка соответствующих извещателей над каждой из них, например, во вспомогательном паровом котельном отделении, над соплом главного парового котла, над насосом перекачки топлива и т.д.

При размещении датчиков пожарной сигнализации следует учитывать пересекающиеся перекрытия и балки, которые могут препятствовать распространению дыма или горячего воздуха от источника пожара к датчику. При установке извещателей рекомендуется прокладывать соединительные кабели немного свободно, так как по результатам испытаний может потребоваться изменить место установки.

Особенности монтажа датчиков и их кабельных трасс на судне

Установка и подключение датчика имеет ряд особенностей, обусловленных специфическими характеристиками устройства.

При монтаже датчика должны быть соблюдены следующие требования

- Ориентация чувствительных элементов датчика должна учитывать условия, указанные в пунктах 2.2.1-2.2.3;

- Датчик должен быть надежно заземлен с помощью заземляющего винта (переходное сопротивление заземляющего элемента не должно превышать 0,02 Ом);

- Необходимо обратить особое внимание на наличие маркировки взрывозащиты, состояние разъемных соединений, прокладок на взрывозащищенных исполнениях датчика.

- Необходимо соблюдать допустимые значения сопротивления заземления и изоляции активных частей;

- Все датчики должны быть опломбированы;

- по возможности обеспечить установку датчиков под покрытием пола так, чтобы только элементы датчика находились ниже уровня пола;

- датчики должны быть установлены в местах, где исключено механическое повреждение.

Подключение к клеммам датчика должно производиться в соответствии с прилагаемой к датчику схемой подключения, в которой указаны жилы кабеля и соответствие между номером жилы кабеля и выходными клеммами датчика.

После прокладки кабеля к датчику, если в датчике используется полупроводниковая схема, необходимо проверить проводку мегомметром.

При прокладке кабельных трасс системы пожарной сигнализации на судах необходимо учитывать следующие особенности

- Линии связи должны прокладываться с использованием любого типа кабеля, одобренного Американским бюро судоходства;

- Количество кабелей, сечение кабеля и экранирование должны соответствовать спецификациям системы пожарной сигнализации;

- Электрические кабели не должны проходить через камбузы, машинные отделения категории А и другие закрытые помещения с повышенной пожарной опасностью, за исключением случаев, когда необходимо подключить датчики пожарной сигнализации, установленные в этих помещениях;

- Линии СПС, прокладываемые внутри помещений, могут быть открытыми или скрытыми;

- кабели SPS следует прокладывать на кратчайшем расстоянии, минимизируя изгибы, проходы через переборки и пересечения с другими кабелями и трубопроводами;

- в помещениях с агрессивной средой для линий связи СПС следует использовать провода и кабели, устойчивые к их воздействию;

- во взрывоопасных помещениях кабели и провода СПС должны прокладываться в газовых трубах (при использовании оборудования со взрывонепроницаемым типом оболочки) в соответствии с правилами устройства электроустановок. Трубы должны быть соединены муфтами с прокладками;

- Кабели можно прокладывать под покрытием пола;

- Сопротивление изоляции линий SPS должно соответствовать предоставленным техническим данным.

1.4 Классификация элементов системы пожарной сигнализации

1. По способу приведения в действие пожарные извещатели подразделяют на автоматические и ручные.

2. По виду контролируемого признака пожара автоматические пожарные извещатели (далее в тексте — пожарные извещатели) подразделяют на:

- тепловые;
- дымовые;
- пламени;
- комбинированные.

3. По характеру реакции на температуру окружающей среды тепловые пожарные извещатели подразделяют на:

• максимальные (срабатывающие при превышении определенного значения температуры окружающей среды);

• дифференциальные (срабатывающие при превышении определенного значения скорости нарастания температуры окружающей среды);

- максимально-дифференциальные.

4. По принципу действия дымовые пожарные извещатели подразделяют на:

- радиоизотопные;
- оптические.

5. По используемой области спектра оптического излучения пожарные извещатели пламени подразделяют на:

- ультрафиолетовые;
- инфракрасные;
- видимого спектра излучения;
- комбинированные.

6. По виду зоны, контролируемой извещателем, оптические пожарные извещатели подразделяют на:

- точечные;
- линейные.

2. Классификация приемно-контрольных приборов

1. По информационной емкости (количеству контролируемых шлейфов сигнализации) ППК подразделяют на:

- малой информационной емкости — до 5 шлейфов сигнализации;
- средней информационной емкости — от 6 до 50 шлейфов сигнализации;
- большой информационной емкости — свыше 50 шлейфов

сигнализации.

2. По информативности ППК подразделяют на:

- малой информативности — до 2 видов извещений;
- средней информативности — от 3 до 5 видов извещений;
- большой информативности — свыше 5 видов извещений.

3. По возможности резервирования составных частей ППК средней и большой информационной емкости подразделяют на:

- без резервирования;
- с резервированием.

3. Классификация приборов управления

1. По информационной емкости (количеству защищаемых зон) приборы управления подразделяют на:

- малой информационной емкости — до 2 защищаемых зон;
- средней информационной емкости — от 3 до 5 защищаемых зон;
- большой информационной емкости — свыше 5 защищаемых зон.

2. По разветвленности (количеству коммутируемых цепей, приходящихся на одну защищаемую зону) приборы управления подразделяют на (4.2):

- малой разветвленности — до 2 коммутируемых цепей,
- большой разветвленности — свыше 2 коммутируемых цепей.

4. Классификация оповещателей

1. По характеру выдаваемых сигналов оповещатели подразделяют на:

- световые;
- звуковые;
- речевые;
- комбинированные.

2. По информационной емкости (количеству обслуживаемых охраняемых зон) оповещатели подразделяют на однозонные и многозонные.

3. По исполнению оповещатели подразделяют на:

- для использования в помещениях;
- для использования на открытом воздухе.

5. Классификация шифрующей устройств

1. По способу установки кодовой комбинации шифрующей устройства подразделяют на:

- с постоянной установкой кодовой комбинации;

- со сменной установкой кодовой комбинации;
 - с использованием метода случайной выборки.
2. По информационной емкости (количеству обслуживаемых охраняемых зон) шифрустройства подразделяют на однозонные и многозонные.

6. Классификация систем передачи извещений (СПИ)

1. По информационной емкости (количеству охраняемых объектов) СПИ подразделяют на системы:

- малой информационной емкости — до 200 номеров;
- средней информационной емкости — от 200 до 1000 номеров;
- большой информационной емкости — свыше 1000 номеров.

2. По возможности наращивания информационной емкости СПИ подразделяют на системы:

- с постоянной информационной емкостью;
- с возможностью наращивания информационной емкости.

3. По информативности СПИ подразделяют на системы:

- малой информативности — до 2 видов извещений;
- средней информативности — от 2 до 5 видов извещений;
- большой информативности — свыше 5 видов извещений.

4. По возможности изменения информативности СПИ подразделяют на системы:

- с постоянной информативностью;
- с изменяемой информативностью.

5. По типу используемых линий (каналов) связи СПИ подразделяют на системы, использующие:

- линии телефонной сети, в том числе подключаемые;
- специальные линии связи;
- радиоканалы;

- комбинированные линии связи и др.
6. По способу передачи информации СПИ подразделяют на системы:
- с циклической передачей информации;
 - со спорадической передачей информации;
 - с циклически-спорадической передачей информации.
7. По возможности изменения структуры линий связи СПИ подразделяют на системы:
- с жесткой структурой линии связи;
 - с изменяемой структурой линии связи (с использованием резервных каналов при неисправностях основных).
8. По возможности резервирования составных частей СПИ подразделяют на системы:
- без резервирования;
 - с резервированием.
9. По количеству направлений передачи информации СПИ подразделяют на системы:
- с однонаправленной передачей информации;
 - с двунаправленной передачей информации (с наличием обратного канала).
10. По виду формата сообщения СПИ подразделяют на системы (7.10):
- с постоянным форматом сообщения;
 - с переменным форматом сообщения.
7. Классификация объектовых оконечных устройств
1. По информативности — в соответствии с п.6.3.
 2. По возможности изменения информативности — в соответствии с п. 6.4.
 3. По количеству выходов объектовые оконечные устройства подразделяют на:

- с одним выходом;
- с двумя и более выходами.

4. По типу используемых исходящих линий (каналов) связи — в соответствии с требованиями п. 6.5.

8. Классификация ретрансляторов

1. По количеству контролируемых направлений, т.е. входящих линий (каналов) связи ретрансляторы подразделяют на:

- до 10 входящих линий (каналов) связи;
- свыше 10 входящих линий (каналов) связи.

2. По возможности наращивания количества контролируемых направлений ретрансляторы подразделяют на:

- с постоянным количеством контролируемых направлений;
- с возможностью наращивания количества контролируемых направлений.

3. По количеству исходящих линий (каналов) связи ретрансляторы подразделяют на:

- с одной исходящей линией (каналом) связи.
- с двумя и более исходящими линиями (каналами) связи для создания обходных путей и обеспечения стандартных стыков.

4. По типу используемых линий (каналов) связи ретрансляторы подразделяют в соответствии с требованиями п. 6.5.

5. По структуре подключения объектов оконечных устройств и других ретрансляторов последние подразделяются на:

- с радиальной структурой;
- с цепочной структурой;
- с радиально-цепочной структурой.

По наличию логической обработки информации ретрансляторы подразделяют на:

- без логической обработки информации;
 - с логической обработкой информации.
9. Классификация пультовых оконечных устройств
1. По информативности — в соответствии с п. 7.3.
 2. По количеству контролируемых направлений, т.е. входящих линий (каналов) связи пультовые оконечные устройства подразделяют на:
 - с одной входящей линией (каналом) связи;
 - с двумя и более входящими линиями (каналами) связи.
 3. По типу используемых входящих линий (каналов) связи — в соответствии с требованиями п. 7.5.

1.5 Пожарные извещатели

1.1 Современные тепловые пожарные извещатели (ТПИ)

Первыми в истории средства автоматического пожарного обнаружения были тепловые пожарные извещатели (далее ТПИ), так как пожар, как правило, сопровождается выделением значительной энергии и повышением температуры. В настоящее время ТПИ по-прежнему является одним из основных средств обнаружения возгораний, несмотря на большое разнообразие появившихся типов ПИ. Сфера применения ТПИ также расширилась, и появились новые интересные разработки, использующие последние достижения в области фундаментальных основ устройств и проектирования схем.

В общем случае ПИ по ГОСТ 12.2.047-86 – это устройство для формирования сигнала о пожаре. Автоматический ТПИ – устройство, которое реагирует на определенное значение температуры (пороговый ТПИ) и/или скорость ее нарастания (максимально-дифференциальный/дифференциальный).

Согласно классификации ТПИ, приводимой д.т.н., профессором Академии Государственной противопожарной службы МЧС России

А.Н. Членовым А.Н. [19], они подразделяются по следующим основным признакам:

1. По принципу действия:

- зависимость электрического сопротивления от температуры,
- с использованием термо-ЭДС,
- с использованием линейного расширения, изменения формы элементов,
- с использованием плавких и сгораемых вставок,
- с использованием зависимости магнитной индукции от температуры,
- с использованием эффекта Холла,
- с использованием объемного расширения жидкости газа,
- с использованием сегнетоэлектриков,
- с использованием зависимости модуля упругости от температуры,
- термобарометрический,
- с использованием материалов, изменяющих оптическую проводимость от температуры,
- термошумовой.

2. По температуре срабатывания и инерционности: класс извещателя – А1, А2, А3, В, С, D, Е, F, G, H.

3. По виду зоны обнаружения: точечные и линейные.

4. По характеру контролируемого признака:

- максимальные,
- дифференциальные,
- максимально-дифференциальные.

5. Критерии конструктивного исполнения: Защита оболочки и вид взрывозащиты по ГОСТ 14254-96.

6. дополнительная чувствительность к испытательному огню: извещатели классов А, В, С.

Минимальное значение рабочей температуры (для классов А1, А2) составляет 54°C, а время работы должно быть не менее 20 секунд для всех классов и типов ТПИ со скоростью повышения температуры до 30°C в минуту.

Важным дополнительным классификационным признаком является опциональная чувствительность ТПИ к испытательным огневым печам в соответствии с ГОСТ Р 50898-96. Испытательная огневая печь представляет собой горение строго определенного материала в стандартизированной камере, в которой поддерживаются заданные параметры окружающей среды. Каждая из этих печей характеризуется определенной комбинацией способствующих факторов (свойств), которые позволяют использовать испытательный огонь для проведения испытаний ПИ.

Основным документом, регламентирующим применение ТПИ на российских объектах, является Нормативы Пожарной Безопасности (НПБ 88-01). ТПИ эффективны для обнаружения пожара в помещениях с большим количеством горючего материала и тогда, когда в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается значительное тепловыделение.

Одним из способов контроля температуры в настоящее время является регистрация теплового излучения объектов. По данным исследования современной ситуации в области разработки датчиков температуры, проведенного национальным техническим университетом Китая, 96% от общего объема устройств, воспринимающих излучения в оптическом и смежных диапазонах, составляют ИК-датчики. Существуют датчики с дифференцированной восприимчивостью по длине волны (3-5 мкм $t \geq 227^\circ\text{C}$). Обнаружение объектов с температурой 27-227°C производится устройствами с восприимчивостью в диапазоне 8-14 мкм.

Таблица 1.1 Селективная чувствительность ТПИ к тестовым очагам пожара [19]

Тип тестового пожара по ГОСТ Р50898-96	ТП-1	ТП-2	ТП-3	ТП-4	ТП-5	ТП-6
Класс пожара по ГОСТ 27331	A2	A1	A1	A2	B1	B2
Характеристика пожара	Открытое горение древесины	Пиролиз древесины	Тление хлопка	Открытое горение пластмассы	Горение гептана	Горение спирта
Основные сопутствующие факторы	Дым, пламя, тепло	Дым	Дым	Дым, пламя, тепло	Дым, пламя, тепло	Пламя, тепло
Характеристика обнаружения пожара ТПИ	Хорошее	Плохое	Плохое	Хорошее	Хорошее	Очень хорошее

При выборе ТПИ температура срабатывания максимальных и максимально-дифференциальных извещателей должна быть не менее чем на 20°С выше максимально допустимой температуры воздуха в помещении.

Так, например, ПЗС-датчик (прибор с зарядовой связью) на основе анализа данных изображений в 3-х основных цветах позволяет производить измерение температуры в диапазоне от –55 до +125 С с точностью до 0,5 С. При этом затраты времени на обработку данных составляют 200 мс (Устройство DS 1820, Dallas Semicond, США) [13].

Тепловые извещатели

Классификация тепловых ПИ и требования приведены в НПБ 85-2000 «Извещатели пожарные тепловые. Технические требования пожарной безопасности. Методы испытаний» и в основном совпадают с разделом европейского стандарта по тепловым извещателям EN54 ч. 5.

По характеру реакции на повышение температуры тепловые ПИ подразделяются на:

- максимальные тепловые ПИ, формирующие извещение о пожаре при превышении температурой окружающей среды установленного порогового

значения, т. е. при достижении температуры срабатывания извещателя;

- дифференциальные тепловые ПИ, формирующие извещение о пожаре при превышении скоростью нарастания температуры окружающей среды установленного порогового значения;

- максимально-дифференциальные тепловые пожарные, совмещающие

функции максимального и дифференциального теплового пожарного извещателя;

- тепловые пожарные извещатели с дифференциальной характеристикой,

температура срабатывания которых зависит от скорости повышения температуры окружающей среды.

Максимальные, максимально-дифференциальные извещатели и извещатели с дифференциальной характеристикой в зависимости от температуры и времени срабатывания подразделяют на десять классов: А1, А2, А3, В, С, D, E, F, G, H. Дифференциальным извещателям присваивают класс R1.

Максимальные тепловые извещатели с порогом срабатывания от 70°C до 72°C (потребляемый ток контакта) часто используются в России, несмотря на их низкую стоимость и невысокую эффективность. Максимальные тепловые извещатели не обнаруживают пожар на ранних стадиях и реагируют только в случае достаточно большого пожара (несколько квадратных метров), что приводит к значительным потерям от возгорания материалов,

Это приводит к значительным материальным потерям при тушении пожара.

Более эффективны дифференциальные тепловые извещатели, реагирующие не только на повышение абсолютной температуры выше установленного порога, но и на повышение температуры в процентах выше

установленного предела. В помещениях, где нормальная комнатная температура составляет 25°C, рекомендуется использовать тепловые извещатели с температурой срабатывания от 54°C до 65°C. Дифференциальные пороги каналов для европейских тепловых извещателей обычно составляют 8°C в минуту, а максимальный порог канала составляет 58°C.

Вместе с точечным тепловым извещателям сейчас используют большое количество видов линейных тепловых извещателей. Например, в виде кабелей, изоляция которых разрушается при нагревании, или длинных трубок, давление воздуха в которых увеличивается при нагревании.



Свойства:

- интерактивный;
- разборный цоколь извещателя;
- тепловой извещатель для применения в сухих помещениях;
- извещатель инициирует тревогу при достижении пороговой температуры 56°C;
- изолятор к.з. в каждом извещателе;
- содержит встроенный индикатор тревоги (светодиод);
- автоматическая адресация;
- проверенная технология;

- не подвержен электромагнитным возмущениям;
- ВД не подвержен действию пыли, влажности, выхлопных газов, электромагнитным полям, а именно: работе радио-передатчиков, мобильных телефонов и т.д.;
- соответствует EN54, параграф 5;
- конструкция удовлетворяет требованиям основных морских классификационных обществ.

Версии:

- ВД-200 - тепловой извещатель без самопроверки;
- ВД-300 - тепловой извещатель с самопроверкой;
- ВД-500 - тепловой извещатель с самопроверкой, ориентированный сложные условия эксплуатации;
- ВД-500/Ex - тепловой извещатель с самопроверкой, версия для применения во взрывоопасных зонах;
- ВД-501 - стандартный тепловой извещатель с самопроверкой;
- ВД-501/N - тепловой извещатель с самопроверкой, искробезопасный;
- ВД-501/Ex - тепловой извещатель с самопроверкой, взрывозащищенный.

Применение (описание):

Извещатели серии ВД являются точечным тепловым извещателем, обнаруживающим поднятие температуры среды, вызванную пожаром. Извещатель предназначен для использования в интерактивной системе пожарной сигнализации AutoSafe, фирмы Autronica (Аутроника), которая может также выдавать температуру с места установки извещателя. Функция Самопроверки обеспечивает высочайшую надежность. Все устройства с этой функцией автоматически проверяются один раз каждые 24 часа.

Извещатели часто устанавливаются в тех зонах, где среда вероятней всего способствует возникновению ложных срабатываний от дымовых извещателей, а именно: камбузы, ванны, кухни, бойлерные, производственные помещения, и т.д.

Принцип работы:

Измерение температуры с помощью термистора, для регистрации и считывания температуры в точке установки извещателя. Выдача сигнала тревоги при фиксированной температуре, в соответствии с конфигурируемым классом. Самопроверка[®], регулярная проверка способности извещателя инициировать тревогу при определённой температуре.

Технические характеристики:

Вес	140гр
Чувствительность	в соответствии с EN-54/5
Материал	поликарбонат Macroion
Цвет	светло-серый
Рабочая температура	от -20°C до +70°C
Напряжение питания	10 - 27В п.т.
Потребление тока в режиме ожидания	< 0.3мА
Потребление тока, внешний индикатор тревоги	6мА

Влажность (без росы)	максимум 95% отн. влажности
Требования к окружающей среде	EN-54/5
Исполнение	IP44D

Анализ эффективности тепловых многоточечных дымовых извещателей

Извещатели

Одним из основных требований к автоматической системе обнаружения пожара является раннее обнаружение возгорания. Это особенно актуально для систем автоматического пожаротушения во взрывоопасной атмосфере.

Раннее обнаружение с помощью точечных тепловых извещателей является очень сложной задачей, поскольку тепловая энергия источника огня сильно рассеивается на большой высоте. Как показано на рисунке 1, многоточечные тепловые извещатели являются наиболее перспективным решением для защиты промышленных объектов. Датчик такого извещателя состоит из чувствительных элементов (термопар), равномерно распределенных на длинном витом проводе. Термоэлектрические волны, возникающие при воздействии теплового тока на термопары, собираются на конце провода и преобразуются специальной электроникой в сигнал тревоги. Если провода термопар равномерно распределены в тепловом потоке помещения, пожар может быть обнаружен быстро. Результаты пожарных испытаний показывают, что время срабатывания многоточечных извещателей практически не зависит от высоты защищаемого здания и может достигать десятков секунд до высоты $H = 20$ м [4]. Однако отсутствие

аналитического описания многоточечных извещателей затрудняет проектирование пожарных систем.

В данной работе мы анализируем работу теплового многоточечного дифференциального извещателя с термопарными чувствительными элементами.

Основным выражением, описывающим поведение многоточечного извещателя, является следующее уравнение [1].

$$\sum_{i=1}^N \epsilon_i = E$$

(1) Здесь - значение термоэлектрической мощности на выходе i -й термопары, подверженной воздействию теплового потока

E - порог термоэлектрической мощности на выходе датчика, ниже которого извещатель выдает сигнал тревоги;

N - количество термопар в датчике, подверженных воздействию теплового потока.

Для анализа эффективности извещателя необходимо определить зависимость N от мощности источника зажигания Q [кВт] и высоты H [м] охраняемого здания.

Математическая модель простой вспышки, генерируемой нарастающим током на начальной стадии развития пожара, основана на источнике зажигания [3], показанном на рисунке 1.

Ввиду малой инерционности термопары можно предположить, что воздействие на датчик происходит в тот момент, когда восходящий поток горячего воздуха приближается к потолку, и зона воздействия на датчик ограничена областью проекции конуса факела на потолок радиусом R . Это предположение подтверждается экспериментальными результатами, показывающими, что срабатывание многоточечного извещателя происходит в течение 50 секунд с момента возгорания очага пожара [4], а заметное

повышение температуры воздуха под потолком начинается только через 60-70 секунд [2].

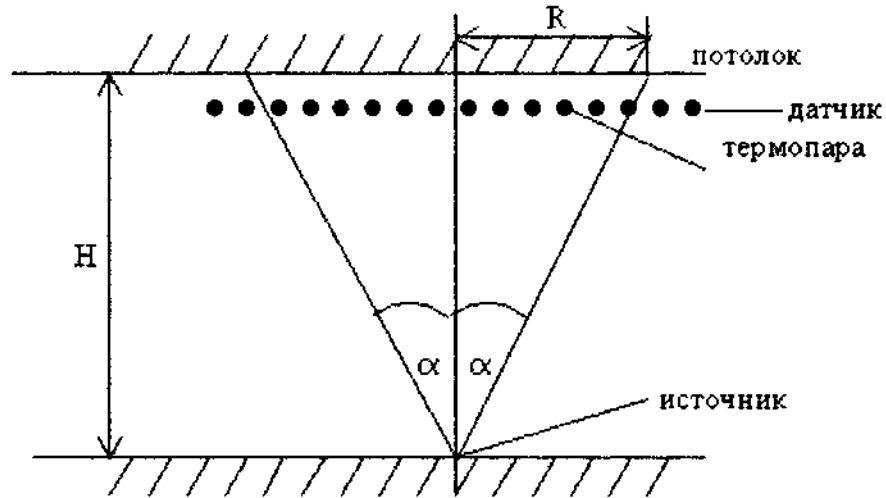


Рис. 1. Модель точечного очага пожара

Количество термопар, подверженных воздействию теплового потока, можно определить, предположив, что одна линия датчика проходит через выступ конуса:

$$N = \frac{2 H \operatorname{tg} \alpha}{\Delta \ell} \quad (2), \text{ где}$$

- шаг установки термопар, м;
- угол между осью источника и внешней границей конуса восходящего потока.

