

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: Усовершенствование системы организационно- технических
противопожарных мероприятий на примере образовательного учреждения.

Студент(ка)	<u>С.И. Рябоконт</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>О.Ю. Щербакова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Нормоконтроль	<u>С.В. Грачева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., профессор М.И. Фесина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)
«26» мая 2016г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)
«26» мая 2016г.

Тольятти 2016

РЕФЕРАТ

Отчет 74 с., 37 рис., 1 таб., источников.

Пожар, безопасность, технические средства пожарной безопасности, система оповещения и эвакуации людей, маломобильные группы населения, система автоматической пожарной сигнализации, адресная система автоматической пожарной сигнализации, световое табло, наручный вибрационный брелок, безопасность людей с нарушениями здоровья образовательные учреждения, школа, дети, безопасность детей, время эвакуации, ложное срабатывание, опасные факторы пожара, дымовая камера, испытания тестовыми пожарами, установка «Дымовой канал», комплекс организационно-технических мероприятий по пожарной безопасности.

Объектом исследования является комплекс организационно-технических мер пожарной безопасности.

Цель работы – усовершенствование системы организационно-технических мероприятий по пожарной безопасности на примере образовательного учреждения.

В процессе работы были выявлены «слабые места» организационно-технических мероприятий по пожарной безопасности, и предложены пути решения проблемы.

Степень внедрения – внедрение усовершенствований в разрабатываемый проект.

Безопасность на образовательных объектах – актуальная проблема в любые времена, так как дети в условиях пожара легко поддаются панике и плохо отдадут отчет своим действиям, а это в свою очередь несет за собой плачевные результаты.

Общее количество пожаров на нашей планете достигло 6,5 миллионов в год - каждые 5 секунд где-то вспыхивает пожар. Сегодня годовой ущерб от пожаров исчисляется миллиардами, его жертвы десятками тысяч.

В России пожары - национальное бедствие. Несмотря на принимаемые пожарной охраной меры, из года в год на общественных объектах и жилым

секторе нашей страны происходит в среднем 246 000 пожаров, с прямым материальным ущербом в 3-4 миллиарда рублей. На пожарах погибли 16298 человек и получили травмы и увечья 14034 человека.

Ежедневно происходит 672 пожара, в огне которых сгорает материальных ценностей на сумму более 4 миллионов рублей, погибают 40 и получают травмы 34 человека, огнем уничтожается 160 строений и 20 единиц техники.

Относительные показатели гибели людей на пожарах в России самые, высокие в мире. На каждые 100 тыс. россиян приходится 10,2 погибших в огне, в США, Польше - 1.4, Великобритании - 1.2, Швеции - 0.8, Германии, Австрии - 0.7.

Ежегодно на пожарах в образовательных учреждениях получают травмы десятки учеников, не редки и случаи с летальным исходом.

Для того, чтобы обеспечить полную защиту детям на объекте защиты, нужно в первую очередь усовершенствовать систему обнаружения пожара, так как это позволит своевременно организовать эвакуацию людей наружу и избежать травм и, самое главное, жертв на пожаре.

С этой целью предложено использование в обязательном порядке адресных систем пожарной безопасности, их главное отличие от стандартных пожарных сигнализаций, в том, что они своевременно и точно определяют источник очаг пожара и передают тревожный сигнал на систему оповещения и эвакуации людей, а та в свою очередь запускает тревожное сообщение по оповещателям расположенных на объекте защиты. За счет использования наиболее современных технологий, в том числе мониторинга, именно адресная пожарная сигнализация позволят передать ну пульт пожарной охраны точную и достоверную информацию об чрезвычайном происшествии на объекте защиты, провести мониторинг развития пожара и помочь в определении стратегии при спасении людей на пожаре.

Кроме того предложено использование дымовых оптико-электронных точечных извещателей с открытой дымовой камерой.

Они имеют ряд преимуществ перед стандартными дымовыми извещателями с закрытой дымовой камерой.

Самое главное их преимущество – минимальное количество ложных срабатываний и минимальное время, затрачиваемое на обнаружение очага возгорания. Благодаря этому извещатели могут выйти на новый, высокий уровень надежности. Ежегодно тысячи людей гибнут в пожаре из-за того, что не успевают во время эвакуироваться, пожарная сигнализация обнаруживает очаг возгорания слишком поздно, если вообще обнаруживает. Использование же нового конструкционного строения дымовой камеры позволит определять возгорания за короткий промежуток времени, благодаря чему система оповещения и эвакуации людей сработает вовремя и не будут потеряны драгоценные минуты, которых не хватало людям, чтобы покинуть небезопасную зону.

Для людей, относящихся к маломобильной группе населения, предложено использовать ручные вибрационные извещатели. Данные технические средства уже применяются на объектах здравоохранения, в учреждениях где предусмотрено нахождения людей с различными заболеваниями, в том числе с нарушениями в опорно-двигательном аппарате. Данное решение позволяет передавать сигнал о тревоге путем вибрационных импульсом передаваемых через специальные браслеты, отменить сигнал может только сам человек, когда с уверенностью сможет сказать, что он находится в безопасности. Данная система способна увеличить уровень безопасности в образовательных учреждениях. В современном мире все больше внимание уделяется проблеме доступности объектов для людей, относящихся к маломобильной группе населения. Устанавливаются специальные пандусы, лифты и другие решения для доступности зданий, в том числе и образовательных учреждений. Но так же не стоит забывать и о том, что доступность зданий должна подкрепляться и защищенностью людей, особенно в учебных заведениях, школах, где ребенок с нарушениями здоровья является практически незащищенным. Использование данных браслетов, поможет не только передать сигнал о тревоге детям с

различными отклонениями здоровья, но и преподавателям контролировать своих детей и быть уверенными в том, что все ребята находятся в безопасности.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7 стр.
1.ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕАДРЕСНЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ.....	14 стр.
2. ПРОБЛЕМЫ ДЫМОВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ.....	19 стр.
2.1 Правильная форма извещателей.....	20 стр.
2.2 Узкие отверстия – препятствия, которые невозможно преодолеть....	22 стр.
2.3 Особенности защитной сетки.....	23 стр.
2.4 Использование некачественных светодиодов.....	24 стр.
2.5 Реакция дымовых оптико-электронных извещателей на пыль пар и аэрозоли.....	30 стр.
3.ИСПЫТАНИЯ ТЕСТОВЫМИ ПОЖАРАМИ И В УСТАНОВКЕ «ДЫМОВОЙКАНАЛ».....	38 стр.
4.РАЗРАБОТКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СИСТЕМЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	55 стр.
4.1 Разработка конструктивных элементов корпуса дымового извещателя способствующих обнаружению очага возгорания на ранней стадии.....	55 стр.
4.2 Разработка организационных мероприятий для защиты людей с ограничениями по здоровью.....	66 стр.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70 стр.
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	72 стр.

ВВЕДЕНИЕ

Пожар - неконтролируемый процесс горения вне специального очага, наносящий материальный ущерб, вред здоровью и жизни людей, интересам общества, государства и системе образования в частности.



Рисунок 1 – Пожар в школе.

Причина возникновения пожаров:

- несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств;
- неосторожное обращение с огнём;
- самовозгорание веществ и материалов;
- грозовые разряды;
- поджоги, боевые действия;
- неправильное пользование газовым оборудованием;
- солнечный луч, действующий через различные оптические системы.

Ежегодно во всем мире фиксируется огромное число пожаров на объектах образования. Ежегодно в России происходит, в среднем, 381 пожар в школах, в них не обходиться без жертв, а во всем мире это числа больше в несколько раз.

Большинство пожаров происходит по причине поджогов. А это заставляет еще больше насторожиться, ведь это не случайность, а преднамеренное действие, хотя в большинстве своем подростки даже не думают о том, что их «невинная шалость» может привести к самым печальным последствиям и стоить кому то жизни.

Пожарная безопасность - это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения используются необходимые меры по устранению негативного влияния опасных факторов пожара на людей, сооружения и материальных ценностей.