В известных моделях пожаров α принимают равным 15° . При $\Delta \ell = 0,5 \text{ м}$ получим $N = 1,1$ штук термопар подвергаются нагреву на начальной стадии пожара.

Напряжение ϵ_i на выходе термопары пропорционально перепаду температур $t_{\text{max}} - t_0$, который действует на термопару, где T_{max} - температура восходящего потока; T_0 - температур Для определения $\Delta \dot{T}_t$ под потолком помещения используют следующие выражения [3]:

$$\Delta T_1 = \frac{16,9 Q^{2/3}}{H^{5/3}} \quad (3), \quad \text{при } R \leq 0,18 H,$$

$$\Delta T_2 = \frac{5,38 (Q/R)^{2/3}}{H} \quad (4), \quad \text{при } R > 0,18 H,$$

Графики функций (3) и (4), описывающих распределение температуры под потолком помещения высотой H с возгоранием на достаточно большом расстоянии от стены, показаны на рисунке 2.

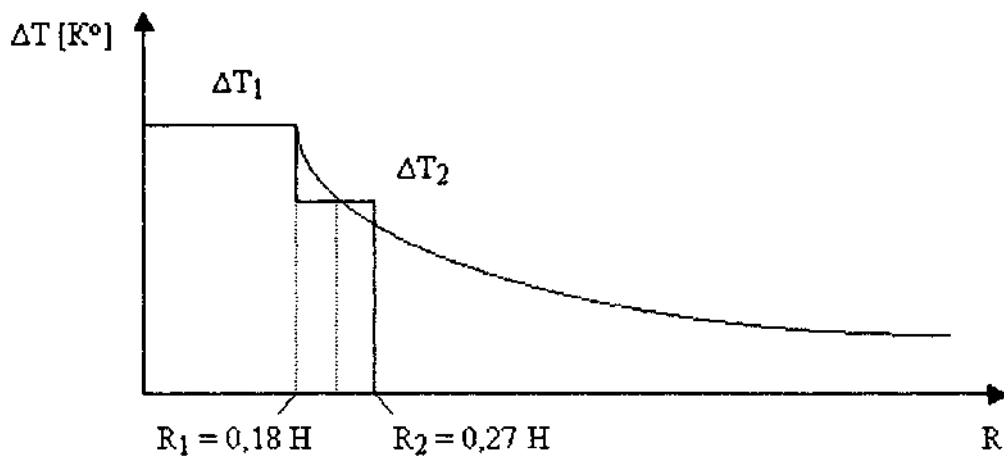


Рис. 2. Распределение температуры под потолком

Усредняя значение температуры ΔT_2 на участке $\Delta R = R_2 - R_1$ и подставляя (3), (4) в

выражение (1), получим:

$$E = a \frac{Q^{2/3}}{H^{5/3}} (16,9 N_1 + 14,2 N_2) \quad (5); \quad \text{где}$$

N_1, N_2 - количество термопар, на которые воздействуют соответственно скачки

температур ΔT_1 и ΔT_2 ;

а коэффициент чувствительности термопары [В/град. K°].

Подставляя в (5) значения N_1, N_2 , окончательно получим:

$$E = 17,5 a \frac{Q^{2/3}}{H^{2/3}} \quad (6)$$

В качестве наиболее распространенной модели развития очага пожара во времени t принимается квадратичная зависимость [2]:

$$Q = \beta t^2 \quad (7); \text{ где}$$

β - интенсивность развития пожара [кВт/с²];

t - текущее время в с. а окружающей среды [5]. Подставляя (7) в (6), можно рассчитать время срабатывания многоточечного извещателя в помещении высотой H ,

исходя из заданной интенсивности β пожара. Рассмотрим случай возгорания пожара с интенсивностью развития $\beta = 0,02$ кВт/с².

Через $t=100$ секунд тепловая мощность составляет 200 кВт, а скачок температуры на высоте 20 м составляет $^{\circ}\text{C}$.

На высоте 20 м он не превышает 2 оК [2]. $E = 0,003$ В, $a = 0,00002$ В (IP 102-2x2), расчетное время срабатывания многоточечного извещателя в помещении со следующими размерами

В помещении с высотой $H = 20$ м, $t = 41,6$ с. В этом случае количество термопар, на которые влияет повышение температуры, составляет

Число термопар, на которые влияет скачок температуры, равно 22.

Экспериментальные исследования [4] показали, что при сжигании 1 литра гептана в качестве источника огня извещатель сработал за 38 секунд, а при сжигании 1 литра бензина А-76 - за 29 секунд. Однако в этом случае количество термопар в зоне нагрева составляло около 50. Сравнительный анализ результатов расчета и эксперимента показывает, что уравнение (6) может быть использовано для оценки верхнего предела времени работы многоточечного теплового извещателя.

Применяя уравнение (6), можно увидеть, что время срабатывания многоточечного теплового извещателя лишь слабо зависит от высоты охраняемой зоны. Однако в реальной установке с несколькими извещателями видно, что извещатели равномерно распределены по всей площади потолка защищаемой зоны с шагом 6 м, и по мере увеличения высоты тепловой поток достигает нескольких сенсорных линий извещателя (см. рис. 3), а количество нагретых термопар больше, чем указано в уравнении (2). Поэтому с увеличением высоты H расчетное время отклика детектора становится намного медленнее, чем в уравнениях (7) и (6). Наблюдается и обратный эффект, когда время отклика уменьшается с увеличением высоты защищаемой зоны.

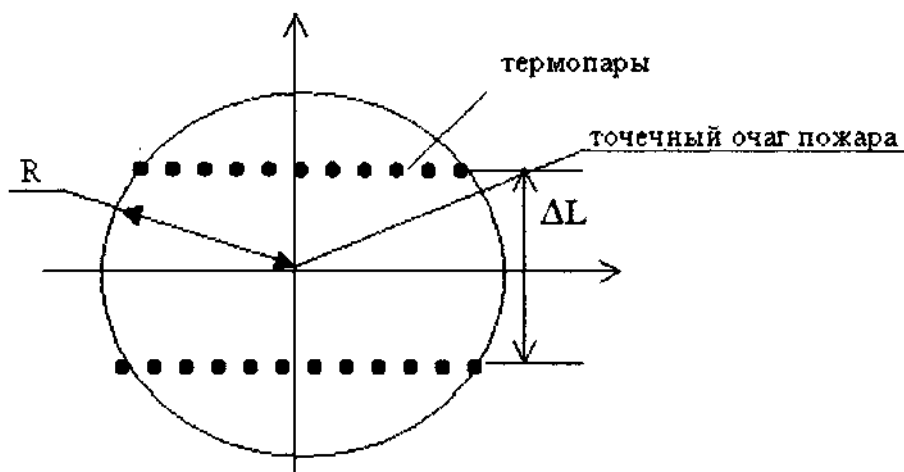


Рис. 3. Иллюстрация захвата тепловым потоком нескольких линий датчика на больших высотах

Используя уравнение (6) и простые геометрические вычисления, мы можем сделать следующее

Найти максимальное значение ΔL многоточечного детектора в помещении высотой H для заданного времени t .

Результат

Анализ применения многоточечных тепловых извещателей

Анализ применения многоточечного теплового извещателя типа "коллекция" выглядит следующим образом

1. многоточечный тепловой извещатель активируется на ранней стадии пожара, когда поток горячего воздуха от источника огня находится вблизи места установки извещателя. Время срабатывания составляет десятки секунд после начала пожара;

2. с увеличением высоты защищаемого помещения время срабатывания извещателя будет меняться незначительно, что может быть уменьшено путем уменьшения расстояния проникновения датчика извещателя; 3;

Результаты расчета верхнего предела времени работы извещателя на основе полученных выражений достаточно близки к экспериментальным данным и могут быть использованы при проектировании многоточечных пожарных извещателей; 4. Результаты аналитических расчетов достаточно близки к экспериментальным данным.

4. результаты аналитических и экспериментальных исследований показали применимость многоточечных тепловых извещателей коллекторного типа для обнаружения пожаров на ранних стадиях в помещениях высотой более 9 метров.

Дымовые линейные извещатели

В основу принципа действия дымовых оптико-электронных линейных извещателей положен эффект ослабления мощности инфракрасного светового излучения при его прохождении сквозь задымленное пространство (рис. 4). Требования, предъявляемые к дымовым оптико-электронным линейным ПИ, приведены в НПБ 82-99 «Извещатели пожарные дымовые оптико-электронные линейные. Общие технические требования. Методы испытаний». Чувствительность линейного извещателя, в отличии от оптического точечного ПИ, определяется в абсолютных единицах затухания в дБ или в %. По НПБ 82-99 порог срабатывания должен быть не менее 0,4 дБ (9%) и не более 5,2 дБ (70%) [5].

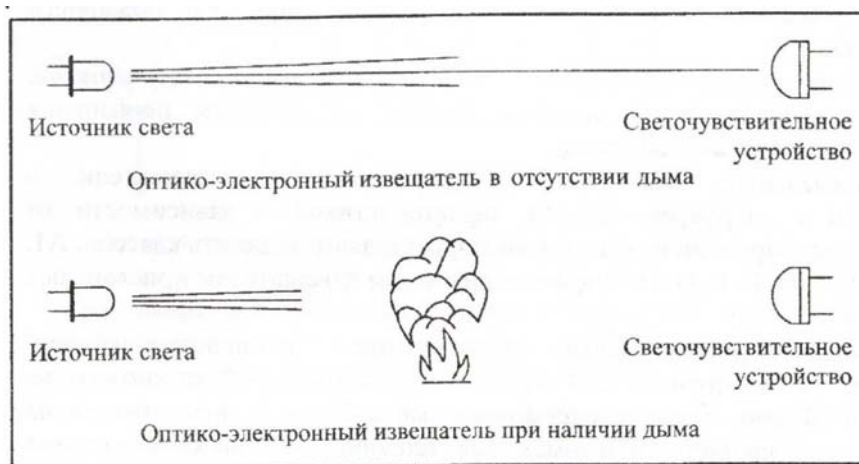
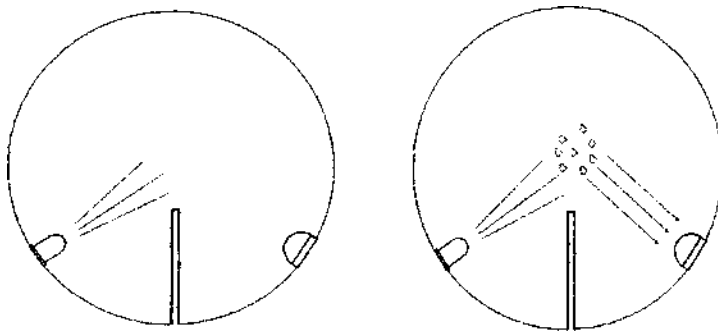


Рис. 4. Принцип действия опико-электронного линейного дымового извещателя

Оптоэлектронный линейный извещатель может контролировать площадь до 100 метров и, таким образом, до 1000 м². Эти извещатели можно использовать в помещениях с потолками высотой до 18 метров. Требования к установке линейных дымовых извещателей приведены в НПБ 88-2001*. Современные линейные дымовые извещатели просты в установке и использовании, имеют различные фиксированные уровни чувствительности и компенсацию запыленности фильтра и более эффективны, чем точечные дымовые извещатели, особенно в больших помещениях с высокими потолками. Линейные извещатели очень эффективны в обнаружении всех типов дыма благодаря своему физическому принципу (см. табл. 2).

Оптический дымовой извещатель

Принцип действия опико-электронных (оптических) дымовых извещателей основан на излучении в дымовой камере импульсов света светодиодом, обычно в инфракрасного диапазона частот, и регистрации отражения (рис) фотодиодом. Если в камере появляются частицы дыма,



а). Дымовая камера при отсутствии дыма б). Дымовая камера с частицами дыма

Рис. Принцип функционирования оптического ПИ

Чтобы избежать ложных срабатываний, фотодиод должен принимать минимальный сигнал при нормальных условиях. Чтобы избежать ложных срабатываний, фотодиод должен принимать минимальный сигнал в нормальных условиях. В идеале этот сигнал должен быть близок к нулю. Этого можно достичь только при использовании сложной дымовой камеры из матового (неотражающего) пластика для ослабления сигнала, отраженного от стенок дымовой камеры, а также при использовании ламп и фотодиодов с узкими диаграммами и отстроенными оптическими осями.

В процессе эксплуатации на стенках дымовой камеры накапливается пыль, увеличивая сигнал фотодиода, что при отсутствии защиты приводит к повышению чувствительности и ложному срабатыванию ПИ. Современные оптические детекторы используют адаптивный порог для поддержания чувствительности. Уровень сигнала измеряется аналого-цифровым преобразователем, а медленные изменения периодически компенсируются установкой порога срабатывания, значение которого хранится в энергонезависимой памяти (см. раздел 2.2.7).

Требования к фотоэлектрическим (оптическим) дымовым извещателям изложены в НПБ 65-97 "Извещатели пожарные дымовые фотоэлектрические. Общие технические требования. Методы испытаний".

$$m_0 = \frac{10}{d} \lg (P_0/P), \text{ дБ/м, где}$$

Для точечных дымовых оптических извещателей чувствительность определяется значением удельной оптической плотности среды, которая соответствует задымленное™ окружающей среды, ослабляющей световой поток:

d- оптическая длина пути луча в контролируемой зоне, м;

P₀ - мощность излучения, прошедшего через не задымленную среду;

P - мощность излучения, ослабленного задымленной средой.

Значение чувствительности пороговых оптических точечных пожарных извещателей по НПБ 65-97 должно находиться в пределах 0,05...0,2 дБ/м [4].

Оптические точечные дымовые извещатели наиболее чувствительны к дыму, образуемому при тлении дерева и текстильных материалов (ТП-2, ТП-3 по ГОСТ Р50898-96). Поэтому данные извещатели целесообразно применять в помещениях, где могут возникать именно такие загорания, в жилом секторе в офисных помещениях и т.д.



Свойства:

- интерактивный;
- возможно различная установка чувствительности;

- содержит фильтр DYFI+, исключающий ложные срабатывания;
- оптический и электрический тракты контролируются;
- встроенный термистор, измеряющий температуру в точке установки;

- содержит встроенный индикатор тревоги (светодиод);
- автоматическая адресация;
- проверенная технология;
- конструкция удовлетворяет требованиям основных морских классификационных обществ.

Применение (описание):

ВН является точечным дымовым извещателем обнаруживающим продукты горения, состоящие, в основном, из видимых частиц.

Извещатели серии ВН применяется там, где во время пожара ожидается видимый дым, например: спальни, рестораны, офисы, коридоры, электрощитовые, производственные помещения и т.д.

Принцип работы:

Фотоэлектрический, работающий на принципе рассеяния света. Извещатель измеряет рассеянное инфракрасное излучение в измерительной камере.

«SelfVerify®» - это регулярная проверка способности извещателя давать тревогу при нормированном количестве дыма, помимо обычной проверки наличия работоспособного извещателя в шлейфе.

Технические характеристики:

Вес 150 гр

Чувствительность в соответствии с EN-54/9

Материал	поликарбонат Macroion
Цвет	светло-серый
Рабочая температура	от -25°С до +70°С
Напряжение питания	10 - 27В п.т.
Потребление тока в режиме ожидания	0.3мА
Потребление тока, внешний индикатор тревоги	6мА
Влажность (без росы)	максимум 95% отн. влажности
Требования к окружающей среде	EN-54/7
Исполнение	IP44D

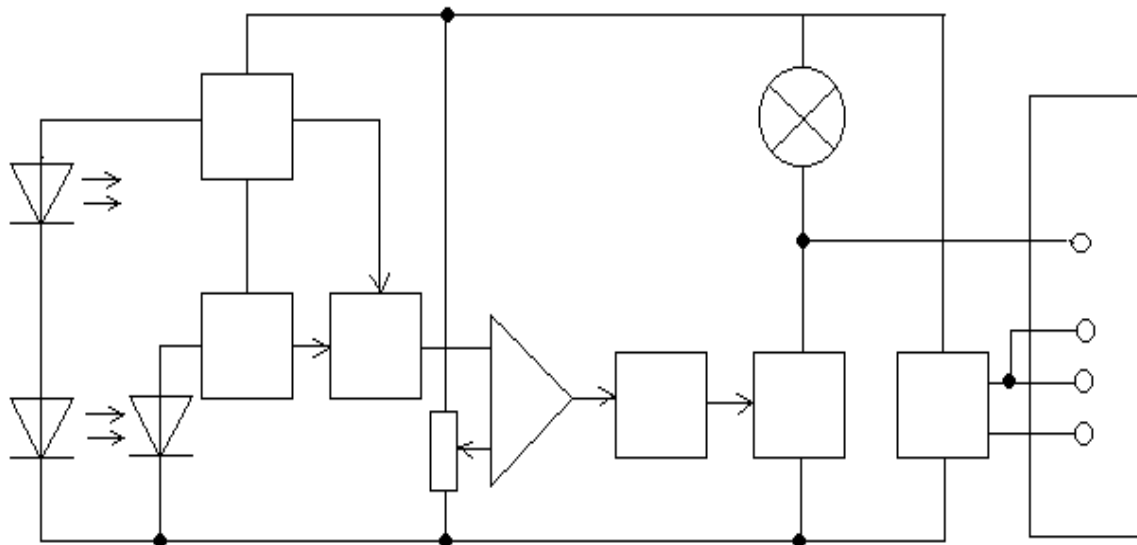
Серийные дымовые Пи

Серия М-600

В пожарном извещателе этой серии концентрические отражательные перегородки используются взамен вертикальных шевронов для исключения окружающего света. Этот подход дает лучшее отношение сигнал/шум.

Излучатель (инфракрасный светодиод) пульсирует с частотой 10 Гц, что снижает потребляемый ток. Импульсы промоделированы по амплитуде, что позволяет осуществить синхронизацию детектируемых излучаемых импульсов, также способствует снижению потребляемого тока и уменьшению действия шума и переходных процессов.

На рис. 1.1 представлена структурная схема дымового извещателя



серии М-601. Параметры пожарного извещателя приведены в таблице 1.2.

Рис.1.1 Структурная схема дымового фотоэлектрического ПИ серии MR-601

При наличии дыма принятые импульсы изменяются в соотношении, пропорциональном количеству дыма (дискриминатор оценивает амплитуду импульсов с эталоном). Если амплитуда импульса больше порогового значения то излучатель контролирует дым в течение 0,5 секунды. Период контроля остается 2 секунды при превышении сигналом порога. Если счетчик считывает 3 сигнала, последовательно, превышающих порог, выходной каскад фиксирует состояние тревоги. Если второй и третий сигналы ниже порогового значения, то период контроля возвращается к 10 секундам. Счетчик переустанавливается. Переключение выходного каскада включает светодиод тревоги и обеспечивает управление дистанционным светодиодом. Все электронные компоненты устанавливаются на печатной плате, в том числе свето- и фотодиоды.

Таблица 1.2 Параметры ПИИ MR-601

Параметр	Min	Типовое	Max
Ураб. , В	16	20	32
I <u>потр.</u> мкА	-	50	80
I пик	-	65	100
Время установления, с.	-	80	100
I <u>-потр.</u> при тревоге, мА	25	36	68
U удержания, В	-	6	8
Время сброса, с.	-	2	5
Ток дистанционного светодиода	1/3 I <u>потр.</u> при тревоге.		
Диаметр x высота, мм	109 x 53		
Масса, кг	0,188		
T <u>окр.</u> ср., °С	-20...+70		

Дымовые извещатели от компании "Аргус-Спектр"

Дымовые извещатели, основанные на принципе рассеянного излучения, хорошо известны. В таких извещателях в чистой атмосфере исходное излучение не достигает фотодетектора. Когда дым попадает в зону чувствительного элемента (коммутационной камеры), свет рассеивается частицами и достигает фотодетектора. При достижении порогового значения извещатель срабатывает и подает сигнал о пожаре.

Известны и другие детекторы, основанные на принципе проходящего света, т.е. детекторы, регистрирующие поглощение света. В качестве примера можно привести дымовой извещатель Securista компании System Services [15].

Недостатками обоих типов извещателей являются нестабильность излучения источника света, чувствительность фотодетектора и зависимость чувствительности извещателя от оптического загрязнения.

Дымовой извещатель был усовершенствован (патент СССР N 736149, G 08 B 17/10), что позволило снизить количество ложных срабатываний. Датчик включал два оптических соединителя, один из которых был оптически соединен с источником света (фотоприемником), а другой - с другим источником света (фотоприемником): источник света-фотоприемник. Дополнительный источник света коаксиально соединен с рабочим фотодетектором, а дополнительный фотодетектор коаксиально соединен с рабочим источником света. В состоянии ожидания, если источник света остается включенным и разница сигналов между двумя фотодетекторами достигает заранее определенного порога, генерируется сигнал пожара. После того как сигнал пожара был сформирован и подтвержден, первый источник света выключается, а второй включается. Даже в этом случае сигнал о пожаре считается правильным, если абсолютное значение разности сигналов превышает пороговое значение. Эти устройства позволили снизить количество ложных тревог, однако на их эффективность влияют изменения интенсивности источника света и чувствительности фотодетектора (например, вследствие загрязнения или физического старения).

Спектральный детектор Argus сохраняет положительные черты упомянутых выше дымовых извещателей, которые работают по принципу обнаружения рассеянного света и контроля проходящего света. Дымовой извещатель с двумя фотоэлектронами, один из которых подключен к первому источнику света, а другой - к выходу второго импульсного переключателя, может уменьшить влияние интенсивности излучения источника света и чувствительности фотоприемника на работу извещателя, подключив выход фотоприемника одного фотоэлектрона к одному входу измерительного

преобразователя, а выход фотоприемника другого фотоэлектрона - к другому входу.

Измерительный преобразователь представляет собой арифметическое устройство, которое вычисляет следующие величины:

$$U = \sqrt{\frac{U_{12} \cdot U_{21}}{U_{11} \cdot U_{22}}}$$

Третий из входов арифметического блока подключен к выходу импульсного переключателя, а выход арифметического блока подключен к выходному каскаду:

U_{12} - напряжение в первом полупериоде фотоприемника второй оптопары;

U_{21} - напряжение во втором полупериоде фотоприемника первой оптопары;

U_{11} - напряжение в первом полупериоде фотоприемника первой оптопары;

U_{22} - напряжение во втором полупериоде фотоприемника второй оптопары.