Пожарная безопасность на общеобразовательных объектах - актуальная тема на все времена. Дети являются самыми слабозащищенными



Рисунок 2 – Среднестатистическая статистика пожаров за год

лицами при пожаре, так как легко поддаются панике как сами так и коллективно, не отдают отчет своими действиям, не могут грамотно оценить обстановку на пожаре и быстро найти выход из горящего здания. Поэтому комплекс организационно-технических мероприятий по пожарной безопасности должен быть максимально отлаженным и обеспечивать полную защиту детей во время их пребывания на объекте защиты. Кроме того необходимо добиться неукоснительного исполнения всех необходимых мер пожарной безопасности учащимися и сотрудниками учебного заведения.

Организации «Формат» было поручено спроектировать объект – общеобразовательную школу в г. Салехард.

Она представляет собой трехэтажное здание, в котором расположены:

- учебные классы;
- бытовые помещения;
- кабинеты;
- спортивный зал;
- пищеблок;
- компьютерные классы;
- кабинеты начальных классов.



Рисунок 3 - Модель проектируемого объекта. Главный вход.



Рисунок 4 - Модель проектируемого объекта

В соответствии со ст.32 Федерального закона Российской Федерации от 22.07.2008 №123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной

безопасности" школа по функциональной пожарной опасности относится к классу **Ф 4.1 - Школы, внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища.**

На объектах класса Ф4.1 в обязательном порядке должны быть предусмотрены следующие технические средства пожарной безопасности:

- **автоматическая пожарная сигнализация;**
- **система оповещения и эвакуации людей 3 типа;**
- **система автоматической передачи тревожного сигнала на пульт пожарной охраны.**

Автоматическая пожарная сигнализация - совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, формирования, сбора, обработки, регистрации и передачи сигналов о пожаре, режимах работы системы, другой информации и, при необходимости, выдачи сигналов на приборы управления



Рисунок 5 - Система пожарной сигнализации на оборудовании

автоматическими установками пожаротушения, дымоудаления, системами оповещения и управления эвакуацией, технологическим, электротехническим и другим оборудованием.

В настоящее время используются системы пожарной сигнализации двух видов: безадресная и адресная система пожарной сигнализации. Адресная система пожарной сигнализации в свою очередь может быть как проводная так и радиоканальной.

Одним из немногих плюсов неадресной системы пожарной сигнализации можно считать невысокую стоимость, однако, этот плюс можно обозначить и как минус, так как в погоне за дешевизной собственники объектов ставят именно неадресную систему пожарной сигнализации.

Система пожарной сигнализации состоит из трех 3 основных элементов:

- пожарные извещатели – позволяют обнаружить очаг возгорания и сформировать тревожный сигнал;
- приемно-контрольный прибор (ПКП)– получает тревожный сигнал и передает его на пульт управления (если ПКП входит в систему пожарной сигнализации), или активирует реле на которое подключены сирены и световые табло (если ПКП работает автономно);
- пульт контроля – исполняет функцию объединения, способен объединить автономные установки в единую систему и взять управление ей на себя.

Извещатели могут распознать такие факторы пожара как дым, тепло,



Рисунок 6 - Система оповещения и управления эвакуацией

открытое пламя. На объектах класса Ф4.1 применяются в основном дымовые извещатели.

Основная задача системы оповещения и эвакуации людей (СОУЭ) – своевременное оповещение людей о пожаре, а также информирование о путях безопасной и максимально оперативной эвакуации с целью предотвращения ущерба их жизни и здоровью. Оповещение людей о пожаре осуществляется передачей звуковых и/или световых сигналов в помещения, где люди могут

подвергаться воздействию опасных факторов пожара, а также в помещения, где могут остаться люди при блокировании эвакуационных путей пожаром; трансляцией речевой информации о необходимости эвакуироваться, о путях эвакуации и действиях, направленных на обеспечение безопасности. Управление эвакуацией осуществляется посредством передачи по СОУЭ специально разработанных текстов, направленных на предотвращение паники и других явлений, усложняющих процесс эвакуации, трансляции текстов, содержащих информацию о необходимом направлении движения, включения световых указателей направления движения и дистанционного открывания дверей дополнительных эвакуационных выходов.

В зависимости от функциональных характеристик (согласно СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре»), СОУЭ делятся на пять типов:

- 1-й тип характеризуется наличием звукового способа оповещения (звонки, тонированный сигнал и др.);
- 2-й тип характеризуется наличием звукового способа оповещения и световых указателей «Выход». Оповещение должно производиться во всех помещениях одновременно;
- 3-й тип характеризуется речевым способом оповещения (запись и передача специальных текстов) и наличием световых указателей «Выход». Регламентируется очерёдность оповещения: сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных по специально разработанной очерёдности;
- 4-й тип характеризуется речевым способом оповещения, наличием световых указателей направления движения и «Выход». Должна обеспечиваться связь зоны оповещения с диспетчерской. Регламентируется очерёдность оповещения: сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных по специально разработанной очерёдности;
- 5-й тип характеризуется речевым способом оповещения, наличием световых указателей движения и «Выход». Световые указатели направления движения должны быть с отдельным включением для каждой зоны. Должна

обеспечиваться связь зоны оповещения с диспетчерской. Регламентируется очерёдность оповещения: сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных по специально разработанной очерёдности. Обеспечивается полная автоматизация управления системой оповещения и возможность реализации множества вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения.

Согласно таблице 2 СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре». Общеобразовательные учреждения, образовательные учреждения дополнительного образования детей, образовательные учреждения начального профессионального и среднего профессионального образования с числом учащихся более 350 человек оснащается системой оповещения и управления эвакуацией 3-его типа.

Перед проектированием технических систем пожарной безопасности на строящемся объекте был проведен анализ, основанный на опыте полученной при работе в организации, занимающейся монтажом, пусконаладкой и постгарантийным обслуживанием систем пожарной безопасности.

Анализ выявил несколько особо важных проблем средств пожарной безопасности:

- использование несовременных систем пожарной сигнализации;
- недостаточные меры по защите малоподвижной группы населения;
- дублирование средств оповещения.

1. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕАДРЕСНЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Согласно приложению А к СП 5.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические» общеобразовательные объекты должны оборудоваться системами автоматической пожарной сигнализации вне зависимости о площади объекта



Рисунок 7 - Пульт управления



Рисунок 8 - Приемно-контрольный прибор

защиты.

Требование четко дает понять, что объект защиты должен быть оборудован системой пожарной сигнализации, которая будет защищать людей от пожара все время их пребывания на объекте, но на деле все оказывает не так просто. Побывав на одном из таких объектов, я лично принимал участие в обслуживании двух систем безопасности: пожарная и охранная сигнализация. Проблем в охранной сигнализацией не разу не возникло, что нельзя сказать о пожарной системе, она фактически не реагировала на дым. И этому есть адекватное объяснение – охранную сигнализацию ставят для того, чтобы она охраняла, а пожарную – для того, чтобы была. Ответственные за пожарную безопасность, не веря в то, что пожарная сигнализация может оказаться полезной при пожаре и поэтому ставят самые дешевые системы, только для того, чтобы выполнить требования СП 5.13130.2013. Хотя правильно смонтированная и настроенная современная система пожарной сигнализации

способна зафиксировать возгорание на самой ранней стадии и предотвратить трагедию.

Так, например:

- 11 сентября 2010 года произошло возгорание в кабинете директора школы на юго-западе Москвы. Сработала пожарная сигнализация. Выехавшие на место происшествия пожарные ликвидировали возгорание. Пострадавших не было;
- 30 октября 2010 года в одной из школ Хабаровска загорелись вещи в раздевалке. На первых секундах задымления сработала пожарная сигнализация и отправила сообщение о внештатной ситуации на пульт пожарной охраны. Учителя действовали по инструкции, и до приезда пожарных, не допуская паники, успешно эвакуировали всех детей в безопасное место. Пожар был оперативно потушен бригадой пожарных.