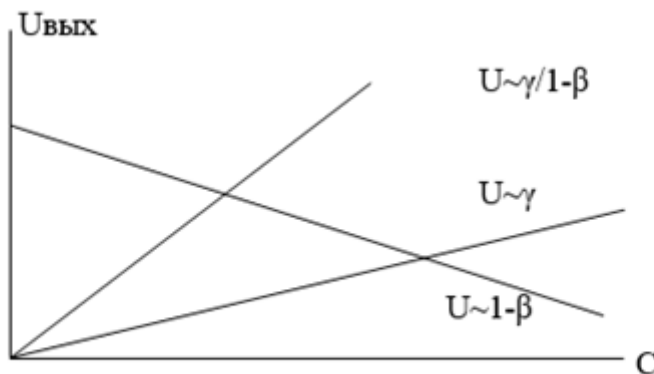


Рис 1.2 Зависимость выходного сигнала U от концентрации дыма C

Зависимость выходного сигнала U от концентрации дыма C представлена на рис. 1.2, где:

$U_{\text{вых}} \sim \gamma$ - характеризует извещатель, работающий на принципе регистрации рассеянного излучения,

$U_{\text{вых}} \sim \beta$ - характеризует извещатель, работающий на принципе регистрации

поглощения

света,

$U_{\text{ВЫХ}} \sim \frac{\gamma}{1-\beta}$ - характеризует описываемый извещатель.

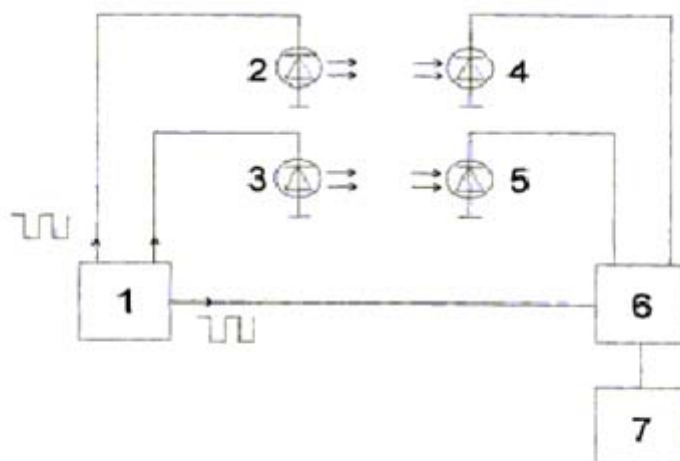


Рис.1.3 Структурная схема извещателя фирмы “Аргус-Спектр”

Дымовой извещатель состоит из устройства смены импульсов 1, выход которого соединен с источником излучения 2 оптопары, а другой - с источником излучения 3 другой оптопары, 4 - фотоприемника одной оптопары, 5 - фотоприемника другой оптопары, арифметического блока 6, выход которого соединен с одним и другим входом соответственно, одна треть входа соединена с одной третью выхода устройства смены импульсов 1, а выход арифметического блока 6 - с входом выходного каскада 7. Блок-схема детектора показана на рисунке 1.3.

В качестве коммутатора может быть использован любой генератор прямоугольных импульсов с двумя полуфазными выходами. Арифметический блок может быть реализован на основе аналого-цифрового преобразователя (преобразующего выходной сигнал светового детектора в цифровую форму), микропроцессора для выполнения необходимых

вычислений и цифро-аналогового преобразователя для обеспечения обратного преобразования.

Выходной каскад дымового извещателя представляет собой транзисторный переключатель, который постепенно уменьшает сопротивление извещателя с сотен Ом до десятков Ом при превышении порогового уровня входного сигнала, что приводит к изменению тока шлейфа и регистрации сигнала о пожаре контрольно-приемными устройствами. Подобный каскад используется во всех активных пожарных извещателях [20].

Трехпороговый дымовой ПИ

Недостатком некоторых извещателей является отсутствие контроля пыли в дымовой камере. Пыль, попадающая в камеру, рассеивает свет так же, как и дым, вызывая сбои в работе извещателя и снижая надежность системы пожарной сигнализации. Поэтому необходимо периодическое обслуживание извещателя для очистки дымовой камеры. Кроме того, для повышения надежности системы сигнализации и управления следует установить дополнительные извещатели.

Для повышения надежности дымовых извещателей путем обеспечения защиты от ложных срабатываний, в состав дымовых извещателей входят

- Рабочую камеру, состоящую из основания и крышки с защитными элементами,
- источник излучения,
- приёмник излучения
- изоляция с акустическими перегородками
- усилитель
- модулятор, выход которого соединен с источником излучения и усилителем
- пороговые устройства,

- контроллер и исполнительный механизм, выход которого подключен к выходу детектора.

Данный ПИ имеет два дополнительных пороговых устройства с первым дополнительным порогом 10-50% от основного порога и вторым дополнительным порогом 200-400% от основного порога, два дополнительных контроллера на приводе, входы основного, первого и второго дополнительных пороговых устройств подключены к выходу усилителя, а выходы основного, первого и второго дополнительных пороговых устройств подключены к входу второго порогового устройства.

Рассмотрим подробнее конструкцию ПИ.

В нижней части рабочей камеры имеется цилиндрический выступ с двумя сквозными отверстиями с обеих сторон. Экранирующие элементы выполнены в виде кольцевых выступов, расположенных соосно, один на дне и один на крышке камеры, крышка размещена радиально на плоском экране. Источник и приемник излучения расположены у внешнего входа в камеру.

Детектор дыма включает в себя камеру, состоящую из основания и крышки. Один из вариантов исполнения дымовой камеры показан на чертеже. В нижней части камеры имеется цилиндрический выступ с основанием и двумя сквозными отверстиями по бокам. Камера оснащена защитной решеткой, закрепленной по периметру основания и крышки. Внутри камеры расположен светозащитный элемент, выполненный в виде двух коаксиально расположенных цилиндрических выступов, один из которых установлен на основании камеры, а другой - на крышке камеры, снабженных ребрами жесткости и направляющими ребрами, создающими дымный поток воздуха.

Он установлен на крышке камеры в радиальном направлении. Внутри цилиндрического выступа (меньшего по диаметру) закреплена камера мочевого пузыря.

В отверстии снаружи камеры установлен фотодетектор с источником излучения и выходом, подключенным к усилителю. Детектор также включает модулятор, выход которого соединен с источником излучения и усилителем, основное пороговое устройство и первое и второе дополнительные пороговые устройства. Первое дополнительное пороговое устройство имеет порог 10-50% от порога основного порогового устройства, а второе дополнительное пороговое устройство имеет порог 200-400% от порога основного порогового устройства. Входы всех трех пороговых устройств соединены с выходами усилителя. Детектор также включает в себя основной блок управления приводом и два дополнительных блока управления. Выходы основного, первого и второго дополнительных пороговых устройств подключены к входам основного, первого и второго дополнительных блоков управления соответственно. Выходы всех трех блоков управления подключены к входам блока исполнения, подключенного к выходу детектора.

Пороги дополнительных пороговых устройств определяются экспериментально.

Рассмотрим подробнее два дополнительных пороговых устройства, которые являются основными характеристиками описываемого ПИ.

Первое дополнительное пороговое устройство имеет порог чувствительности, увеличенный до 10-50% от порога по умолчанию, и предназначено для заблаговременного обнаружения недопустимых уровней запыленности детектора, которые могут вызвать ложные срабатывания. Если порог меньше 10%, помехоустойчивость детектора значительно снижается из-за чрезмерной чувствительности, а если порог больше 50%, трудно отличить основной порог от первого дополнительного порога, что может снизить эксплуатационную надежность и привести к ложным срабатываниям.

Второе вспомогательное пороговое устройство имеет порог чувствительности не более 200-400% от основного порога и предназначено для проверки сигнала обнаружения пожара, ранее поданного основным порогом. Второй пожарный извещатель соответствует нормам пожарной безопасности для систем пожарной сигнализации, предназначенных для управления инженерными системами, автоматическим пожаротушением и дымоудалением. В этих случаях извещатель-прототип требует установки двух аналогичных извещателей для компенсации недостаточной надежности, тогда как при использовании предлагаемого извещателя достаточно одного устройства, генерирующего оба сигнала пожарной тревоги.

Пороги ниже 200% снижают надежность, поскольку затрудняют различение порогов первичного и вторичного вклада, что может привести к ложным срабатываниям при третьем пороге. Если третий порог превышает 400%, чувствительность извещателя к дыму чрезвычайно снижается.

Извещатель подключен к линии связи с контрольной панелью. Источник света (светодиод), управляемый модулятором, излучает свет в импульсном режиме в рабочую зону. Модулятор включает усилитель фотодетектора одновременно со светодиодом. Фотодетектор отделен от излучателя перегородкой и в режиме ожидания, если в рабочей камере нет дыма или пыли, свет от светодиода не достигает фотодетектора, усилитель не генерирует сигнал, достаточный для активации порогового устройства.

Если в рабочей камере слишком много пыли, свет от светодиода, рассеянный частицами пыли, достигнет фотодетектора. Усилитель усиливает сигнал, полученный фотодетектором, и при превышении первого дополнительного порога (например, 33% от порога по умолчанию) запускает первое дополнительное устройство управления для изменения состояния исполнительного механизма. Это изменение фиксируется блоком управления (на рисунке не показан).

Загрязнение извещателя - медленный процесс, и если основной порог не достигается в течение короткого периода времени, например, в течение одной минуты, блок управления распознает полученный сигнал как "служебный".

При появлении дыма в окружающей среде и постепенном увеличении его концентрации световой импульс от источника излучения, отраженный от частиц дыма, достигает фотодетектора, электрический сигнал которого, пройдя через усилитель, вызывает срабатывание первого дополнительного порогового устройства, а затем основного устройства, которое через короткое время последовательно срабатывает на первое дополнительное и основное управляющие устройства, вызывая соответствующее изменение состояния исполнительного устройства, и фиксируется счетчиком приемника.

Одним из недостатков некоторых ПИ является их повышенная чувствительность к электромагнитным полям. В этом детекторе последовательный прием двух сигналов обеспечивает дополнительную защиту от ложных срабатываний. Например, одновременная работа двух исполнительных механизмов может выявить влияние электромагнитных помех.

При возникновении другого пожара и увеличении концентрации дыма в рабочем помещении, превышении второго дополнительного порога срабатывает второй дополнительный блок управления, который изменяет состояние исполнительного устройства на "Пожар-2" по принимаемому блоком управления (или сигнал "Пожар"), что предотвращает ложные срабатывания, так как сигналы "Пожар-1" и "Пожар-2" поступают не одновременно во время реального пожара, а через определенный промежуток времени.

Преимуществом данного типа ПИ является то, что это трехпороговое устройство. Это позволяет контролировать запыленность рабочей камеры,

повысить надежность и снизить эксплуатационные расходы, осуществляя профилактическую очистку помещения только по сигналам от блока управления. Наличие второго дополнительного порога в извещателе позволяет передавать сигналы "пожар 1" и "пожар 2", что повышает надежность обнаружения пожара и позволяет установить в помещении один извещатель вместо двух.

Таким образом, добавление дополнительного порога в извещатель снижает вероятность возникновения ложных тревог и срабатывания инженерной системы противопожарной защиты.

ПИ пламени

Пожарные извещатели этого типа срабатывают при появлении открытого пламени. Регистрацию оптического излучения пламени производят в ультрафиолетовой или инфракрасной области спектра. В качестве чувствительных элементов в ПИ используют фотоприемники, имеющие высокую спектральную чувствительность в УФ или соответственно ИК области спектра и нечувствительные к видимому излучению.

Ультрафиолетовые извещатели пламени гораздо эффективнее определяют наличие огня в случае пожара или взрыва. Воздействие излучения ламп накаливания не подает сигнала о неисправности, однако солнечный свет, флуоресцентные лампы, кварцевые лампы и сварочные процессы могут спровоцировать неисправность извещателя.

Инфракрасные детекторы пламени определяют наличие огня по медленно развивающемуся пламени. Они обычно очень чувствительны, но не очень быстры. Важно также отметить, что эти детекторы не реагируют на свет от флуоресцентных ламп, но прямой солнечный свет и лампы накаливания иногда могут вызывать ложные сигналы.

Пожарный извещатель ИП 330-ГИП.

ЗАО НПП “Герда” выпустило пожарный сигнализатор ИП 330-ГИП. Этот инфракрасный трехспектральный извещатель пламени предназначен для обнаружения возгорания. Принцип действия основан на использовании мультиспектральной селекции, обеспечивающей максимальную защиту от ложных срабатываний. При этом стало возможным применение данного извещателя в местах с сильным ультрафиолетовым излучением, в зонах проведения сварочных работ.

Извещатель имеет взрывозащищенное исполнение и может устанавливаться как внутри помещения так и на открытых площадках предприятий, в том числе на резервуарах и в насосных станциях.

В качестве оптического элемента применен фотоприемник, реагирующий на излучение в трех спектральных поддиапазонах, два из которых соответствуют селективным полосам излучения продуктов горения (H_2O и CO_2), а в третьем (эталонном) сосредоточено излучение основных фоновых помех (солнце, искусственный свет, нагревательные приборы, разряды молнии). Электронная схема позволяет выделить и сравнить сигналы от пламени и фоновых помех, после чего принять решение о переходе из дежурного режима в режим «Пожар». При этом автоматически анализируется только переменная составляющая сигнала излучения, свойственная открытому очагу пламени.

Максимальное расстояние, при котором наблюдается устойчивое срабатывание ИП330-ГИП, составляет не менее 25 и 17 метров от тестовых очагов ТП5 и ТП6 соответственно.

В настоящее время все больше ПИ разрабатывают на основе микропроцессоров, которые предоставляют широкие возможности по обработке сигналов, поступающих от чувствительных элементов. Этим обеспечивается высокая точность обнаружения возгорания, то есть повышенная чувствительность каналов ПИ сочетается с низкой

вероятностью ложных срабатываний. Так, например, компанией Fujitsu Ltd. запатентован интеллектуальный датчик для СПС, обеспечивающий мониторинг значительной области пространства, выявляя с высокой точностью наличие пламени (без выполнения обработки изображений). В нем реализована обработка данных интенсивности светового излучения контролируемого объекта по соответствию критериям некоторых временных характеристик и сопоставления с расчетными данными указанных характеристик [14].

Таблица 1.2 Основные технические данные извещателя пламени ИП 330-ГИП [4]

Характеристики	Показатели
Температура эксплуатации	-50...+50 С
Взрывозащита	1 ExdII BT4
Герметичность корпуса	IP 65
Угол обзора	не менее 90
Напряжение питания	12 или 24 В (DC)
Габаритные размеры	не более 75x82x183мм
Масса	не более 600 г
Интерфейс	стандартно-двухпроводной шлейф ППКП. Релейный выход, интерфейсы 4-20 мА, RS-485

1.6 Комбинированный датчик

Постоянное развитие и совершенствование морского флота, увеличение тоннажа выдвигают новые требования к обеспечению пожарной безопасности судов. Выполнение этих требований ведется в двух

направлениях: увеличения эффективности и надежности систем обнаружения пожара и сигнализации, а также увеличения эффективности самих пожарных систем в целом.

До некоторого времени на морских судах устанавливаются пожарные системы с тепловыми, дымовыми и световыми извещателями. Опыт эксплуатации морского флота убеждает в недостаточной эффективности пожарных систем с извещателями на основе датчиков одного типа, например тепловых либо дымовых. Частые ложные срабатывания (в Англии из регистрируемых 4000 сигналов автоматических пожарных систем только 300 оказались действительно вызванными пожарами, причем в 134 случаях из 300 автоматические системы сработали уже после того, как сигналы о пожаре были получены другими способами) убеждают в необходимости создания комбинированных систем пожарной сигнализации.

Частичным решением проблемы стало создание комбинированных датчиков.

В отличие от простых извещателей (дымовых, температурных и т.п.), срабатывание которых зависит только от изменения одного параметра, комбинированный датчик может настраиваться и выдавать сигнал срабатывания при изменении одного параметра или нескольких, тем самым уменьшается вероятность ложных срабатываний и увеличивается скорость реакции.

Комбинированные датчики работают по таким логическим функциям:

$$F = ab + bc + ac; \quad (1)$$

$$F = abc; \quad (2)$$

$$F = a + b + c, \quad (3)$$

где F – сигнал «Пожар»; a – превышение уставки по дыму; b – превышение уставки по ИК-излучению; c – превышение уставки по температуре.

В зависимости от выбора логической функции можно либо повышать чувствительность схемы, либо осуществлять защиту от ложных срабатываний. Так, например, при настройке схемы по функции (3) сигнализация о пожаре будет включаться уже при превышении хотя бы одним из контролируемых параметров своей уставки, тогда как при настройке станции по функции (2) сигнализация о пожаре включится только при совпадении всех трех контролируемых параметров.

Конструкция комбинированного датчика представлена на рис. 1. В металлическом корпусе помещена труба с осветительной лампой 4 и призмой, преломляющей световой поток в направлении чувствительного элемента — фотосопротивления ФСК-1.

Поток нагретого воздуха из области лампы естественным путем устремляется вверх, к выходному концу трубы, осуществляя тем самым подсос воздуха в нижней ее части через нижнее входное отверстие. При наличии в окружающем воздухе дыма последний проникает в трубу, оптическая плотность внутри трубы возрастает, на что реагирует чувствительный элемент.

Таким образом построен дымовой канал комбинированного датчика. Чувствительность дымового канала возрастает с увеличением длины трубы, яркости лампы и температуры в нижней части трубы.

Канал температуры представляет собой пару терморезисторов, установленных на наружной поверхности корпуса и свободно омываемых слоями окружающего воздуха. Изменение температуры окружающего воздуха ведет к изменению электропроводности терморезисторов. Третий канал КДПС — инфракрасный. В качестве чувствительных элементов здесь использованы фоторезисторы типа ФСА, максимум спектральной чувствительности которых простирается до 3 мкм. Пять фоторезисторов, равномерно распределенных на поверхности корпуса, осуществляют контроль уровня инфракрасного (ИК) излучения в пяти направлениях.

Фоторезисторы предусмотрено использовать без оптики либо в комплекте с

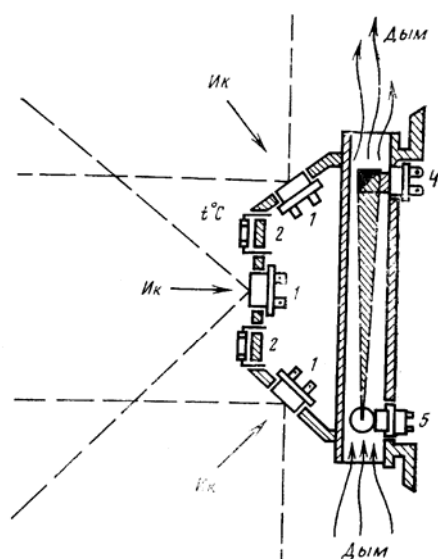


Рис. 1. Конструкция датчика:
1 — фоторезистор ФСА-1; 2 — терморезистор ММТ-1; 3 — фоторезистор ФСК-1;
4 — осветительная лампа

иммерсионными линзами. Чувствительность ИК-канала прямо пропорциональна размерам источника ИК-излучения, степени фокусировки излучения на поверхности чувствительного элемента и обратно пропорциональна расстоянию до источника ИК-излучения выходной сигнал ИК-канала прямо пропорционален четвертой степени температуры источника инфракрасного излучения в градусах по шкале Кельвина.*

Датчик открытого огня (00) построен на основе ИК-приемника, максимум спектральной чувствительности которого находится в ближней ИК области электромагнитного спектра. Это может быть любой фотодиод или фототранзистор, используемые в комплекте с оптическим фильтром, не пропускающим видимую часть спектра, либо фоторезистор типа ФСА.

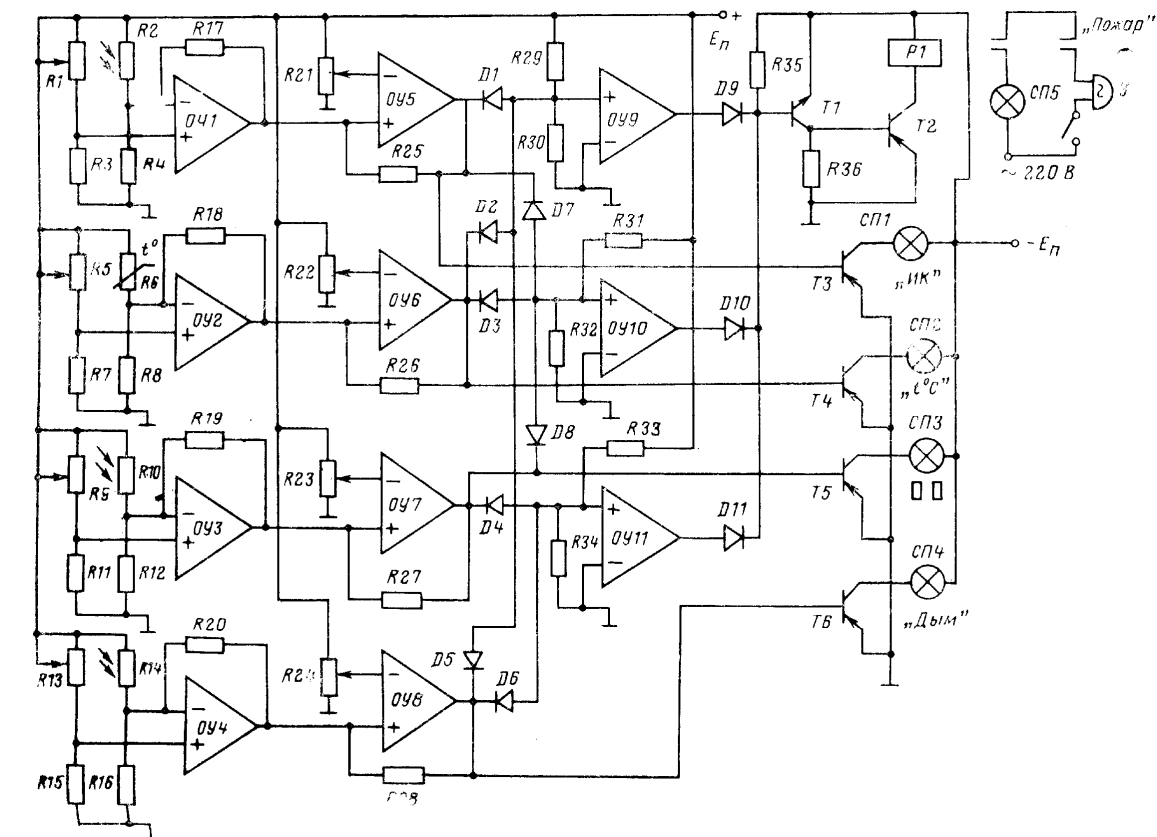


Рис 2. Принципиальная схема КДПС

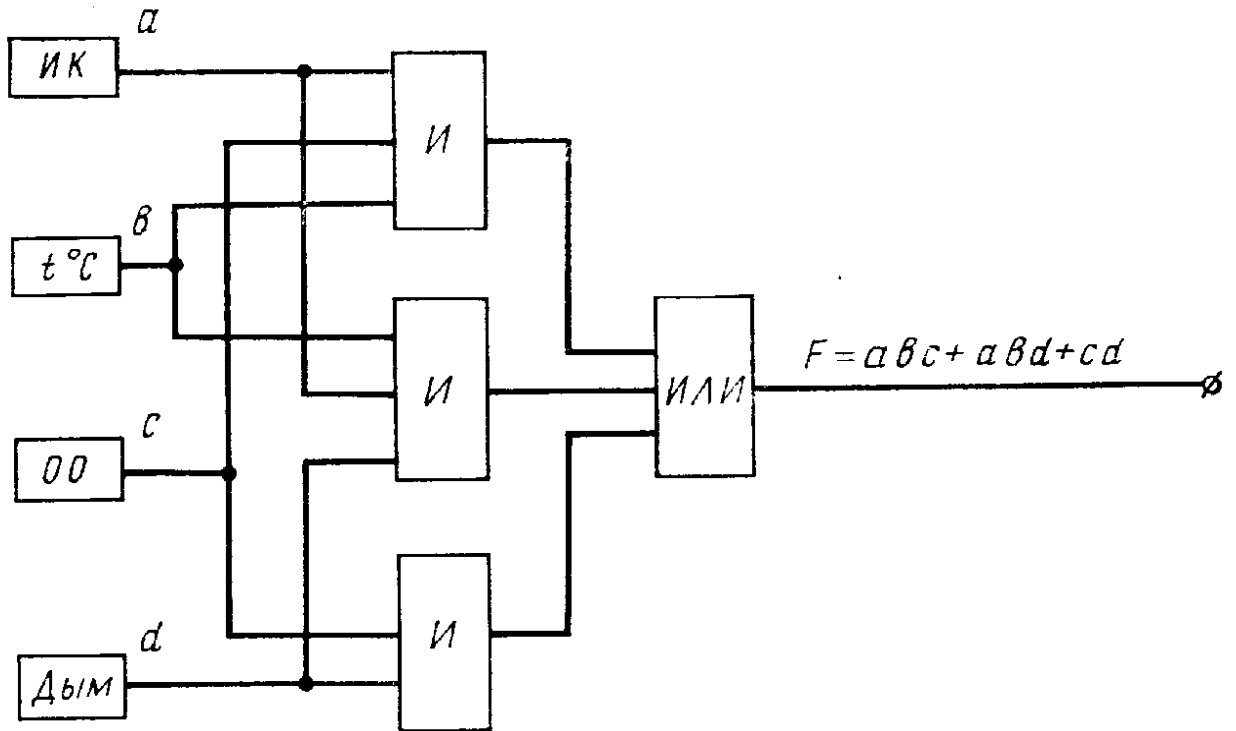
Принципиальная схема системы КДПС представлена на рис. 2. Чувствительные элементы датчиков инфракрасного излучения 2, открытого огня 10, дыма 14 и температуры 6 по мостовым схемам подключены на вход операционных усилителей соответственно ОУ1, ОУ2, ОУ3 и ОУ4, собранных на базе интегральных микросхем серий 140 и 153. Выходы усилителей подсоединены к соответствующим входам пороговых устройств ОУ5, ОУ6, ОУ7 и ОУ8, собранных также на основе интегральных микросхем серии 140. Регулировка порогов срабатывания осуществляется посредством потенциометров 21, 22, 23, 24. Выходы пороговых устройств подсоединены к блоку логики, собранному на основе интегральных микросхем серии 140: ОУ9, ОУ10, ОУ11 и диодов Д1—Д11, а также к блоку индикации отработки каналов, собранному на транзисторах Т3—Т6, подключающих сигнальные лампы СП1, СП2, СП3 и СП4 соответствующих каналов.

Выход блока логики подключен к блоку сигнализации пожара, представляющему собой ключевую транзисторную сборку (Т1, Т2), записывающую реле пожара Р1, контакты которого при срабатывании реле замыкают цепи питания тревожной сигнализации—лампы «пожар» и звонка (СПб, 3).

Работа схемы осуществляется следующим образом. В случае возникновения пожарной ситуации в районе установки комбинированного датчика происходит вспышка пламени либо начинается выделение дыма, тепла, возрастание потока инфракрасного излучения. На любой из этих параметров реагирует соответствующий чувствительный элемент, что ведет к разбалансу плеч моста и изменению выходного сигнала конкретного усилителя, который при превышении уставки вызывает срабатывание определенного триггера (порогового устройства), включающего лампу, сигнализирующую об отработке канала. Одновременно сигналы триггеров поступают на вход блока логики, предназначенного для уменьшения вероятности ложной отработки сигнализации о пожаре. Работа блока логики поясняется рис. 3. Тревожная сигнализация сигналом на базу транзистора Т1 включается только при отработке произвольной комбинации трех каналов либо при отработке двух наиболее вероятных при пожаре. Окончательные варианты комбинаций устанавливаются в зависимости от характеристик объекта противопожарного контроля (жилые и служебные помещения, трюмы, машинное отделение и т. п.) переключениями на входе блока логики.

Результаты лабораторных испытаний КДПС при структуре блока логики, представленной на рис. 3, сведены в таблицу.

Анализируя данные таблицы, мы делаем вывод о том, что использование комбинированного датчика пожарной сигнализации расширяет функциональные возможности пожарных станций, повышает



надежность и уменьшает вероятность ложного срабатывания пожарной сигнализации. Расчеты показывают экономичность КДПС, а конструктивное исполнение предусматривает использование его в морских условиях эксплуатации.

Рис 3. Схема логики КД

Контролируемые параметры	Расстояние до объекта контроля	Отработка каналов КДПС
--------------------------	--------------------------------	------------------------

					«ИК» (А)	«Т град. С» (В)	«О.О.» (С)	«ДЫМ» (D)	Срабатывание тревоги
Повышенная температура окружающего воздуха свыше 40 град. С. Интенсивное курение сигарет	Курение сигарет	Яркий направленный свет	ИК = 150°C	1 м	-	-	-	-	-
			ИК = 250°C	1 м	-	-	-	-	-
			ИК = 350°C	1 м	+	-	-	-	-
		Зажженная спичка	ИК = 450°C	1 м	+	-	-	-	-
			ИК = 550°C	1 м	+	-	+	-	-
	ИК = 700°C		1 м	+	-	+	+	+	
	ИК = 700°C		1 м	+	+	+	+	+	
	Горячая бумага		ИК = 550°C	2 м	+	+	-	+	+
			ИК = 700°C	2 м	+	+	+	+	+
			ИК = 750°C	3 м	+	+	+	+	+
		ИК = 800°C	4 м	+	+	-	+	+	
		ИК = 900°C	4 м	+	+	+	+	+	
		ИК = 800°C	5 м	+	+	-	+	+	
		ИК = 900°C	5 м	+	+	+	+	+	
		ИК = 900°C	6 м	+	+	-	+	+	
		ИК = 900°C	7 м	+	+	-	+	+	
		ИК = 900°C	8 м	+	+	-	+	+	
	ИК = 900°C	10 м	-	+	-	+	+		

На рис. 4 представлен конструктивный чертеж датчика и рисунок, поясняющий работу канала контроля задымленности.

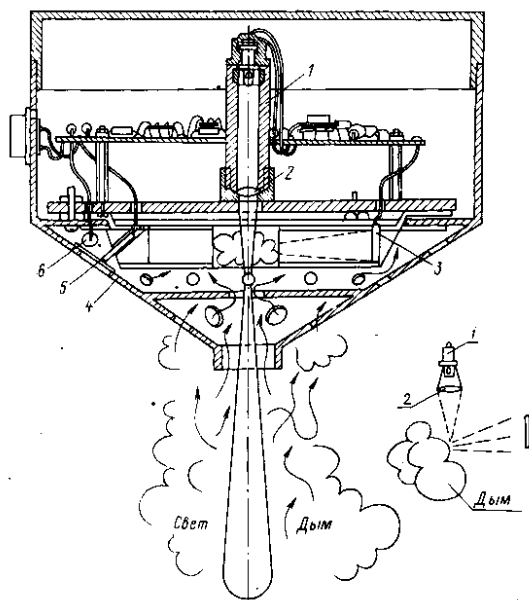


Рис. 4. Конструкция комбинированного датчика

Комбинированный датчик пожарной сигнализации (КДПС-1) конструктивно представляет собой усеченный цилиндрический конус, являющийся корпусом датчика. На боковой поверхности конуса симметрично по периметру расположены отверстия для проникновения дыма во внутреннюю камеру. Во внутренней камере корпуса установлены две диафрагмы. Первая - для уменьшения засветки фоторезистора, являющегося детектором задымленности, вторая - крепежная.

На крепежной плате установлены ламповый патрон 1 с линзой 2 и на трех стойках - печатная плата с электрической схемой датчика. Кроме того, на крепежной плате со стороны внутренней камеры установлены два терморезистора 6 (типа КМТ-4), являющиеся чувствительными элементами канала контроля температуры комбинированного датчика. По обеим

сторонам детекторного патрона закреплены: чувствительный элемент канала контроля задымленности - фоторезистор 3 (типа СФ2-2) и ИК-детектор 5 "(фотодиод ФД-2). Крепежная плата установлена таким образом, что ИК-детектор находится против специально высверленного окна, через которое на приемную площадку детектора поступает поток ИК-излучения. Окно покрыто ИК-фильтром 4 для устранения влияния наружного света на работу ИК-канала датчика.

Поверхность внутренней камеры окрашена в черный цвет для уменьшения засветки фоторезистора канала контроля задымленности отраженным светом как от внутреннего, так и от наружных источников света.

Работа канала контроля задымленности основана на рассеянии света частицами дыма. Попадая через отверстия во внутреннюю камеру, дым рассеивает сфокусированный в узкий луч световой поток от лампы и засвечивает фоторезистор отраженным световым потоком, вызывая отработку канала контроля задымленности.

Отработка ИК-канала происходит при возникновении в поле оптической видимости фотодетектора потока ИК-излучения от любого объекта с излучательными характеристиками, хотя бы частично перекрывающими кривую интегральной чувствительности используемого типа фотодетектора (ФД-2).

На рис. 2.38 показано совмещение излучательной характеристики 1 абстрактного объекта с излучательной температурой порядка 800°C и кривой интегральной чувствительности 2 фотодетектора ФД-2. Заштрихованная зона характеризует реакцию ИК-приемника на поток излучения.

Канал температуры обрабатывает при уменьшении сопротивления терморезистора под действием температуры ниже установленного предела.

Электрическая схема комбинированного датчика пожарной сигнализации приведена на рис. 2.39.

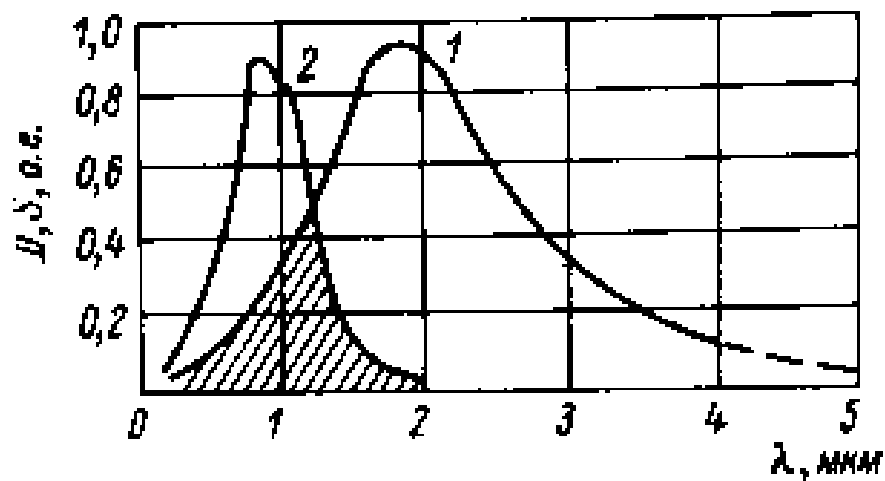


Рис . Спектральная характеристика объекта и датчика.

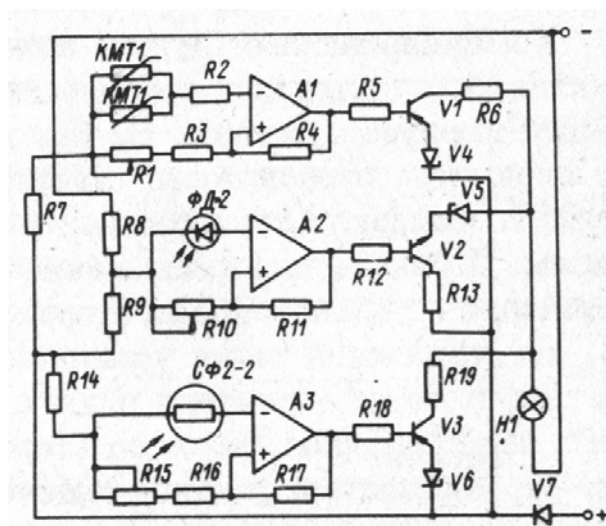


Рис . Принципиальная схема комбинированного пожарного датчика.

Схема собрана на базе интегральных операционных усилителей серии 140 (КТУТ402А).

Работа схемы основана на том, что охваченный глубокой положительной обратной связью операционный усилитель стремится быть в устойчивом насыщении с максимальным положительным или отрицательным сигналом на выходе относительно средней точки источника питания. Выбор резисторов входной цепи СУ произведен таким образом, что при изменении под влиянием

контролируемого параметра — сопротивления детектора, включенного во всех случаях на инвертирующий вход ОУ, происходит переброс выходного сигнала микросхемы в противоположное по сравнению с предыдущим состояние.

Рассмотрим работу схемы на примере отработки канала температуры (см. рис. 2.39).

В исходном состоянии усилители А1 и А3 имеют на выходе напряжение $+U_m$, А 2 - напряжение — U_m . В этом случае на базах транзисторов VI, V2, V3 присутствуют запирающие потенциалы, и они закрыты. Ток, потребляемый датчиком, определяется в основном током, потребляемым лампой Н1, и токами утечки, и составляет примерно 60 мА.

Уставка канала контроля температуры задается резистором R1. При увеличении окружающей температуры начинает уменьшаться сопротивление терморезисторов КМТ-1 и при достижении ими суммарного сопротивления, меньшего, чем сопротивление, выставленное потенциометром R1, происходит переброс А1 в состояние насыщения — U_m . Это понятно, так как на оба входа А1 через резистор R7 подан положительный сигнал, а сопротивление по инвертирующему входу в результате повышения окружающей датчик температуры становится меньше, чем сопротивление по неинвертирующему входу. На выходе А1 появляется отрицательный потенциал, в результате транзистор VI откроется и через него потечет ток *

$$I_{к1} = \frac{U_{к1}}{R_{к1}} ;$$

$$U_{к1} = U_{num} - U_{V4},$$

$$I_{к1} = \frac{20 - 9}{300} = 0,036 \text{ А.}$$

Таким образом, суммарный ток датчика возрастает и составляет около 100 мА. При отработке двух каналов ток возрастает до 120— 150 мА, при отработке трех каналов - до 170-200 мА.

Работа каналов контроля степени задымленности и уровня ИК-излучения происходит аналогично, с той лишь разницей, что при обработке инфракрасного фотодетектора (ФД-2) не изменяется сопротивление, а вырабатывается фото-ЭДС, которая, инвертируясь через А2> открывает транзистор V2.

Температурный извещатель БТД-1 имеет электрическую схему, аналогичную схеме канала контроля температуры датчика 1СДПС-1.

Конструктивно датчик состоит из корпуса с радиальными отверстиями на одной из сторон для свободного доступа окружающего воздуха к чувствительным элементам схемы, и печатной платы, на которой смонтирована электрическая схема датчика.

Чувствительные элементы — терморезисторы ММТ-4 расположены на печатной плате внутри корпуса датчика, который предназначен для использования в судовых помещениях при температуре окружающей среды от -40 до +120° С.

Диапазон изменения уставок от +70 до +120° С. Регулирование уставок срабатывания осуществляется посредством потенциометра R3.

Комбинированные извещатели

Составной извещатель реагирует на два или более факторов, характеризующих возникновение пожара. Их использование значительно повышает эффективность системы пожарной сигнализации. Используемый принцип работы и комбинация обнаруживаемых факторов пожара могут быть различными. Наиболее распространенными являются бинарные извещатели, которые обнаруживают либо повышение температуры, либо дым.

В таблице 2 приведены тестовые характеристики обнаружения пожара согласно ГОСТ Р - 50898 для различных типов пожарных извещателей. Универсальным извещателем для всех типов пожара является

комбинированный тип извещателя, например, оптический/дымовой/тепловой или оптический/дымовой ионизационный/тепловой.

Таблица 2

Чувствительность пожарных извещателей к тестовым очагам

	Тип тестового пожара (см. табл.1)					
	ТП-1	ТП-2	ТП-3	ТП-4	ТП-5	ТП-6
Основные сопутствующие факторы	Дым, пламя, тепло	Дым	Дым	Дым, пламя, тепло	Дым, пламя, тепло	Тепло
Тепловой	Х	Н	Н	Х	Х	О
Дымовой оптический	Н	О	О	Х	Х	Н
Дымовой ионизационный	О	Х	Х	О	О	Х
Дымовой линейный	Х	О	О	О	О	Н
Комбинированный тепловой и дымовой оптический	Х	О	О	Х	Х	О
Комбинированный тепловой, дымовой оптический и ионизационный	О	О	О	О	О	О

Характеристики обнаружения: О – отлично; Х – хорошо; Н – не обнаруживает.

Характеристики комбинированного ИП могут быть улучшены за счет совместной обработки информации от различных каналов; например, повышение чувствительности дымового/теплого ИП может

компенсировать отсутствие канала ионизации дыма и обеспечить хорошую эффективность обнаружения в ТП-1, ТР-4 и ТР-5. Линейные дымовые извещатели эффективны для всех типов пожаров, кроме горения алкоголя, который не выделяет дыма.

Таблица 1
Тестовые очаги пожара

Тип тестового пожара по ГОСТ Р 50898-96	ТП-1	ТП-2	ТП-3	ТП-4	ТП-5	ТП-6
Характеристика	Горение древесины	Пиролиз древесины	Тление хлопка	Открытое горение	Горение гептана	Горение спирта
Основные сопутствующие факторы	Дым, пламя, тепло	Дым	Дым	Дым, пламя, тепло	Дым, пламя, тепло	Пламя, тепло

Комбинированные извещатели серии ВН



Свойства:

- интерактивный;
- комбинированный извещатель гарантирует быстрое время реакции в различных ситуациях;

- дымовой извещатель обнаруживает продукты горения (газы), содержащие видимые (большие) частицы. Тепловой сенсор обеспечивает раннее обнаружение открытого пламени;
- с динамическим фильтром DYFI+;
- чувствительная к дыму часть может быть отключена, делая извещатель тепловым на время проведения сварочных работ и т.п.;
- изолятор к.з. в каждом извещателе;
- содержит встроенный индикатор тревоги (светодиод);
- автоматическая адресация;
- проверенная технология;
- удовлетворяет требованиям основных морских органов сертификации.

Версии:

- ВН-220 - комбинированный извещатель;
- ВН-320 - комбинированный извещатель с функцией «SelfVerify[®]»;
- ВН-520 - Комбинированный извещатель с функцией «SelfVerify[®]», в защищённом исполнении;
- ВН-520/Ex - комбинированный извещатель с функцией «SelfVerify[®]», взрывозащищённый;
- ВН-520/N - комбинированный извещатель с функцией «SelfVerify[®]», искробезопасный.

Применение (описание):

ВН являются комбинированными извещателями на базе оптического дымового извещателя, снабжённого датчиком температуры. Увеличение температуры изменяет алгоритм детектирования в сторону увеличения чувствительности к дыму. Это улучшает обнаружение газов продуктов

горения от открытого огня, при котором образуются минимальное количество видимого дыма. Комбинированный принцип вместе с улучшенной обработкой сигналов в детекторе даёт ранний отклик на любое развитие возгорания. Предназначен для применения в интерактивной системе пожарной сигнализации «AutroSafe» фирмы Autronica (Аутроника).

Извещатели серии ВН вместе с интеллектом фильтра DYFI+ избирательны по отношению к обманчивым явлениям окружающей среды, которые в традиционных системах могут приводить к ложным срабатываниям. Многоцелевая направленность ВН делает этот извещатель пригодным там, где существуют потенциальные опасности тлеющего пожара и/или открытого огня.

Принцип работы:

2-х сенсорный извещатель. Фотоэлектрический, работающий на принципе рассеяния света и измерения температуры термистором.

с функцией «SelfVerify®» - это регулярная проверка способности извещателя давать тревогу при нормированном количестве дыма, помимо обычной проверки наличия работоспособного извещателя в шлейфе.

Технические характеристики:

Вес	165гр
Чувствительность	в соответствии с EN-54/9
Материал	поликарбонат Macroion
Цвет	светло-серый

Рабочая температура	от -20°C до +70°C
Напряжение питания	10 - 27В п.т.
Потребление тока в режиме ожидания	< 0.3мА
Потребление тока, внешний индикатор тревоги	6мА
Влажность (без росы)	максимум 95% отн. влажности
Требования к окружающей среде	EN-54/7
Класс защиты	IP44D

Аналоговые комбинированные извещатели передают в систему сигнализации информацию о текущем значении параметров, характеризующих обнаруживаемые факторы.

Пороговые извещатели подают сигнал о пожаре в том случае, когда контролируемые параметры среды превышают установленные пороговые значения.

За последние годы комбинированные извещатели получили широкое распространение. Так, в перечень средств пожарной сигнализации, рекомендуемых к применению ассоциацией немецких страховых компаний (VDS), в 2003 г. включено 49 типов комбинированных извещателей с дымовым каналом, производимых 15 фирмами и соответствующих всем международным стандартам [20].

Среди включенных в перечень сертифицированной продукции РФ в области пожарной безопасности 2004г 16 типов КПИ с учетом вариантов

исполнений 14 являются пороговыми. Основными классификационными признаками КПИ являются вид контролируемых факторов пожара и принципы действия каналов обнаружения. Данные признаки отражены в условном обозначении и указываются в технической документации на извещатель.

Условное обозначение КПИ имеет следующую структурную формулу [18]:

$$\text{ИП (X1X2X3) / (X1X2X3) – X4 * X5/X5,}$$

где ИП – извещатель пожарный,

X1 – характеристика соответствующего контролируемого признака пожара,

X2, X3 – две цифры, обозначающие принцип действия соответствующего канала обнаружения,

X4 – порядковый номер разработки,

X5 – класс пожарного извещателя определяющий температуру срабатывания тепловых, максимальных и максимально-дифференциальных извещателей.

Наиболее широко применяется сочетание дымового и теплового каналов обнаружения. Также дополнительно может применяться и газовый канал (СО). В тепловом канале чаще всего используется дифференциальный метод обработки сигнала, позволяющий существенно повысить чувствительность извещателей к пожарам пламенного типа.

КПИ серии ИП 212/101-45М-А2

Датчик разработан группой компаний «Рубеж» (г. Саратов) в 2004 году. ПИ предназначен для установки на объекты с целью достоверного раннего обнаружения очагов пожара по трем каналам:

-дымовому,

-тепловому максимальному,

-тепловому максимально-дифференциальному.

Благодаря микропроцессорной обработке информации обеспечивается высокая точность измерения температуры, скорость ее нарастания и концентрации дыма. Появилась новая функция – компенсация запыленности дымовой камеры: датчик сам подсказывает, когда ему необходимо техническое обслуживание. Очень удобен тест с помощью лазерной указки, другие датчики российского производства аналогичной функции не имеют. Также разработана новая контактная группа с установленными метизами и пылезащитный колпачок.