Поэтому использование самых дешевых, неадресных систем пожарной сигнализации – это одна из самых актуальных проблем, с которыми можно встретиться на муниципальных объектах.

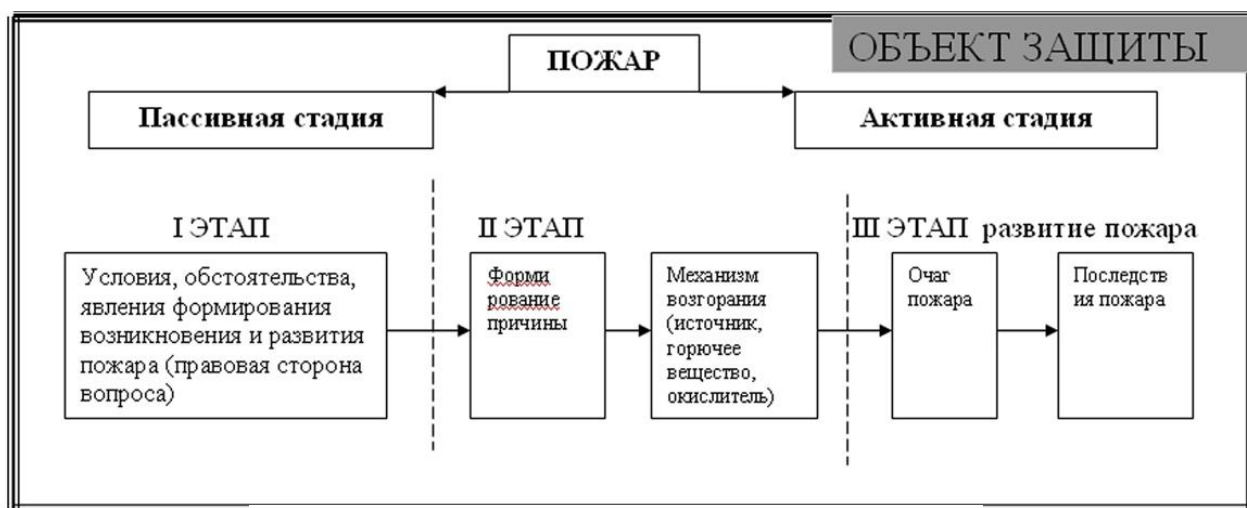


Рисунок 9 – Стадии развития пожара

В настоящее время неадресные системы пожарной сигнализации - не единственные на рынке систем безопасности. В наше время все большую популярность приобретают адресные системы пожарной сигнализации, которые имеют неоспоримое преимущество перед классическими системами.

Чтобы понять, в чем отличия систем нужно знать, что они из себя представляют.

В неадресных системах пожарной сигнализации приёмно-контрольные приборы определяют состояние шлейфа сигнализации, измеряя электрический ток в шлейфе сигнализации с установленными в него извещателями, которые могут находиться лишь в двух статических состояниях: «норма» и «пожар». При фиксации фактора пожара извещатель формирует извещение «Пожар», скачкообразно изменяя своё внутреннее сопротивление, и, как следствие, изменяется ток в шлейфе сигнализации. Важно отделить тревожные извещения от служебных, связанных с неисправностями в шлейфе сигнализации или ложными срабатываниями. Для этого извещатели определённым образом подключаются к линии шлейфа



Рисунок 9 – Контроллер двупроводной линии



Рисунок 10 – адресный ПКП

сигнализации, с учётом их индивидуального внутреннего сопротивления в состоянии «Норма» и «Пожар». При этом весь диапазон значений сопротивления шлейфа для приёмно-контрольного прибора разделён на несколько областей, за каждой из которых закреплён один из режимов (Норма, Внимание, Пожар (Пожар1, Пожар2), Неисправность), в зависимости от состояния извещателей и линии шлейфа сигнализации. Топология шлейфа сигнализации имеет радиальную (лучевую) конфигурацию.