BOSCH SECURITY SYSTEMS

Осенью 2004 года фирма BOSCH представила новый комбинированный пожарный извещатель MagicSens. Этот детектор выдает сигнал о наличии пожара, осуществляя контроль по трем каналам: дымовому, тепловому и каналу контроля концентрации газа (CO). Ядром извещателя является микропроцессор. MagicSens-детекторы действуют используя комбинацию оптического, термического и химического сенсора, и сигнал, генерируемый этими датчиками, является результатом комплексного анализа. В линейку извещателей MagicSens входят детекторы с различными комбинациями чувствительных элементов, что позволяет использовать их в различных условиях. Сигналы с каждого чувствительного элемента внутри датчика постоянно анализируются, и результирующий сигнал зависит от каждой составляющей. Подход, при котором сигнал тревоги является результатом комплексного анализа нескольких параметров окружающего пространства обеспечивает возможность использования их в тяжелых условиях. Оптический детектор использует принцип поглощения и рассеяния света. Светодиод излучает пучок света в зону измерения. При нормальных условиях свет поглощается в измерительной камере, а при наличии дыма его частицы отражают свет и на приемном фотодиоде появляется сигнал, пропорциональный количеству отраженного света (насыщенности дыма).

Термочувствительный элемент может функционировать в двух вариантах: как пороговый детектор и как дифференциальный. В качестве термоэлемента используется термистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от температуры окружающего воздуха. Аналого –цифровой преобразователь измеряет температурозависимое напряжение в определенном интервале времени и может сгенерировать сигнал тревоги при превышении порога температуры 54° или 69°С (фиксированный порог) или в ответ на определенную скорость повышения температуры в данном промежутке времени.

Химический сенсор определяет присутствия газа СО, образованного в результате горения. Однако он также определяет уровень водорода и окиси азота. Величина тревожного сигнала пропорциональна концентрации газов в воздухе.

Таблица 1.5.1 Линейка извещателей BOSCH[25]

Каналы	Серия извещателя
Оптический/Химический/Термический	ОТС 410 LSN
Оптический/Химический	ОС 310
Оптический/Термический	ОТ 300
Оптический	О 300
Термический	Т 300

Известно, что уровень ложных тревог растет по мере загрязнения пожарных датчиков. В извещателях MagicSens происходит автоматическое определение его уровня и выдача сигнала на пожарную станцию о необходимости чистки детектора. Одновременно датчик меняет чувствительность сенсоров для компенсации загрязнения.

В апреле 2003 года на международной выставке MIPS'2003 компания “Аргус-Спектр” получила первый приз конкурса “Лучший инновационный продукт” за представленную серию пожарных извещателей “Аврора”, включающую дымовой, тепловой и комбинированный извещатели. В статье “Комплекс средств пожарной сигнализации и автоматики” говорится, что “Модели этой серии выполнены на основе специально разработанной микросхемы (ASIC) с применением новой технологии, что позволило обеспечить высокую надежность и существенно снизить стоимость извещателя”[5]. Конструкция запатентованной оптической камеры дымового и комбинированного извещателей обладает следующими особенностями:

- наличие двух пылесборников (защита от попадания пыли)
- системы отражателей (предохранение чувствительного элемента от фоновой освещенности)
- встроенная защитная сетка (от насекомых)
- симметричная конструкция (обеспечивает равномерную чувствительность к дыму по всем направлениям)

Примененный в извещателях адаптивный алгоритм работы снижает вероятность ложных тревог, а возможность термо- и светокомпенсации обеспечивает стабильную работу в широком диапазоне температур и дополнительную защиту о внешней освещенности. Индикатор состояния извещателя одинаково хорошо виден со всех направлений. Также есть возможность подключения выносного индикатора состояния. Монтажная база выполнена с центральным расположением контактов и имеет запирающий механизм. Извещатель имеет малую величину тока потребления в дежурном режиме - 40 мкА. Тестирование извещателя производится воздействием внешнего магнита на встроенное герконовое реле, при этом увеличивается коэффициент усиления, что позволяет воспринимать фоновое излучение как наличие дыма в камере извещателя. То есть проверяется

работоспособность извещателя и соответствие его чувствительности не ниже требуемой.

Основные технические характеристики ПИ приведены в Приложении 1[18].

ПИ с радиоканалом

Фирмой Fire Protection Scotland (GB) разработана СПС временного применения. Система используется на предприятиях судостроительной отрасли. Передача сигнала в СПС обеспечена по беспроводному каналу (радиоканалу). Конструктивное исполнение устройств дает возможность эксплуатации в неблагоприятных условиях, в частности на участках с выполнением сварочных работ[27].

Согласно классификации пожарных извещателей по способу связи с приемно-контрольным прибором (ПКП) различают три типа извещателей [16]:

- автономные,
- проводные,
- беспроводные.

Автономный извещатель показывает режим работы непосредственно на месте установки. Встроенный звуковой излучатель используется для подачи сигнала тревоги, а функционирование извещателя подтверждается светодиодным индикатором. Они не требуют прокладки проводов и работают от батарей. Некоторые типы автономных извещателей могут быть соединены вместе, образуя автономную систему SPS. В такой системе, если хотя бы один извещатель обнаружит возгорание, все радиаторы сработают одновременно. Основными недостатками автономных извещателей являются невозможность удаленного мониторинга установки и отсутствие аварийного оповещения, когда в помещении никого нет.

Наиболее распространенным типом извещателей является проводной. Он решает проблему оповещения о пожаре в отсутствие людей. Связь с ПКП осуществляется посредством двух- или четырехпроводного интерфейса. Линии интерфейса используются также для питания извещателя. Его основной задачей является передача информации в ПКП. “Наличие проводного интерфейса – основной недостаток датчиков этого типа, поскольку монтаж проводной СПС требует существенных затрат. Кроме того, закладку проводной системы датчиков охранно-пожарной сигнализации лучше предусматривать на стадии проектирования системы комплексной сигнализации данного объекта. В противном случае возникает необходимость дополнительных мер по сокрытию кабелей, и стоимость работ многократно возрастает” [8].

Иногда трудно или даже невозможно передать сигнал по проводам. В этом случае можно использовать автономные беспроводные датчики с возможностью беспроводной передачи сигнала. СПС с таким датчиком представляет собой распределенную систему. Она включает в себя все доступные режимы просмотра, как локальные, так и удаленные, имеет автономное питание и ряд дополнительных сервисных функций. Основным недостатком является высокая стоимость, обусловленная применением новых технологий в простом устройстве. Однако для быстрой установки системы сигнализации, оперативного изменения конфигурации и удаленного мониторинга помещений альтернативы автономным датчикам с беспроводным интерфейсом практически нет.

В последнее время отечественные производители стали заниматься разработкой радиосистем контроля и диагностики возгораний наряду с крупными зарубежными компаниями. Осенью 2003 года российскими специалистами была разработана СПС, использующая радиоканал для сбора информации от датчиков дыма. Система построена с использованием автономных беспроводных дымовых датчиков с модулем беспроводной

передачи данных и локальной аудиовизуальной индикацией режима работы. Поскольку данные передаются только от детектора дыма к контрольной панели через беспроводное соединение, энергопотребление детекторов значительно снижается: теперь одна батарея может питать датчики без особых потерь с точки зрения надежности системы (по сравнению с аналогичными системами, использующими двустороннюю связь). Для снижения энергопотребления мы реализовали схемотехнику и пользовательские алгоритмы микроконтроллера (МК) Motorola в датчиках дыма.

Каждому дымовому извещателю в системе присваивается индивидуальный номер, который устанавливается на производстве при вводе программы в память МК или при настройке системы с помощью аппаратных средств в модуле приемника. Каждый приемник и модуль управления в системе имеет идентификатор, хранящийся в памяти датчика вместе с номером. Это необходимо для создания адресной СПС путем назначения зон управления датчикам или группам датчиков. Таким образом, образуются "соты", каждая из которых содержит несколько дымовых датчиков и дымовой датчик/контрольный модуль. Сами СКМ могут быть соединены в единую СКУД через проводной интерфейс.

Система может обслуживать сотни дымовых датчиков в случае возникновения помех и до 255 дымовых датчиков в нескольких SPS, работающих параллельно. Дальность передачи данных от датчика до МТР составляет более 30 метров в помещении и более 300 метров на открытом воздухе.

Надежность передачи данных по беспроводному интерфейсу обеспечивается за счет помехоустойчивого кодирования информации и коррекции ошибок на стороне контрольной панели. При питании от стандартной батареи 9 В 400 мАч срок службы дымового извещателя составляет не менее одного года.

Системой используется два разрешенных частотных диапазона: 434 и/или 315 МГц. Доступные типы модуляции сигнала: FSK (Frequency Shift Keying – частотная манипуляция относительно одной несущей) и ООК (On/Off Keying – амплитудная модуляция), который задаются аппаратно в датчике.

Выходная мощность радиопередатчика в датчике дыма регулируется в пределах от -20 до 10дБм, чувствительность приемного модуля составляет -105 дБм. Для обеспечения свободных временных интервалов в эфире и предотвращения коллизий при передаче данных в системе применено временное разделение.

Ключевым элементом устройства детектора дыма является ИС Motorola MC 145010/12, которая использует эффект оптического рассеяния светового потока продуктами горения при заданной концентрации частиц в дымовой камере. Помимо опроса дыма в дымовой камере, ИС контролирует напряжение питания и отслеживает изменения чувствительности дымовой камеры. Местная индикация режима работы обеспечивается встроенным звуковым сигналом и светодиодами. Цель испытания заключается в проверке работы датчика путем нажатия и удержания кнопки на корпусе, имитирующем дымовую камеру.

Напряжение питания для ИС и периферийных устройств составляет +9 В, а для интерфейсных устройств (микроконтроллера, радиопередатчика и усилителя) - +2,5 В, получаемых от схемы согласования напряжений.

В качестве основного элемента устройства радиоинтерфейса был использован микроконтроллер MS68HC908RF2 со встроенным радиопередатчиком [11].

Функции микроконтроллера следующие

- обработка сигнала о задымлении в помещении;
- обработка сигнала о падении уровня напряжения питания с выхода датчика ИС и изменения чувствительности камеры;

-обслуживание протокола передачи данных по беспроводному каналу.

В программном обеспечении реализовано следующее:

-защита от ложных информационных сигналов от ИС датчика дыма;

разделение времени (с индивидуальными задержками) между сеансами связи в зависимости от количества датчиков, что обеспечивает отсутствие помех для других датчиков в системе и выравнивание времени работы датчиков в режиме ожидания;

- Исключение одновременной передачи информации о дыме при одновременном обнаружении пожара от нескольких датчиков;

- помехоустойчивое кодирование передаваемой информации;

- алгоритмы и функции энергосбережения.

Следует отметить, что приемный модуль, выполняющий все функции управления, представляет собой простое и компактное устройство.

Системы сверхраннего обнаружения пожара

В зависимости от конфигурации измерительного поля различают точечные, многоточечные и линейные дымовые извещатели. Точечные ПИ реагируют на пожар, контролируемый вокруг небольшого чувствительного элемента. Многоточечные ИП характеризуются индивидуальным расположением точечных чувствительных элементов в измерительной линии. Линейные ПИ - это извещатели, которые расширяют геометрию зоны контроля, т.е. окружающая среда контролируется вдоль линии. Все извещатели имеют общий недостаток: "пассивное" сканирование охраняемой зоны. Они фактически ждут, когда факторы, сопровождающие пожар (дым, повышение температуры и т.д.), сами попадут в зону обнаружения извещателя. Дымовые извещатели, в частности, подают сигнал тревоги только тогда, когда дым попадает в камеру обнаружения, что сильно зависит от наличия и направления воздушного потока в защищаемой зоне.

В целом, пожар проходит четыре стадии: задымление, видимый дым, пламя и пожар. Первая стадия, стадия тления, обеспечивает максимальное

время для обнаружения потенциального пожара и контроля его распространения до того, как он нанесет значительный ущерб и разрушения. Традиционный ПИ обычно обнаруживает дым, когда пожар уже начался, причиняя значительный материальный ущерб.

Теперь на помощь приходит аспирационный ИП, который состоит из извещателя, с чувствительным элементом и схемы обработки сигнала, который может быть размещен как внутри, так и снаружи защищаемой зоны, и системы всасывающих трубопроводов, которые транспортируют образцы воздуха из защищаемой зоны к чувствительному элементу аспирационного ИП.

Аспирированные ПИ выполняют следующие функции

- Способность обнаруживать пожар на стадии внутреннего сгорания и распознавать процесс его распространения;
- Передача проб воздуха на чувствительный элемент независимо от принудительного или естественного потока воздуха в защищаемой зоне;
- Кумулятивное обнаружение дыма (возможность подачи воздуха из нескольких точек в пределах защищаемой зоны к одному извещателю);
- Непрерывный отбор небольших проб воздуха по всей защищаемой зоне и отправка их на датчик;
- Широкая область применения;
- Защищаемая площадь максимум до 2000 м²;
- Двойная система очистки проб воздуха с дополнительной подачей чистого воздуха (предотвращает загрязнение оптических поверхностей, стабильность калибровки и долгий срок службы ПИ);
- Автоматическая компенсация уровня загрязнения (есть программируемый режим, который проверяет фактический уровень пыли внутри здания, с учетом загрязненности датчика);
- Программируемые интервалы уровней загрязнения с автоматической калибровкой (от минут до недель);

- Программируемые пороги чувствительности извещателя для каждого уровня обнаруженной пожарной опасности. Первый извещатель может быть запрограммирован на срабатывание при обнаружении концентрации дыма 0,005% или более. Максимальная концентрация не должна превышать 1,1% в соответствии с PNB 82-99;

- Контролирует степень засорения фильтра и информирует оператора о необходимости замены фильтра;

- Контролирует блокировку впускного отверстия для дыма и отображает соответствующую информацию;

- Связь нескольких аспирационных ПИ с общей адресной системой ПС;

- Наличие журнала событий с подробной информацией о возникновении событий по запросу ответственного лица;

- Использование пластиковых труб (ПВХ) различных конфигураций в качестве кабельной проводки.

Aspiration PI - это интеллектуальная противопожарная микростанция. Как и обычная FFS, она включает в себя как стационарное, так и периферийное оборудование. Последнее представляет собой систему аспирационных трубопроводов с капиллярными трубками, поглощающими дым, и возможностью визуального отображения состояния аспирации PI в отдельных зонах, а также различные модули, предназначенные для выполнения конфигурации, тестирования и обслуживания и программирования отдельных извещателей и всей сети.

В аспирационных ПИ в качестве элементов обнаружения используются как обычные ПИ (дымовые или газовые), так и интеллектуальные системы обнаружения дыма, использующие сканирующую лазерную технологию.

Аспирационные ПИ с системой фильтрации воздуха имеют низкую вероятность подачи ложных сигналов тревоги, что позволяет уменьшить значительный материальный ущерб, который мог бы возникнуть при ложном пуске систем пожаротушения, остановки технологического процесса.

В таблице 1.3 представлены основные характеристики аспирационных пожарных извещателей.

Таблица 1.3 Сравнительная характеристика аспирационных ПИ [17]

Характеристика	Компания – производитель						
	“Vision Fire & Security”			“Securiton-Hekatron”		“ESSER”	
	Наименование аспирационного пожарного извещателя						
	VESDA Laser PLUS	VESDA Laser SCANNER	VESDA Laser COMPACT	RAS ASD 515-1	RAS ASD XL	ARS 70	IRS-S 700
Питание, В	18...30	18...30	18...30	20...28	18...38	24...30	18...30
Температура эксплуатации, С	-20...+60	-20...+60	-20...+60	0...+60	0...+52	0...+50	-10...+60
Чувствительность, %	0,005...20	0,005...20	0,005...20	Определяется ПИ	0,005...1	Определяется ПИ	0,005...20
Технология определения дыма	Лазерная	лазерная	лазерная	Оптический дымовой ПИ	Лазерная	Оптический дымовой ПИ	Лазерная
Максимальная длина трубы в луче, м	200	200	50	60	60	80	200
Диаметр трубы, мм	25	25	25	25/40	25/40	25	25
Диаметр отверстия, мм	2...6	2...6	2...6	3...4	3...4	2...6	2...6
Максимальная защищаемая площадь, кв.м	2000	2000	500	800	800	1200	1600
Количество фильтров, шт.	2	2	2	нет	нет	1	2
Кол-во уровней пожарной опасности, шт.	4	4	2	1	4	1	4
Габариты, мм	350x225x125	350x225x125	225x225x85	285x360x126	317x225x105	285x360x126	225x225x95
Вес, кг	4,0	4,0	1,9	2,7	3,4	2,7	3,5
Работа в сети	VESDA Net (99 устройств)	VESDA Net (99 устройств)	VESDA Net (99 устройств)	нет	LaserNet 127 устр-в	нет	VESDA Net 99 устройств

Наиболее эффективно аспирационные ПИ могут быть использованы в помещениях, где обнаружение зарождающегося пожара может нанести неповторимый вред дорогостоящему оборудованию и хранимой информации, имеющих сложную пространственную конфигурацию и к которым предъявляются особые требования к внешнему виду.

Также они могут быть использованы на объектах с повышенным уровнем загрязнения, экстремальными климатическими или особыми условиями размещения.

Корпорацией Hughes Associates (г. Балтимор, США) разработана СПС с ранним предупреждением о пожаре. Обработка данных в системе обеспечена применением нейронной сети, использующей вероятностные критерии. Выполнение многокритериальной обработки данных позволило минимизировать значение показателя ложных срабатываний. Система используется на морских судах. Проведено тестирование в судовых помещениях 2-й палубы $V=100$ и 144 куб.м., датчики размещены на высоте $H=2,9$ м над уровнем палубы. Достоверность обнаружения задымления превосходит аналогичные характеристики систем предшествующих разработок [26].

АДРЕСНО-АНАЛОГОВЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

1. Преимущества адресно-аналоговых систем

- Адресные системы сигнализации собирают и обрабатывают информацию в режиме реального времени для постоянного мониторинга состояния объектов и систем.

- Обнаруживая незначительные отклонения от нормальных условий в каждой зоне и передавая тревожное сообщение с указанием точного места возникновения тревоги, адресная система сигнализации может значительно сократить время, необходимое для обнаружения пожара.

- Каждый адресный ПИ в ААПКП имеет два установленных порога. Это предварительный порог "предупреждение" для уровней задымления менее 0,05 дБ/м и порог "пожар" для уровней задымления от 0,05 дБ/м до 0,2 дБ/м.

- Пороги параметров контроля извещателя могут быть запрограммированы в зависимости от времени суток и дня недели, а чувствительность может быть отрегулирована в процессе эксплуатации для повышения надежности обнаружения пожара.

- Система непрерывно контролирует параметры пожарных извещателей через систему автоматического управления и формирует уведомления о неисправностях, анализируя характеристики изменения значений контролируемых параметров в каждой комбинации извещателей и зон.

- Система автоматической компенсации позволяет увеличить время между сервисными интервалами, поддерживая неизменно высокий уровень работоспособности даже в случае загрязнения дымового извещателя во время работы.

- Информация отображается в виде обычного текста в удобном для восприятия формате. Дополнительной опцией является подключение ПК для графического отображения информации.

- Контурная схема позволяет определить точное местоположение неисправности, что позволяет системе нормально работать даже при прерывании цепи.

- Использование изоляторов короткого замыкания в базе извещателя и модуле гарантирует, что большинство систем будет продолжать работать даже при коротком замыкании в шлейфе.

- Использование пары кабелей шлейфа и до 200 кабелей шлейфа позволяет значительно снизить стоимость установки системы.

- С помощью адресных оповещателей и адресных модулей управления можно построить любую сложную систему пожарной сигнализации и эвакуации вплоть до типа 5.

- Внедряя различные типы адресных модулей управления и контроля, вы можете управлять и контролировать работу сложных систем пожарной автоматики и инженерных систем.

- Несколько ААКПП могут быть объединены в единый комплекс, который можно каскадировать для защиты объектов с практически неограниченной площадью.

Таким образом, использование аналоговых адресных систем сигнализации с низкими затратами на монтаж и эксплуатацию позволяет повысить надежность контроля пожара на объектах, сократить фактическое время обнаружения пожара и ускорить начало его тушения. В результате ущерб от пожара и затраты на его тушение могут быть значительно снижены.

2. Типовая аналоговая адресная система пожарной сигнализации

Пример упрощенной системы пожарной сигнализации показан на рисунке. На рисунке 5 показана упрощенная структура адресно-шлейфовой системы.

Основное отличие адресной системы от обычной заключается в том, что шлейф сигнализации, контролируемый адресной контрольной панелью, является двухпроводным, и все автоматические и ручные извещатели, звуковые оповещатели и интерфейсные модули подключаются к одной паре проводов.

Каждое устройство, подключенное к такому шлейфу, имеет уникальный "адрес", обычно задаваемый парой переключателей на задней панели этого устройства.

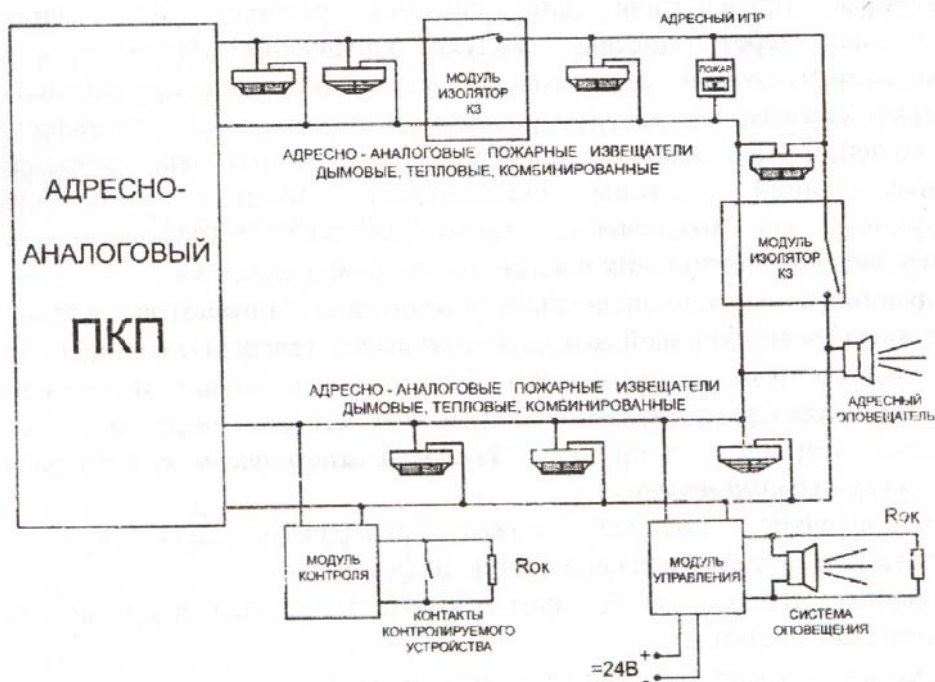


Рис. 5. Упрощенная структура кольцевого шлейфа адресно-аналоговой системы.

Устройства обмениваются данными друг с другом поочередно в порядке возрастания адреса. Каждый цикл опроса приносит новую информацию от каждого устройства о расположении адресных извещателей, их состоянии и шлейфах, к которым они подключены. При изменении состояния на объекте запускаются соответствующие программы и формируются соответствующие сообщения для управления пожарной автоматикой и инженерной системой. Протокол связи системного датчика серии 200/500 позволяет одновременно подключить к шлейфу до 99 адресных автоматических извещателей и до 99 адресных устройств (адресные ручные извещатели, адресные звуковые оповещатели, адресные модули управления, управление сухими контактами и обычное управление шлейфом).

В случае пожара ALPKN может отобразить текстовое сообщение с указанием места пожара и автоматически инициировать эвакуацию, активируя существующие звуковые оповещатели или системы звукового оповещения, подключенные через адресные звуковые оповещатели или адресные модули управления, поддерживающие шлейф. Адресные звуковые оповещатели могут индивидуально управляться во время работы, а использование звуковых оповещателей с поддержкой шлейфов позволяет снизить затраты на проводку системы сигнализации. Модули управления используются для отключения технических установок, таких как системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Большинство аналоговых адресных панелей управления пожарной сигнализацией имеют встроенные буквенно-цифровые дисплеи, на которых отображаются текстовые сообщения в случае тревоги или неисправности. Пользователи могут по своему усмотрению программировать сообщения для определения местоположения конкретных устройств: "Тепловой извещатель в котельной в подвале".

Кроме того, на дисплее может отображаться следующая информация для каждого автоматического извещателя

- Текущее, среднее, наибольшее и наименьшее значения

Текущее среднее, наибольшее и наименьшее значения контролируемого сигнала;

- Текущее тестовое значение сигнала

- Качество связи с автоматическим извещателем;

- степень загрязнения автоматического извещателя и оценка интервала технического обслуживания.

Процедуры работы системы программируются с помощью "таблицы событий и действий, которые должны быть выполнены", хранящейся в памяти ААРСР. Эти таблицы определяют действия, которые должны быть выполнены в случае тревоги в конкретной автоматической или ручной точке

вызова. Например, в случае пожара в большом здании эта таблица помогает обеспечить поэтапную эвакуацию, отдавая предпочтение тем, кто непосредственно подвергается риску, а затем остальным.

2.1 Протоколы связи

Контрольная панель пожарной сигнализации подает питание на все устройства, подключенные к системе, и осуществляет связь по одной и той же паре кабелей. Метод связи по шлейфу зависит от серии используемых адресных извещателей, но передача данных обычно осуществляется путем изменения величины напряжения постоянного тока в соответствии с уровнем 24В. Это изменение может быть повышающим или понижающим в зависимости от используемого протокола связи.

Это изменение также может быть в направлении увеличения или уменьшения напряжения, в зависимости от используемого протокола связи.

Различные производители интеллектуальных извещателей используют разные протоколы связи, поэтому важно учитывать способность извещателя взаимодействовать с выбранной вами контрольной панелью пожарной сигнализации. Для обеспечения работоспособности аналоговой адресной системы следует использовать только совместимые устройства в соответствии с рекомендациями производителя аналоговой адресной контрольной панели.

2.2 Методы адресации

Разные производители аналоговых адресных систем используют различные методы записи адресов устройств:

- Адресация с помощью десятичных ключей.

Десятичная адресация;

- Адресация с помощью 7-значного двухпозиционного ключа

Адресация с помощью 7-значного двухпозиционного ключа в двоичном формате;

- Запись адреса в энергонезависимую память устройства с помощью программатора;
- Установка адреса в соответствии с порядком установки прибора в шлейф и ветви при первом включении ААПКП (вариант plug and play);
- присвоение адреса с помощью двоичной "адресной карты", вставляемой в базу извещателя.

В серии 200/500 системный датчик с помощью двух десятичных клавиш устанавливает адрес всех устройств в диапазоне от 01 до 99 (рис. 6). Детекторы с автоматической адресацией и другие адресные устройства могут иметь один и тот же адрес, не мешая друг другу, что позволяет подключить до 198 устройств в шлейф.

В шлейф можно подключить до 198 устройств. При изготовлении извещателя на каждом из них устанавливается эталонный адрес 00, который не используется системой. Вы можете легко определить неадресные устройства с помощью панели управления.

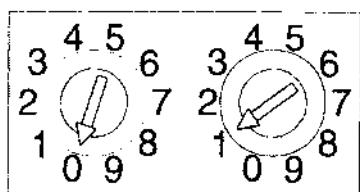


Рис. 6. Декадные переключатели для установки адресов

Преимущества адресов в десятичном формате:

- Установка адресов в десятичной нотации проста и интуитивно понятна. Не требуется специального оборудования.
- Простое разрешение адресов для всех устройств.

2.3 Устойчивость к прерываниям цепи

К выходам и входам ААПКП подключены шлейфы. В нормальных условиях ААПКП управляет только выходной частью системы сигнализации, а входная часть контролирует поток сигнала. Если устройство обнаруживает обрыв цепи, генерируется сигнал неисправности, и шлейф преобразуется в

два радиальных шлейфа. Такой метод работы гарантирует, что система останется полностью работоспособной даже при нарушении шлейфа. После устранения неисправности система автоматически возвращается в режим ожидания.

2.4 Изолятор короткого замыкания

При возникновении короткого замыкания в любом месте шлейфа ближайšie к поврежденному участку изоляторы по обе стороны шлейфа автоматически изолируют поврежденный участок. АСРС обнаруживает разорванный шлейф и начинает подавать питание и сигналы управления на оба конца шлейфа. Остальная часть системы возвращается к работе в течение нескольких секунд, за исключением извещателей, установленных на изолированном участке шлейфа, где произошла неисправность.

В примере, показанном на рисунке 5, шлейф содержит два коротких замыкания. Хотя на рисунке 5 показан пример шлейфа, содержащего два изолятора короткого замыкания, на практике количество изоляторов может быть гораздо больше.

Семейство System Sensor включает как изоляторы короткого замыкания, установленные в виде отдельных модулей, так и изоляторы, встроенные в основание извещателя для упрощения установки системы сигнализации. Все типы модулей серии 200 также включают модуль изолятора.

2.5 Адресные модули интерфейса

Интерфейс подразделяется на адресные модули, модули управления и модули мониторинга. Эти модули используются в полевых условиях для управления и мониторинга различных систем, включая автоматику пожарной охраны.

Адресные модули управления

Адресные модули управления используются для конфигурирования работы сигнализации и управления работой различного

электрооборудования. Модули управления могут быть настроены на работу под надзором или без надзора. Контролируемый режим используется для управления работой устройств с питанием 24 вольта (например, сирен). В этом режиме участок шлейфа от контрольной панели до управляемого устройства постоянно контролируется небольшим током, протекающим через резистор, установленный в конце линии. Ток, используемый для контроля, противоположен по направлению току от источника питания коммутационного привода и не влияет на состояние коммутационного привода благодаря диодной изоляции. Если в контуре возникает обрыв или короткое замыкание, устройство отображает сигнал ошибки.

Модуль управления с силовым реле позволяет управлять включением и выключением различных систем с напряжением питания 220В при потреблении тока до 5А.

В неуправляемом режиме модуль управления использует группу электрически изолированных переключающих контактов реле ("сухие" электрические контакты), подходящих для управления различным электрооборудованием. В качестве альтернативы системные датчики могут интегрировать релейный модуль B524RTE в базу адресных извещателей для простого сопряжения с дверными замками, вентиляторами и т.д.

Адресные модули мониторинга

Адресный модуль мониторинга используется для текущего контроля контактов без питания. В зависимости от настроек таблицы "События и действия" модуль мониторинга может быть запрограммирован на формирование сигнала тревоги или неисправности на контрольную панель. Модуль управления также может контролировать участок шлейфа, подключенный к определенному выключателю (например, выключателю водоснабжения или релейному выходу существующей системы сигнализации), чтобы сообщить на контрольную панель о состоянии разомкнутой цепи.

Обычные модули управления зонами

Модуль управления существующими зонами позволяет использовать интеллектуальную систему в качестве управляющего (входного) модуля для взаимодействия с существующими детекторными зонами или фотоэлектрическими линейными извещателями. Это может быть полезно в так называемых "модернизированных установках", когда устанавливается новая система пожарной сигнализации, но существующие зоны извещателей необходимо сохранить и подключить к новой системе.

2.6 Режим "Внимание "**.

Все ААССР предусматривают формирование сигнала "Внимание", когда в охраняемой зоне происходит относительно небольшое отклонение от нормальных условий. Режим "Внимание" дает возможность визуально определить, возник ли пожар или тревога вызвана конденсатом, пылью от строительных работ и т.д. Это позволяет избежать ненужных неудобств и расходов на эвакуацию здания из-за ложных тревог. Если пожар обнаружен, его можно потушить с помощью первичных средств пожаротушения, не вызывая пожарную бригаду.

2.7 Автоматическая компенсация и контроль необходимости технического обслуживания

Чувствительность дымового извещателя может изменяться из-за пыли или грязи, скапливающейся в оптической камере. Как правило, в результате этого изменяется чувствительность извещателя. Повышение чувствительности увеличивает вероятность ложных тревог. В некоторых случаях, однако, чувствительность извещателя может снижаться, что приводит к увеличению задержки до срабатывания сигнала тревоги в случае пожара. Поэтому в любом случае изменение чувствительности извещателя в процессе эксплуатации нежелательно и снижает эффективность работы системы пожарной сигнализации.

Чтобы избежать этого недостатка, в некоторых адресных и всех аналоговых адресных системах используется функция автоматической компенсации изменения чувствительности. На основании имеющихся результатов мониторинга медленные изменения величины контрольного сигнала извещателя компенсируются путем изменения порога с тем, чтобы чувствительность, определяемая как расстояние между порогом и величиной сигнала, оставалась постоянной независимо от накопления пыли в дымовом извещателе. Когда детектор становится настолько грязным, что система больше не может компенсировать изменения чувствительности, генерируется сигнал технического обслуживания (рис. 7).



рис. 7. Возможные изменения контролируемого сигнала $1L$ для дымового извещателя с автоматической калибровкой и сигнализацией технического обслуживания.

Запрос на техническое обслуживание и индикация неисправности в случае потери чувствительности

В отличие от пороговых извещателей, адресно-аналоговые системы обеспечивают стабильность характеристик обнаружения контролируемого параметра от минимального до максимального уровня. При достижении верхнего предела автоматической калибровки генерируется сигнал о наличии

пыли в дымовой камере, а при достижении нижнего предела - сигнал о загрязнении оптики.

2.8 Функция тестирования дымовых извещателей Все дымовые и тепловые извещатели 8U5*ET 8EPZOG имеют функцию самотестирования, которая проверяет состояние чувствительных элементов и функциональность электроники извещателя. В обычных системах эти проверки выполняются вручную с использованием различного испытательного оборудования. Многие аналоговые адресные системы позволяют пользователю тестировать некоторые или все детекторы в системе, подавая команды на ADCP. Устройство также автоматически тестирует все работающие детекторы.

Адресные СПС

Адресная СПС - совокупность технических средств пожарной сигнализации, предназначенных (в случае возникновения пожара) для автоматического или ручного включения сигнала «ПОЖАР» на адресном ПКП посредством автоматического или ручного адресного ПИ защищаемых помещений .

Адресный ПИ – компонент АСПС, который передает на адресный ПКП код своего адреса вместе с извещением о пожаре [НПБ58-97, СПС адресные. Общие технические требования.методы испытаний. ПВБ, №2, 2002, с.55.]

Основными направлениями в развитии СПС являются разработка и использование технических средств, эффективно выполняющих функцию обнаружения пожара за время, необходимое для своевременного оповещения людей о пожаре, включение систем пожаротушения и дымоудаления. Перспективным направлением в этой области является использование аналоговых и адресно-аналоговых устройств. Сигнал аналогового извещателя функционально зависит от значения контролируемого параметра, т.е. каждому конкретному значению контролируемого параметра соответствует определенный сигнал извещателя. Сигнал передается в аналоговом или цифровом формате. Контрольная панель считывает эту

информацию, отслеживает изменение значений контролируемого параметра и определяет, произошел ли пожар. Такой подход значительно снижает вероятность ложных тревог и повышает вероятность раннего обнаружения пожара, если контрольная панель может правильно обработать сигналы извещателя.

Обмен информацией между ПИ и ПКП может осуществляться двумя способами. В первом случае ИП, генерирующий сигнал тревоги или уведомление о неисправности, передает информацию со своего адреса на контрольную панель. Недостатком является невозможность использования аналоговых извещателей и невозможность ПКП оценить общее количество извещателей в шлейфе и их работоспособность. При втором способе адресации адресная контрольная панель периодически опрашивает все извещатели в шлейфе. Извещатели, к которым в данный момент обращается ПКП, выдают ответ, содержащий информацию о текущем состоянии извещателя и (для аналоговых ИП) информацию о текущем значении контролируемого физического элемента пожара. Этот метод адресации устраняет недостатки предыдущего метода.

Очевидным преимуществом использования адресной системы пожарной сигнализации является то, что можно четко определить местоположение пожара.

Адресуемые СПС

Комплекс средств пожарной сигнализации и автоматики фирмы “Аргус-Спектр”, построенный с использованием комплектов ППКП “Радуга-2А” и “Радуга-4А”, предназначен для обнаружения очагов возгорания, оповещения (в т.ч. речевого) людей о пожаре, управление пожарной автоматикой, системой дымоудаления, установками автоматического пожаротушения и технологическим оборудованием. По принципу взаимодействия составных частей комплекс относится к так называемым адресуемым системам. В обычных адресных системах по каждому адресу

может быть установлено только одно устройство. В отличие от них в адресуемых системах по одному адресу может быть установлено несколько как сигнальных, так и исполнительных устройств. “Такой принцип работы позволяет сформировать гибкую систему управления исполнительными устройствами с достаточно сложными алгоритмами взаимодействия” [5]. В приборе “Радуга-2А” используется две радиальные сигнальные линии (СЛ), которые могут быть объединены в одну кольцевую. В приборе “Радуга-4А” используется только одна кольцевая линия. На любой СЛ, в том числе кольцевой, может быть сформировано до 64 независимых адресуемых зон контроля. Каждая СЛ может иметь до 8 радиальных ответвлений. Для защиты сигнальных линий от коротких замыканий на них могут устанавливаться блоки изоляции коротких замыканий.

Для вывода поступающей информации на табло любого типа комплекс комплектуется специальными платами дешифрации и индикации, которые устанавливаются в эти табло и позволяют наглядно отображать текущую ситуацию на объекте.

Программное обеспечение позволяет с ПК осуществлять контроль за работой комплекса в целом. Одно рабочее место оператора рассчитано на совместную работу до 128 ППКП “Радуга-2А”, “Радуга-4А” со всеми сигнальными и исполнительными устройствами.

ГЛАВА 2 РАСЧЕТ КОМБИНИРОВАННОГО ПОЖАРНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ С РАДИОКАНАЛОМ (КПИСРК)

2.1 Обоснование выбора каналов обнаружения пожара для КПИ

2.2 Структура КПИ с радиоканалом

2.3 Канал дыма

2.4 Канал температуры

2.4 Канал температуры

2.5 Расчет канала обнаружения пламени

2.6 Элементная база блока логической обработки сигналов

2.7. Особенности эксплуатации комбинированного пожарного
извещателя

2.1 Обоснование выбора каналов обнаружения пожара для КПИ

На ранних стадиях пожара основной причиной (около 90 процентов) является дым или пламя. Только через определенное время (в среднем примерно в четыре раза позже, чем дым или пламя) температура в защищаемой зоне достигает порога температурного датчика. Для обеспечения раннего обнаружения пожара в ОВС должны быть предусмотрены все типы датчиков дыма, температуры и пламени. Однако необходимо учитывать и экономические факторы. При выборе наиболее подходящей конфигурации датчика необходимо учитывать тип пожароопасных материалов и оборудования, установленного в помещении.

Еще одним аспектом выбора оптимального типа датчика является минимизация количества ложных срабатываний. Большое количество ложных срабатываний может снизить доверие к СКУД и привести к несвоевременному обнаружению пожара.

Поэтому выбор наиболее подходящего типа датчика требует учета как характеристик места, где может возникнуть пожар, так и причин ложных

тревог. Связь между этими требованиями сложна, и практически невозможно отдать предпочтение одному типу извещателя перед другим. Поэтому в большинстве случаев в каждой контролируемой зоне целесообразно использовать как минимум два типа извещателей: температурный извещатель и дымовой извещатель (или их комбинацию).

Одноканальные извещатели не могут быть использованы для эффективного обнаружения всех типов пожара, поскольку они имеют различную чувствительность для разных типов огня.

Световые извещатели могут обнаружить пламя, но они менее эффективны при наличии большого количества дыма, поэтому они не подходят для дымовых пожаров, которые излучают лишь немного тепла и света.

Газовые детекторы, обнаруживающие CO и CO₂, также имеют ограниченное применение. Не все пожары выделяют достаточно газа, чтобы быть обнаруженными детектором с низкой вероятностью ложной тревоги.

Ионизационные детекторы дыма имеют ряд преимуществ перед оптическими детекторами. Например, они эффективнее обнаруживают мелкие частицы и так называемый "черный" дым, проще в настройке и дешевле. Однако интерес к этим детекторам снижается из-за неудобств и ограничений, налагаемых использованием радиоактивных материалов.

Тепловые извещатели - самые эффективные извещатели для обнаружения пожаров, выделяющих много тепла. Их можно использовать там, где другие типы извещателей не могут быть использованы из-за суровых условий окружающей среды. Однако тепловые извещатели работают только тогда, когда пожар уже начался, и могут обнаружить только значительное повышение температуры или скорости подъема воздушного потока. Поэтому системы пожарной сигнализации, использующие эти типы извещателей, менее эффективны.

Комбинированные извещатели позволяют объединить положительные качества одноканальных типов извещателей и устранить большинство присущих им недостатков. Эксперты считают, что устройство, сочетающее в себе дымовой, оптический и тепловой максимально-дифференциальный извещатель, эквивалентно одному ионизационному извещателю.

Преимущества комбинированных извещателей пожарной сигнализации

- Повышенная надежность работы извещателя при воздействии определенных условий окружающей среды и помех;
- повышенная чувствительность извещателя, что позволяет сократить время обнаружения или увеличить зону контроля:
- Пожар может быть обнаружен по нескольким ключевым факторам, которые расширяют область применения извещателя.

Таблица 2.1 Характеристики чувствительности извещателей к различным типам пожаров

	Перегрев, термическое разложение	Тлеющее, дымообразующее горение	Пламенное горение с выделением дыма	Пламенное горение с высокотемпературными тепловыми потоками	Чистое пламенное горение
Дымовой ионизационный	-	+	+++	+++	-
Дымовой оптический	+++	++	++	++	-
Световой ИК	+++	-	-	+	++
Световой УФ	-	-	-	++	+++
Тепловой	-	-	+	++	++
Газовый СО	-	+++	-	+	-
Комбинированный (дымовой оптический/тепловой)	+++	++	++	+++	++
Комбинированный (тепловой/дымопт/дымоионизационный)	+++	+++	+++	+++	+++
Комбинированный (тепловой/дымопт/световой/газовый)	+++	+++	+++	+++	+++

«+» - умеренно хорошо; «++» - хорошо; «+++» - очень хорошо.

2.2 Структура КПИ с радиоканалом

В качестве прототипа для разрабатываемого комбинированного пожарного извещателя был выбран беспроводный датчик дыма с радиопередающим модулем и локальной аудиовизуальной индикацией режимов работы, описанного в первой главе. В дополнение к дымовому извещателю включены тепловой и оптический каналы. Датчик дыма и радиопередающий модуль (схема согласования напряжений, микроконтроллер с встроенным радиопередатчиком, усилитель и антенна) оставлены без изменений.

Датчиком температуры является интеллектуальный (функциональный) термистор, разработанный на основе полупроводникового элемента, который обладает L-образной вольтамперной характеристикой. Так называемый Z-термистор способен решать задачу выделения заданого значения температуры без использования дополнительных электронных схем.

В разрабатываемом извещателе Z-термистор работает в пороговом режиме с температурой срабатывания 60°C . Выходной сигнал снимается с добавочного сопротивления, которое выполняет функцию ограничителя тока через Z-термистор. Далее сигнал без согласования поступает на блок логики, так как его уровень не меньше половины напряжения питания Z-термистора, что составляет от 0,7 до 12 В в зависимости от типа Z-термистора.

Обнаружение пламени производится по мерцанию излучения в ИК-спектре в диапазоне частот 3-25 Гц с помощью германиевого фотодиода. С помощью абсорбционного оптического фильтра (пластмасса с добавлением красителя) отсекается коротковолновая область излучения пламени. Сигнал с фотодиода поступает на преобразователь “ток-напряжение”, выполненный на операционном усилителе, и далее, через фильтр низких частот и составной усилитель на двух транзисторах подается на функциональный преобразователь. В качестве последнего используется микросхема серии MC 145010/12 фирмы Motorola, аналогичная используемой в датчике дыма.

В отличие от последнего микросхема канала пламени имеет некоторые изменения, касающиеся внешних элементов, но не меняющие принцип ее действия. Она также имеет отдельный логический вывод, сигнал с которого поступает на блок логики.

Использование трех каналов обнаружения пожара делает необходимой логическую обработку сигналов с датчиков. В данном извещателе используется логическая функция $F = ab+bc+ac$ “два из трех”, которая реализуется либо на логическом “кворум”-элементе, либо на элементах “И”, “ИЛИ”. Ей отдано предпочтение, потому что с одной стороны исключены ложные срабатывания, вызванные высокой чувствительностью отдельных датчиков и обработкой сигнала по принципу “ИЛИ”, с другой стороны извещатель с такой функцией более быстро определяет возникновение пожара, чем при использовании функции $F = abc$.

После логической обработки сигнал поступает на схему согласования напряжений, обеспечивающую напряжение питания радиопередающего модуля +2,5В и передачу в микроконтроллер сигнала о срабатывании датчиков.

Микроконтроллер MC68-NC908-RF2 фирмы Motorola осуществляет обработку сигналов о наличии задымления в камере, пламени и повышении температуры, сигналов о снижении напряжения питания и изменения чувствительности дымовой камеры, а также обслуживание протокола передачи данных по радиоканалу на приемно-контрольный модуль. Функции, осуществляемые программно, подробно описаны в п.1.6.

2.3 Канал дыма

В разрабатываемом комбинированном пожарном извещателе применяется фотоэлектронный датчик дыма, работающий по принципу регистрации рассеянного частицами дыма инфракрасного излучения.., то есть на “засветку”. Датчик представляет собой дымовую камеру с излучателем, ИК- светодионом, и приемником, ИК- фотодиодом. Прямому попаданию

сигнала от излучателя на приемник препятствует специальная перегородка, которая конструктивно может быть выполнена в виде классического “шеврона” или иметь любой другой вид, выполняющий требуемую функцию (например, концентрические отражательные перегородки, см. п.1.3, пожарный извещатель серии М-600).

Основным элементом дымового канала является интегральная микросхема МС 14510/12 фирмы Motorola (рис.3.1), которая обеспечивает выработку сигнала о срабатывании датчика, контроль за уровнем напряжения источника питания, уровнем загрязненности камеры, а также включение визуальной и звуковой (через блок логики) индикации состояния канала.

Схема включает внутренний генератор (рис.3.2), работающий с периодом 1,67с в отсутствии дыма. Каждые 1,67с подается строб-импульс (+5В) через внутренний полевой транзистор на вывод 4, на входах компараторов появляются опорные напряжения и осуществляется проверка на присутствие дыма. Каждые 24 часа производится проверка напряжения батареи сравнением величины V_{DD} с напряжением внутреннего стабилитрона (диаграмма на выводе 11).

При обнаружении дыма, период генератора становится равным 40 мс (диаграмма на выводе 12), и включается генератор пьезоэлектрического звукоизлучателя (выводы 8 и 9). Этот сигнал модулируется следующим образом: 160 мс на длительность сигнала и 80 мс на паузу. В течение паузы запрещается генерирование сигнала сиреной и снова производится проверка на дым. При обнаружении дыма светодиод пульсирует с частотой 1 Гц, а в его отсутствие сигнал запрещен (кроме проверки уровня напряжения батареи).

В рассматриваемой ИС вывод 7 вместе с выводом V_{ss} являются логическим выходом схемы, сигнал с которого подается на блок логики.

И порог чувствительности, и порог низкого напряжения батареи устанавливаются общим делителем напряжения, включенным между V_{DD} и

V_{SS} . Эти напряжения могут быть изменены с помощью внешних резисторов, включенных между выводами 11 или 15, и выводом любого из источников V_{DD} или V_{SS} .

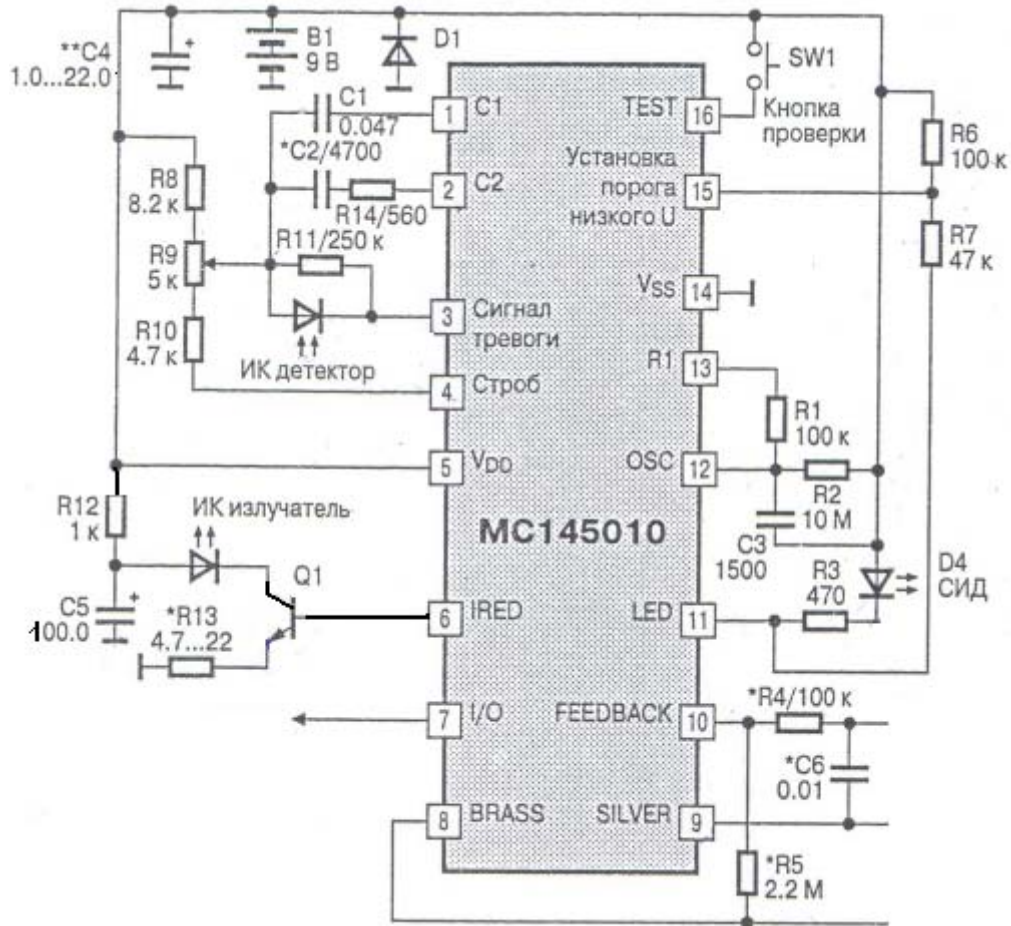


Рис. 2.1 Принципиальная схема ИМС MC14510/12

Каждые 40 секунд во время импульса светодиода проверяется 9-вольтовый уровень напряжения батареи (напряжение на выводе 5, рис. 2.2). Батарея нагружается импульсом тока в 10 мА на 10 мс, и если не используется светодиод, он должен быть заменен эквивалентным резистором, обеспечивающим ток батареи 10 мА.

В этом случае, как и в течение 10 мс стробирующего импульса, ток микросхемы повышается приблизительно до 50 мкА.

Когда обнаружен дым, порог чувствительности увеличивается на 10% за счет изменения коэффициента деления. Это приводит к наличию гистерезиса приблизительно в 100 мВ, что предупреждает ложные срабатывания.

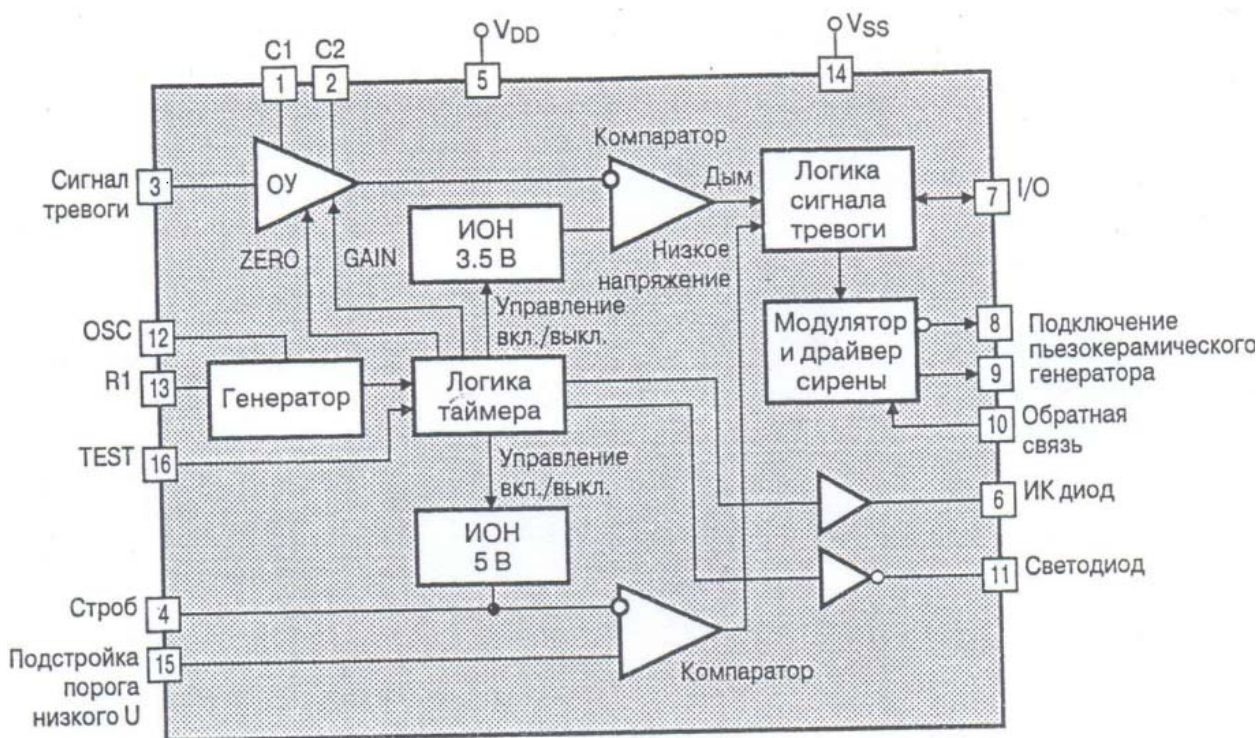


Рис. 2.2 Функциональная схема ИМС MC14510/12

Микросхема управляет внешним транзистором VT1 на рис. 2.1, в коллектор которого включен инфракрасный излучатель, а в качестве датчика используется инфракрасный фотодиод. Использование инфракрасного излучения вместо видимого позволяет не учитывать засветки фотодиода от посторонних источников света. Диаграмма работы ИС приведена на рис. 2.3.

2.4 Канал температуры

В последние годы при исследовании полупроводниковых информационно-чувствительных структур с внутренним функциональным преобразованием был выделен класс структур с L-образной вольт-токовой

характеристикой, проявляющей управляемый пиковый эффект (Z-эффект). Некоторые варианты этих структур обладают очень высокой температурной чувствительностью и способностью функционально преобразовывать входной аналоговый (температурный) удар в частоту следования импульсов с амплитудой, равной 80% от напряжения питания, или ступенчатый ток (напряжение нагрузки) такой же амплитуды, контролируя при этом температуру. Разработка датчиков температуры (Z-термисторов) с такими характеристиками может решить многие проблемы, связанные с контролем и управлением температурой в диапазоне $-40...+120^{\circ}\text{C}$, а также многие ранее нерешенные проблемы, связанные с функциональными недостатками существующих средств. По сравнению с известными полупроводниковыми термисторами Z-термисторы обладают рядом преимуществ, позволяющих создавать более точные и экономичные системы контроля и регулирования температуры с гораздо более простыми схемами и конструкциями. Не требуется мостовая схема на входе, не нужен усилитель на выходе термистора для повышения чувствительности и улучшения помехоустойчивости, не нужен генератор импульсов или АЦП для преобразования выходного сигнала в форму, пригодную для систем измерения и управления, и они могут быть подключены следующим образом.

Как в пороговом, так и в непрерывном режиме точность термисторов на основе структур прерывистой проводимости практически полностью определяется стабильностью напряжения питания и находится в диапазоне $0,1-0,01^{\circ}\text{C}$.

Экспериментально подтверждено, что структуры со скачкообразной проводимостью могут работать в трех режимах: амплитудный выходной сигнал, частотно-импульсный выходной сигнал и пороговый режим со скачкообразным выходным сигналом, что открывает возможность создания на их основе новых многофункциональных полупроводниковых датчиков температуры.

Z-термистор представляет собой P-N полупроводниковую структуру, включенную в прямом направлении (+ к P-области структуры) в цепи источника напряжения постоянного тока. Структура обладает способностью переходить из одного устойчивого состояния (малый ток) в другое (ток в 50-100 раз больше) при нагреве до определенной температуры. Необходимую температуру включения можно регулировать только изменением напряжения питания. Время, необходимое для перехода из одного устойчивого состояния в другое, составляет 1-2 мкс. Схема включения Z-термистора состоит из резистора нагрузки R, соединенного последовательно с источником питания U, который также действует как ограничитель тока Z термистора, когда он переходит в состояние высокого тока. Выходной сигнал (пик напряжения) может быть получен от нагрузочного резистора R или от самого Z-термистора, но с противоположным знаком. Z-термистор может быть настроен на любое значение температуры в диапазоне от -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$ путем изменения напряжения питания. Можно изготовить различные типы Z-термисторов, которые работают при одной и той же температуре при разных напряжениях питания. Для различения типов вводится понятие эталонной температуры. В качестве эталонной температуры рассматривается комнатная температура 20°C . Для Z-термисторов используется ряд типовых значений напряжения, распространенный в электронной технике: 1,5 В, 3В, 4,5В, 12В, 18В, 24В.

Технические средства позволяют задавать определенные параметры и эксплуатационные характеристики Z-датчика. При создании специальной структуры основными факторами, влияющими на ее свойства, являются способ введения примесей в объем полупроводника, параметры технологического режима, конструктивно-феноменологические параметры структуры, причем, помимо формирования четких характеристик структуры, эти факторы взаимозависимы.

Таблица 2.2 Технические характеристики Z-термисторов при температуре +20 °С и сопротивлении резистора R=0,25-5кОм

Тип Z-термистора	Единица измерения	TZ-1	TZ-3	TZ-4	TZ-12	TZ-18	TZ-24
Пороговое напряжение	U _{th} (В)	≤1,5	3 ± 0,5	4,5± 1	12 ± 2	18 ± 3	24 ± 3
Пороговый ток	I _{th} (мВ)	≤0,05	≤0,1	≤0,15	≤0,2	≤0,25	≤0,35
Вторичное напряжение	U _f (В)	≤0,7	≤1,5	≤2	≤5	≤8	≤10
Вторичный ток	I _f (мА)	≥1,5	≥1,7	≥2	≥2,5	≥3	≥3,5
Выходной сигнал	U _R (В)	≥0,5U _{th}	«	«	«	«	«
Рассеиваемая мощность	P (мВт)	≤100	«	«	«	«	«
Длительность перехода	τ (мкс)	≤5	«	«	«	«	«
Разрешающая способность	T (°С)	≤0,1	«	«	≤0,1	«	«
Чувствительность участка 1	S ₁ (мВ/°С)	≥10	«	«	≥30	«	«
Чувствительность участка 2	S ₂ (мВ/°С)	≥20	«	«	≥60	«	«
Чувствительность участка 3	S ₃ (мВ/°С)	≥200	«	«	≥400	«	«
Быстродействие	T(с)	≤1	«	«	≤1	«	«

Предпочтительнее вводить примеси методом диффузии, когда легко контролировать параметры технологического режима, отвечающие за свойства получаемой структуры, а именно температуру и длительность

процесса диффузии, тип и концентрацию диффузионного агента. Это позволяет создавать структуры с вольт-токовыми характеристиками с общей тенденцией к кажущейся L-образной форме и существенно различающимися значениями характерных точек (U_{th} и I_{th} , U_f и I_f), которые в конечном итоге определяют функциональные характеристики и эксплуатационные свойства структуры.

Основные рабочие параметры Z-термистора следующие:

- пороговое напряжение - $U_{th}(V)$
- Пороговый ток - $I_{th} (mA)$
- Кодовый ток - $I_{f1} (mA)$
- Кодовое напряжение - $U_f (V)$
- Кодовый ток - $I_f (mA)$
- Мощность, рассеиваемая датчиком во включенном состоянии - $P (mW)$
- Время перехода структуры из порогового состояния в текущее кодированное состояние - $U_{th} - U_f, t (m\mu s)$
- Время взаимодействия - $T (c)$
- Амплитуда выходного сигнала в режиме формирования частотно-импульсного выходного сигнала - $\Delta U (V)$
- частота выходного сигнала - $f (Гц)$

Работа Z-термистора в пороговом режиме заключается в следующем.

При увеличении приложенного напряжения ток при прямом включении линейно возрастает до определенного значения, затем при достижении порогового напряжения U_{th} в структуре происходит резкое падение напряжения при почти постоянном токе, после чего следует резкое увеличение тока при постоянном напряжении в структуре (вертикальный участок).

Как известно из теории полупроводников, многие структуры имеют омический участок СВХ до определенного напряжения, после чего характеристики ведут себя в соответствии с присущими структуре

свойствами (например, следуют квадратичному или экспоненциальному закону или имеют более сложные свойства). Для данной структуры это характерное напряжение составляет порядка десятков вольт (в зависимости от параметров конструкции), после чего внутренние свойства структуры изменяются. Сопротивление структуры резко уменьшается и становится неоднородным, а ток в структуре перераспределяется таким образом, что он протекает не по всей площади структуры, а на небольших участках, обычно в самых неоднородных областях структуры, образуются так называемые токовые хорды. В этом случае плотность тока внутри хорды возрастает, а вне хорды резко падает. Изменение внутренних свойств структуры объясняется тем, что при достижении напряжения U_{th} энергия электрического поля (при данной температуре окружающей среды) становится достаточной для активации глубоких примесей и происходит резкий всплеск электронов с глубоких энергетических уровней в область проводимости.

Энергия электрического поля, создаваемого напряжением, приложенным к структуре, в общем случае может быть описана следующим уравнением:

$$\xi = \int w \, dV ,$$

где W – плотность энергии электрического поля,
 V – объем структуры.

Можно заметить, что на омическом участке до напряжения U_{th} , где плотность тока равномерна по объему, эта энергия равна:

$$\xi_E = \frac{\varepsilon E^2 V_n}{8\pi} ,$$

где V_n - объем N- области структуры, равный $V_n = d_2 S$ (d_2 - толщина N-области, S - площадь структуры); ε - диэлектрическая проницаемость материала.

Если этой энергии недостаточно, она может быть восполнена за счет тепловой энергии путем изменения температуры. Структуры в состоянии, близком к U_{th} , очень чувствительны к небольшим изменениям напряжения или температуры. Очевидно, что эта энергия и пороговое напряжение напрямую зависят от типа исходного материала, типа и концентрации добавленных примесей, размера структуры и толщины N-области. Все эти параметры можно регулировать в процессе работы.

До того момента, когда термистор переходит в состояние с токовой хордой, ток протекает через всю область структуры. Зная значение порогового напряжения, мы можем рассчитать значение порогового тока по закону Ома. Для этого необходимо найти соотношение, определяющее значение внутреннего сопротивления Z-термистора до перехода в состояние с хордой тока.

Внутреннее сопротивление прибора зависит от его структуры и имеет следующий вид:

$$R_i = \frac{d}{\sigma \cdot S}$$

В момент достижения напряжением порогового значения число носителей еще равно n_1 , поэтому:

$$R_{i2} = \frac{d_2}{e \mu n_1 S}$$

Как только полная энергия E достигает значения, достаточного для мобилизации электронов, происходит переход носителей из наименьшей точки стабилизации в область проводимости, общее число носителей в области проводимости резко возрастает до значения концентрации $n=n_1+n_2$ и образуется токовый шнур. Сопротивление шнура резко падает до R_{i2} за время 10^{-13} с:

$$R_{i2} = \frac{d_2}{e \mu (n_1 + n_2) S_f} ,$$

Здесь S_f - начальная площадь поперечного сечения хорды, которая зависит от конструктивных параметров структуры и степени однородности материала.

Падение напряжения на структуре также быстро уменьшается. Однако ток не может быстро измениться: В точке 2 на рис. 2.3 уже произошел выброс электронов в область проводимости, но ток в этой точке не находится в устойчивом состоянии: в первый момент формирования шнура ток равен току срыва I_{th} .

Ток шнура не является постоянной величиной: со временем, увеличиваясь при постоянном напряжении, диаметр шнура увеличивается (расширяется), число носителей, участвующих в процессе, также увеличивается, соответственно увеличивается и ток. Как показано на эквивалентной схеме, во время формирования токового шнура внутреннее сопротивление структуры также изменяется, и шнур действует как шунтирующий элемент. Внутреннее сопротивление структуры составляет:

$$R_i = \frac{R_{i1} R_{i2}}{R_{i1} + R_{i2}}.$$

Соответственно ток шнура $I_f = U_f / (R_i + R_n)$

Ток увеличивается от точки 2 до точки 3 за 25 мкс. В точке 3 значение тока становится установившимся током, который зависит от внутреннего сопротивления устройства и значений сопротивления нагрузки, а также от конструктивных параметров общей структуры, поскольку ток также ограничен рекомбинацией в Р-области.

В состоянии токового кода мощность, рассеиваемая термистором Z , равна произведению тока, протекающего через устройство, и напряжения, приложенного к устройству. Поскольку U_f является константой для данного устройства, учитывая предыдущие уравнение, мощность, рассеиваемая устройством во включенном состоянии, равна:

$$P_{расc} = I_f U_f = U^2 / (R_i + R)_H .$$

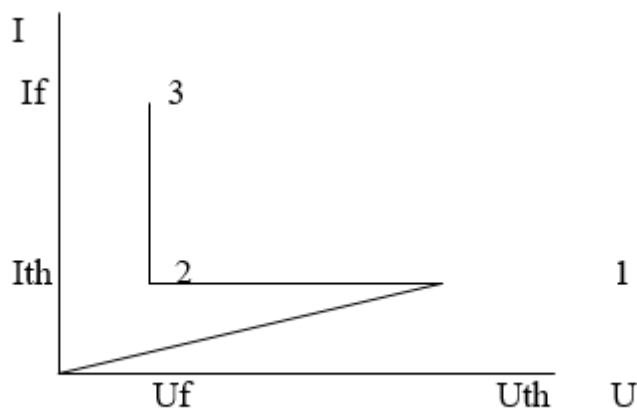


Рис.2.3 Вольтамперная характеристика Z-термистора

Теоретически полученное время перехода электронов из запрещенной зоны в зону проводимости составляет 10^{-13} с. Так как структура имеет конечные размеры и ее эквивалентная схема представляет собой параллельное соединение емкости и сопротивления, то время переходного процесса можно оценить через постоянную времени RC – цепочки:

$$R_i C_i = \varepsilon S / 4\pi d ,$$

где $d = d_1 + d_2$, d_1 - толщина P- области.

Реальное время нарастания тока через структуру – 2...5 мкс.

Медленная скорость теплового процесса, т.е. медленный нагрев покрытия датчика, увеличивает время отклика по сравнению с длительностью переходного процесса, происходящего в самой конструкции. Z-термисторы производятся в корпусах двух типов

- Облегченный корпус (покрытый кремнийорганической смолой): 1-2 мс время отклика ..;

- Прочные корпуса (пластик с покрытием из твердых вставок): Время отклика - в 5-10 раз выше, чем время отклика датчика в легком корпусе.

По данным таблицы 2.2 был выбран Z-термистор типа TZ-4 , имеющий следующие характеристики:

- пороговое напряжение $U_{th} = 4,5 \pm 1$ В,

- пороговый ток $I_{th} = \leq 0,15 \text{ мА}$,
- вторичное напряжение $U_f = \leq 2 \text{ В}$,
- вторичный ток $I_f = \geq 2 \text{ мА}$.

Для Z-термистора принимается пороговый ток, равный $I_{th} = 0,1 \text{ мА}$, вторичное напряжение $U_f = 1 \text{ В}$.

Для обеспечения питания Z-термистора от $U_{пит} = +5\text{В}$ достаточно простого параметрического стабилизатора на одном стабилитроне. На рис 2.5 представлена принципиальная схема такого стабилизатора.

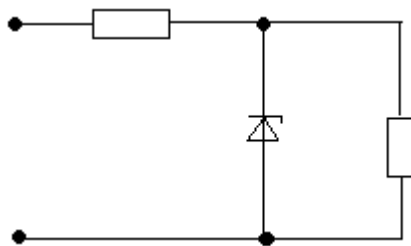


Рис 2.5 Схема параметрического стабилизатора напряжения

Для расчета стабилизатора был выбран кремниевый стабилитрон 2С151Т-1 со следующими параметрами:

- номинальное напряжение стабилизации $U_{ст} = 5,1 \text{ В}$,
- разброс $U_{ст}$ при $I_{ст} = 3 \text{ мА}$ от 4,8 до 5,4 В,
- средний температурный коэффициент напряжения стабилизации при $\Delta T = 213-398^\circ\text{К}$ $k = 0,03 \text{ \% / } ^\circ\text{К}$,
- максимальный ток стабилизации $I_{ст} = 3,55 \text{ мА}$,
- максимальная рассеиваемая мощность $P_{расс} = 50 \text{ мВт}$,
- постоянный обратный ток при $U_{обр} = 0,7 U_{ст}$ $I_{обр} = 300 \text{ мкА}$,
- масса стабилитрона $m = 0,01 \text{ г}$.

Расчет балластного сопротивления для данной схемы производится по формуле:

$$R_0 = \frac{U_n - U_n}{I_{н\ мин} + I_{ст\ макс}} = \frac{9 - 5,1}{((0,1 + 0,15 + 0,04) + 3,55) \cdot 10^{-3}} = 1016 \quad [\text{Ом}],$$

где $I_{н\ мин} = I_{н\ z} + I_{н\ лэ1} + I_{н\ лэ2} = 0,1 + 0,15 + 0,04 = 0,29$ мА,

$I_{н\ z}$ – ток нагрузки Z-термистора минимальный,

$I_{н\ лэ1}$ – ток нагрузки логического элемента 4(2И),

$I_{н\ лэ2}$ – ток нагрузки логического элемента 4(2ИЛИ)

Возможный предел снижения напряжения источника питания ΔU определяется из формулы:

$$\Delta U = \left(1 - \frac{U_{ст} + R_0(I_{ст\ мин} + I_n)}{U_n} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{5,1 + 1,016 \cdot 10^3 (1 + 2,19) \cdot 10^{-3}}{9} \right) \cdot 100\% = 8\%$$

Таким образом, минимальное допустимое напряжение источника питания составляет $U_{п} = 8,28$ В.

При расчете нагрузочного сопротивления R_n для Z-термистора напряжение питания принимается немного большим, чем пороговое напряжение самого элемента. Поэтому было выбрано напряжение питания, равное напряжению стабилизации $U_{пит} = U_{ст} = 5,1$ В.

Величину R_n находим по упрощенной формуле:

$$R_n = \frac{U_{н\ мин} - U_f}{I_f} = \frac{5,1 - 1}{2 \cdot 10^{-3}} = 2050 \text{ Ом.}$$

Тогда находим уровни сигнала напряжения, снимаемых с нагрузочного резистора при установлении вторичного тока термистора I_f (логическая единица) и при протекании порогового тока I_{th} (логический ноль):

$$U_{rf} = I_f \cdot R_n = 0,002 \cdot 2050 = 4,1 \text{ [В]},$$

$$U_{rth} = I_{th} \cdot R_n = 0,0001 \cdot 2050 = 0,205 \text{ [В]}.$$

Практически все логические элементы имеют уровень входных сигналов, соответствующих “единице” и “нулю”, $\geq 2,5$ В и $\leq 0,5$ В

соответственно. Значит, уровни выходных сигналов Z-термистора и входных логических элементов согласованы.

2.5 Расчет канала обнаружения пламени

Датчики пламени предназначены для обнаружения возгорания по излучению в одном из спектральных диапазонов: инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом. Выбор необходимого диапазона определяется предполагаемой характеристикой обнаруживаемого открытого пламени.

Чем выше температура пламени, тем больше смещается спектр в УФ-часть. Поэтому для раннего обнаружения пожара в датчиках пламени целесообразно применять инфракрасные приемники излучения. Для исключения воздействия фонового освещения, мерцания люминесцентных ламп (100 Гц) и других источников засветки используют полосовой фильтр с полосой пропускания 3-25 Гц (по другим данным 5-25 Гц), что соответствует частоте мерцания пламени.

В качестве чувствительного элемента чаще всего используются фоторезистор, фотодиод либо фототранзистор, имеющие полосы пропускания в ближней, средней и дальней ИК-областях.

Для разрабатываемого комбинированного пожарного извещателя был выбран германиевый фотодиод ФД-3А с полосой пропускания $\Delta\lambda=0,9-1,9$ мкм и максимумом спектральной чувствительности, соответствующей длине волны $\lambda_{\text{макс}} = 1,6$ мкм. Данной длине волны по закону Вина соответствует температура абсолютно черного тела:

$$T = c / \lambda_{\text{макс}} = 2,8978 \cdot 10^{-3} / 1,6 \cdot 10^{-6} = 1298 \text{ }^\circ\text{K} = 1025 \text{ }^\circ\text{C},$$

где $c = 2,8978 \cdot 10^{-3}$ - постоянный коэффициент.

Основные характеристики ФД-3А:

- Диапазон длин волн $\Delta\lambda=0,9-1,9$ мкм,
- $\lambda_{\text{макс}} = 1,6$ мкм,

- Чувствительность $S_i = 10 \text{ мкА/лм}$,
- Темновой ток $I_T = 10 \text{ мкА}$,
- Пороговое значение воспринимаемого светового потока $F_{п} = 1,8 \cdot 10^{-10} \text{ лм}$
- Площадь чувствительного элемента $S = 3 \text{ мм}^2$
- Рабочее питания $U = 10 \text{ В}$.

Для ограничения спектральной области излучения, воспринимаемого фотодиодом, применяют оптические фильтры, которые в отличие от обычных оптических материалов должны иметь высокую контрастность ($\tau_{\text{макс}} / \tau_{\text{мин}} \geq 20$), большую граничную крутизну ($\Delta\lambda \leq 0,3 \text{ мкм}$), высокий коэффициент пропускания ($\tau_{\text{макс}} \geq 0,8$) и стабильность спектральной характеристики в заданных условиях. В данном случае был выбран длинноволновый абсорбционный фильтр с $\lambda \geq \lambda_{\text{ср}} = 0,9 \text{ мкм}$, представляющий собой пластмассовую пластину с добавлением красителя [3].

Излучение от пламени через оптический фильтр падает на чувствительный элемент (фотодиод). Далее токовый сигнал усиливается преобразователем “ток-напряжение”, после которого стоит полосовой фильтр на ОУ.

В качестве функционального преобразователя применена ИМС той же серии, что и для дымового канала, - МС 14510/12. Отличием является то, что в данной ИМС не использован вывод 6, управляющий в канале дыма выходным транзистором, в коллектор которого включен ИК-светодиод. Сигнал с полосового фильтра поступает на транзисторный ключ, выполненный на составном биполярном транзисторе. Ключ закрывается при наличии пламени в поле зрения приемника и строб-импульса +5 В на выводе 4. Эмитер выходного транзистора ключа подключен к входу 3 ИМС. Это сделано с учетом того, что указанная ИМС, функционально

представляющая собой компаратор, выдает сигнал о срабатывании при снижении коллекторного тока.

Расчет полосового фильтра и входного сигнала транзисторного ключа.

Полоса пропускания полосового фильтра выбирается в соответствии с частотой мерцания пламени: $B = f_2 - f_1 = 25 - 3 = 22$ Гц.

Резонансная частота определяется по формуле:

$$f_p = f_1 + B/2 = 3 + 22 / 2 = 14 \text{ Гц.}$$

Добротность фильтра будет:

$$Q = f_p / B = 14 / 22 = 0,64.$$

Резонансный коэффициент усиления по напряжению определяется из условия:

$$K_p < 2Q^2 = 0,82.$$

Так как $K_p = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}}$, то при выходном сигнале +2 В уровень входного сигнала будет:

$$U_{\text{вх}} > U_{\text{вых}} / K_p = 2 / 0,82 = 2,44 \text{ В.}$$

Выбираем $U_{\text{вх}} = 3 \text{ В}$, тогда получаем значение резонансного коэффициента усиления по напряжению:

$$K_p = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}} = 2 / 3 = 0,67.$$

Находим остальные параметры полосового фильтра:

$$C_1 = C_2 = C = K_p / f_p = 0,67 / 14 = 0,047 \text{ [мкФ]},$$

$$R_2 = 2 / (BC) = 2 / (22 \cdot 0,047 \cdot 10^{-4}) = 1,93 \cdot 10^6 \text{ [Ом]},$$

$$R_1 = R_2 / 2K_p = 1,93 \cdot 10^6 / (2 \cdot 0,67) = 1,44 \cdot 10^6 \text{ Ом},$$

$$R_3 = R_2 / (4Q^2 - 2K_p) = 1,93 \cdot 10^6 / (4 \cdot 0,64^2 - 2 \cdot 0,67) = 6,47 \cdot 10^6 \text{ [Ом]}.$$

По каталогу [30] выбираем металлодиэлектрические резисторы типа С2-23 с мощностью рассеяния 0,062 Вт из типового ряда Е 24, а также конденсаторы керамические с постоянной емкостью 0,047 мкФ типа КМ5Б-Н30.

Расчет параметров преобразователя “ток-напряжение” выполняем, принимая уровень выходного сигнала равным $U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} \text{ пф} = 3 \text{ В}$.

Преобразователь “ток-напряжение” предназначен для усиления малых значений тока, поэтому подходит для усиления выходного сигнала с фотодиода.

Для реализации преобразователя выбираем маломощный ОУ серии 140У14 со следующими параметрами:

- напряжение питания	+5В
- ток потребления	600 мкА
- напряжение смещения нуля	2,0 мВ
- входной ток	2 нА
- коэффициент усиления напряжения	50000
выходной ток	1,8 мА

Расчет выполняем по формуле: $U_{\text{вых}} = -I_{\text{ф}} R + U_0$,

где $I_{\text{ф}}$ – ток фотодиода,

U_0 – напряжение смещения,

R – сопротивление ОС.

Напряжение смещения U_0 выбираем равным +1В, тогда для потенциометра R_0 получаем: $E_0 = 2U_0 = 2 \text{ В}$. Задаваясь током $I_0 = 10 \text{ мкА}$ находим:

$$R_0 = E_0 / I_0 = 2 / 10^{-5} = 200 \text{ кОм.}$$

Определим величину сопротивления R , исходя из того, что темновой ток фотодиода $I_{\text{т}} = 10 \text{ мкА}$ и $U_{\text{вых}} = 1,1 \text{ В}$:

$$R = (U_{\text{вых}} - U_0) / I_{\text{ф}} = (1,1 - 1) / 10^{-5} = 10 \text{ кОм.}$$

Тогда находим ток фотодиода для срабатывания датчика:

$$I_{\text{ф}} = (U_{\text{вых}} - U_0) / R = (3 - 1) / 10^4 = 200 \text{ мкА.}$$

Учитывая интегральную чувствительность выбранного элемента, определим величину светового потока срабатывания для данного тока фотодиода:

$$F_{\text{ср}} = I_{\text{ф}} / S_{\text{и}} = 0,0002 / 0,00001 = 20 \text{ [лм]} .$$

2.6 Элементная база блока логической обработки сигналов

Основным требованием к элементной базе как блока логической обработки сигналов с датчиков, так и других узлов извещателя, является минимальное значение мощности потребления, что обусловлено применением в качестве источника питания батареи емкостью не менее 400 мАч. Поэтому, в частности, для блока логики были выбраны логические интегральные микросхемы серий КМОП [9].

Логическая ИМС 4(2И) - включает в себя четыре логических элемента И с двумя логическими входами. Ее характеристики:

- серия КР1561ЛИ2
- корпус 201.14-1
- напряжение питания 5В
- ток потребления при низком уровне на выходе 0,15 мА
- ток потребления при высоком уровне на выходе 0,04 мА
- выходной ток низкого уровня 0,42 мА
- выходной ток высокого уровня 0,42 мА

Логическая ИМС 4(2ИЛИ) - включает в себя четыре логических элемента ИЛИ с двумя логическими входами. Ее характеристики:

- серия 1564ЛЛ1
- корпус 401.14-5
- напряжение питания 5В
- ток потребления при низком уровне на выходе 0 мА
- ток потребления при высоком уровне на выходе 0,04 мА
- выходной ток низкого уровня 0,02 мА
- выходной ток высокого уровня 0,02 мА

2.7. Особенности эксплуатации комбинированного пожарного извещателя

Как указывалось выше, в качестве основных технических требований к системе контроля пожарной ситуации задаются неравенства $\epsilon_k \leq \epsilon_d$, $\beta_k \leq \beta_d$. При этом допустимое значение ϵ_d задается равным нулю. Задать требуемые значения $\epsilon_d=0$ и $\beta_d=0$ можно, но реализовать практически невозможно

Можно изменить допустимые значения контролируемого сигнала о пожаре и тем самым сократить одну из ошибок за счет увеличения другой. Для этого достаточно расширить поле допуска на контролируемый сигнал или сузить его.

При расширении поля допуска на величину максимальной абсолютной погрешности датчика ошибка ϵ становится равной нулю. При этом возрастает ошибка β

Крайний случай - отсутствие контроля. Ложного сигнала о пожаре в этом случае не может быть по определению.

К ошибкам могут приводить и неисправности датчиков. Поиск и устранение неисправностей датчиков также входит в круг обязанностей эксплуатационной службы.

ГЛАВА 3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

3.1 Расчет капитальных вложений

3.2 Расчет годовых эксплуатационных затрат

3.1 Расчет капитальных вложений

Расчет капитальных вложений выполняется по укрупненному методу подсчета материальных затрат на проектируемое изделие и удельных весов этих затрат в себестоимости существующих изделий, выбранных в качестве аналогов. Этот метод применяется для расчета себестоимости изделий с большим удельным весом материальных затрат (>50%) при наличии аналогов или базового изделия.

Полная себестоимость проектируемого изделия вычисляется на основе подсчета стоимости комплектующих изделия с учетом прибыли предприятия-производителя и налога на добавочную стоимость (НДС).

Цены на комплектующие изделия сведены в таблицу 3.1, в конце которой приведена суммарная стоимость.

Таблица 3.1 Стоимость комплектующих изделий

№	Элемент Извещателя	Тип (серия) Элемента	Кол- во, шт.	Цена за одну шт., руб.	Общая стоимость, руб.
1	Антенна	-	1	30	30
2	Батарея	(Крона)	1	100	100
3	Диод общего применения	КД 522	2	4	8
4	СИД (зеленый)	КИПД 06Г	1	15	15
5	СИД (красный)	КИПД 06Б	1	15	15
6	ИК-фотодиод	ФД-25К	1	75	75

7	ИК-фотодиод	ФД-3А	1	53	53
8	ИК-СИД	АЛ 157А	1	22	22
9	Стабилитрон	2С151Т-1	1	2,1	2,1
10	ИМС	МС 14510/12	2	38	76
11	ИМС (логическая)	КР1561 ЛИ2	1	7	7
12	ИМС (логическая)	КР1554 ЛЛ1	1	7	7
13	Кнопка тестирования	Возврат.	1	3	3
14	Микроконтроллер с радиопередатчиком	МС68 Н908RF2	1	65	65
15	Операционные усилители	КР140УД 1Б	1	12	12
16	Операционные усилители	140УД14	1	12	12
17	Оптический фильтр	абсорбционный	1	5	5
18	ПьезокерамическийЗвукоизлучатель	SMAT-13- LCP-10	1	13	13
19	Резисторы Переменные	Е 24 0,062 мВт	3	13	39
20	Резисторы постоянные (различные номиналы)	Е 24 0,062 мВт	33	0,5	16,5
21	Схема согласования Напряжений	-	1	10	10
22	Транзисторы	КТ3115А2	3	2,1	46,3
23	Усилитель	-	1	27	27

	радиосигналов				
24	Z-термистор	TZ-4	1	45	45
25	ИТОГО (для разрабатываемого проекта)				643,9
26	ИТОГО (для базового изделия)				422,1

Полная себестоимость проектируемого изделия определяется по формуле:

$$C_{пп} = (M_{п} / U_{м}) * 100 = (643,9/60) * 100 = 1073,17 \text{ руб.},$$

где $M_{п} = 643,9$ руб. – материальные затраты на комплектующие изделия проектируемого,

$U_{м} = 60\%$ - удельный вес материальных затрат на комплектующие изделия для базового проекта.

Для базового проекта полная себестоимость будет:

$$C_{пб} = (M_{б} / U_{м}) * 100 = (422,1 / 60) * 100 = 703,5 \text{ руб.}$$

Оптовая цена на изделие вычисляется по формуле:

$$1) \text{ Ц}_{п} = C_{пп} + P + \text{НДС} = 1073,17 + 0,15 * 1073,17 + 0,18 * (1073,17 + 0,15 * 1073,17) = 1456,29 \text{ руб.},$$

$$2) \text{ Ц}_{б} = C_{пб} + P + \text{НДС} = 703,5 + 0,15 * 703,5 + 0,18 * (703,5 + 0,15 * 703,5) = 954,65 \text{ руб.},$$

где $P = 15\%$ $C_{п} = 0,15 C_{п}$ – прибыль предприятия-производителя,

$\text{НДС} = 18\%$ $\text{Ц} = 0,18 \text{ Ц}$ – налог на добавленную стоимость.

Под капитальными вложениями на мероприятия по новой технике понимаются все затраты на изготовление, приобретение и внедрение этой техники. Общий объем капитальных вложений на внедрение новой техники вычисляются по формуле:

$$K_{п} = \text{Ц}_{п} + R_{п} = 1456,29 + 0,05 * 1456,29 = 1529,10 \text{ руб.},$$

$$K_{б} = \text{Ц}_{б} + R_{б} = 954,65 + 0,05 * 954,65 = 1001,93 \text{ руб.},$$

где $R = 5\%Ц = 0,05Ц$ – расходы на транспортировку изделия к заказчику.

3.2 Расчет годовых эксплуатационных затрат

Статьями годовых эксплуатационных расходов на проектируемое и базовое изделия являются амортизационные отчисления и расходы на ремонт.

Амортизационные отчисления для проектируемого изделия:

$$Raп = Kп * Na / 100 = 1529,10 * 0,05 = 76,46 \text{ руб.},$$

То же для базового изделия:

$$Raб = Kб * Na / 100 = 1001,93 * 0,05 = 50,10 \text{ руб.},$$

где Na – норма амортизационных отчислений, определяемая как величина, обратная сроку службы изделия, т.е. $Na = 1/20\text{лет} = 0,05 = 5\%$.

Расходы на ремонт изделия определяются особенностями его функционирования, в частности, необходимы ежегодные технические обслуживания с заменой элемента питания – для базового извещателя. Так как в проектируемом извещателе используются не один, а три канала обнаружения пламени, то потребление энергии могло бы увеличиться пропорционально количеству каналов. Но по причине использования электронных компонент с наименьшими потребляемыми токами такого сильного увеличения потребления энергии удалось избежать, и оно возросло только на, примерно, 20%. Отсюда следует, что элемент питания необходимо менять не реже одного раза в 9 месяцев.

Годовая сумма, расходуемая на ремонт проектируемого изделия, вычисляется согласно формуле:

$$Rрп = Nr * Kп = (0,03 * 1529,1) * 12 / 9 = 61,16 \text{ руб.}$$

Для базового извещателя она составляет:

$$Rрб = Nr * Kб = 0,03 * 1001,93 = 30,06 \text{ руб.}$$

Итак, годовые эксплуатационные расходы на проектируемое и базовое изделия составляют:

$$R_{гп} = R_{рп} + R_{ап} = 61,16 + 76,46 = 137,62 \text{ руб.}$$

$$R_{гб} = R_{рб} + R_{аб} = 30,06 + 50,10 = 80,16 \text{ руб.}$$

3.3 Анализ технико-экономических показателей.

Из полученных значений капитальных вложений и годовых эксплуатационных расходов видно, что не только производство разрабатываемого извещателя превышает стоимость его прототипа, но и годовые расходы на содержание изделия превышают таковые для базового проекта. Значит, на первый взгляд экономически не выгодно разрабатывать и производить предлагаемый извещатель. Но следует, прежде всего, учесть что материальные затраты на компенсацию возможного ущерба от не обнаруженного вовремя очага возгорания или включенной по ложному сигналу системы пожаротушения значительно будут превышать указанные затраты на приобретение, установку и содержание предлагаемого извещателя. Он же значительно повышает надежность работы СПС в целом за счет повышенной чувствительности датчиков и защиты извещателя от возможных помех. На плакате 7 дан анализ технико-экономических показателей проектируемого и базового извещателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксененко М.Д., Бараночников М.Л., Приемники оптического излучения, М.: Радио и связь, 1987 г., 296с., ил.
2. Атаманюк БЖД
3. Вольф У., Смит У., Лего Р., Справочник по инфракрасной технике в 4т., Т.2, Проектирование оптических систем: пер. с англ., М.: Мир, 1998 г., 347с., ил.
4. Дунаев А.А., Трехспектральная ИК-технология – решение проблемы ложной пожарной сигнализации, Системы безопасности, № 3 (51), 2003г., с.17.
5. Комплекс средств пожарной сигнализации и автоматики, Системы Безопасности, №4 (52), 2003г., с32-33.
6. Методические указания к выполнению раздела “Безопасность жизнедеятельности”, Рычков В.А., Поляков А.В., С-Пб.: изд. ГМА им. адм. С.О.Макарова, 1999 г., 36с.
7. Панфилов Д.И., Датчики фирмы Motorola, М.: ДОДЭКА, 2000г.,
8. Панфилов Д.А., Системы пожарной сигнализации с радиоканалом. Электронные компоненты, №9, 2003г., с.80.
9. Перельман Б.Л., Шевелев В.В., Отечественные микросхемы и зарубежные аналоги, спр., М.: НТЦ Микротех, 1998г.
10. Пожарные извещатели серии М600, Устройства и системы пожарной сигнализации, вып. 5, пер. с англ. под ред. Волхонского А.Н., С.-Пб.: Экополис и культура, 1997г.
11. Ремизевич Т.В., Микроконтроллеры для встраиваемых приложений: от общих подходов к семействам HC 05 и HC 08 фирмы Motorola, М.: ДОДЭКА, 2000г.
12. Ремизевич Т. Новые модели микроконтроллеров семейства HC 908 фирмы Motorola, CHIP NEWS , № 5 (68), 2002г., с. 5-13.

13. Реферативный журнал «Пожарная Охрана», №1, 2004г.
14. Реферативный журнал «Пожарная охрана», №9, 2004г.
15. Специализированный информационно-технический журнал по противопожарной и охранной защите, информации и связи, декабрь 1997/февраль 1998г., с.13.
16. Себенцов Д. Основные тенденции развития традиционных пожарных извещателей. Алгоритм безопасности, №2, 2003г., с.26-29.
17. Савин М.В. Здор В.Л., Современные системы раннего обнаружения пожара, ПВБ, №6, 2003г., с.73.
18. Членов А.Н., Автоматические пороговые комбинированные пожарные извещатели, Системы безопасности, №5 (59), 2004г, с. 37.
19. Членов А.Н., Современные ТПИ: основные характеристики и особенности применения, Системы безопасности, №1 (55), 2004г., с.44.
20. Членов А.Н., Землянухин М.В., Удачная комбинация, Системы безопасности, № 3 (51), 2003г., с.38-42.
21. Шаровар Ф.И, Устройства и системы пожарной сигнализации, М., Стройиздат, 1985г., 256с.
22. Штумпф Э.П., Штелинг В.Н., Настройка судовых систем пожарной сигнализации, Л: Судостроение, 1988г., 88с., ил.
23. Штумпф Э.П., Пожарная сигнализация на судах, Л.: Судостроение, 1982г., 160с., ил.
24. Юшин А.М., Справочник: оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги, в 5т., Т.1, М: РадиоСофт, 2003г., 512с., ил.
25. BOSCH SECURITY SYSTEMS, Системы Безопасности, №4(58), 2004г., с.69.
26. Rose-pehrsson, Susan L.,Hart Sean, Early warning FDS using a probabilistic neural network, Fire Technology, 2003у., №2, p.147-171.
27. Temporary radio-based alarm systems, Fire Safety Engineering, 2004у., №2, p.33.

- 28 .Как работать над терминологией. Основы и методы. М:Наука,1968г.
- 29 .ГОСТ 20914-75. Автоматизированные системы управления. Стадии создания. Содержание и организация работ.
- 30 .ГОСТ 18322-78 . Система технического обслуживания и ремонта техники . Термины и определения .
- 31.Иванов Б.Н., Чешев В.В. Становление и развитие технических наук.1977г.
32. Гнедов Г.М., Янушевский Д.К. Судовые измерительные устройства и испытательные системы. Судостроение. 1977
33. Элементы теории испытаний и контроля технических систем. 1978г.