Для традиционных систем предусматриваются такие возможности, как автоматический сброс питания пожарного извещателя с целью подтверждения сработки, возможность обнаружения нескольких сработавших извещателей в

шлейфе, а также реализация механизмов, предусматривающих минимизацию влияния переходных процессов в шлейфах.

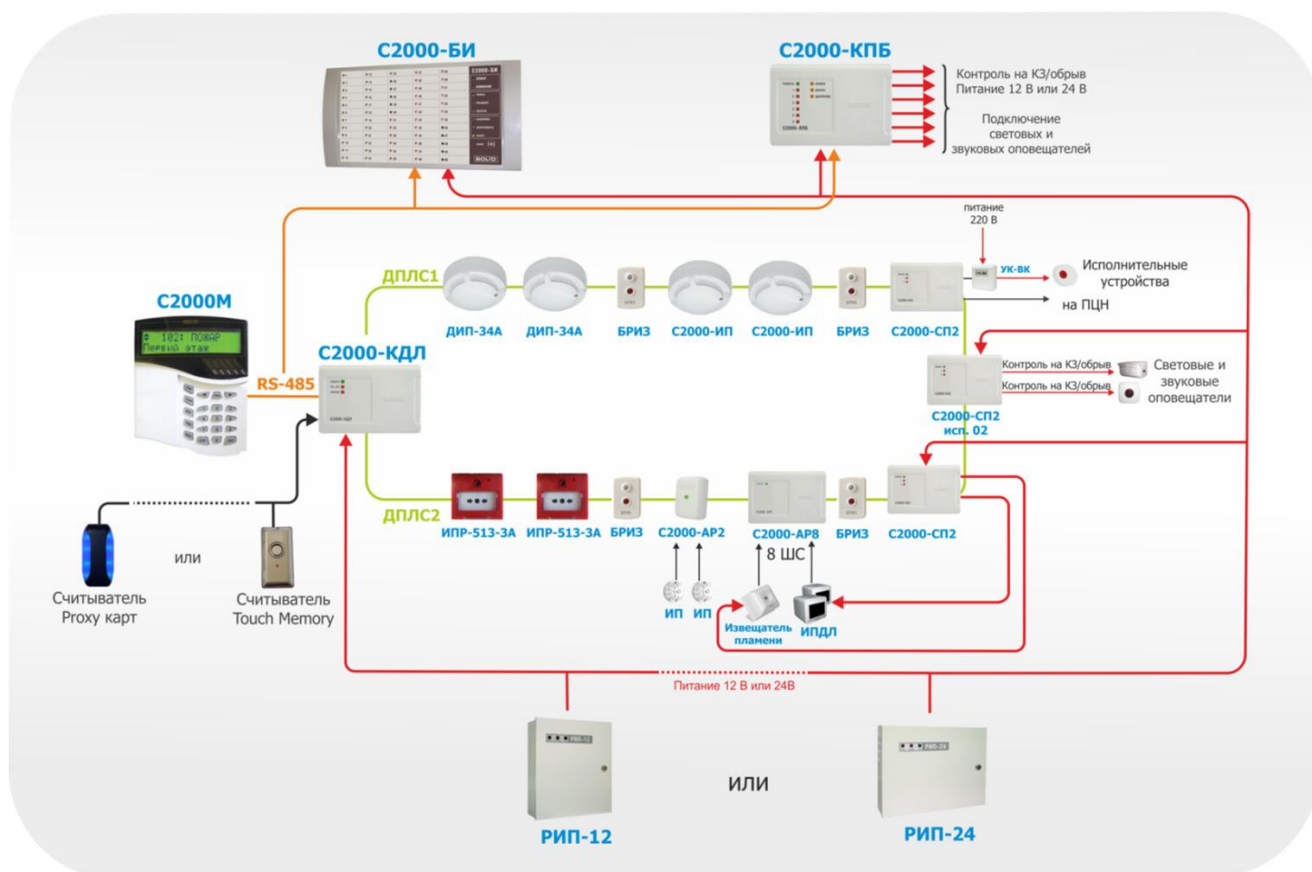
Неадресный прибор считается двухпороговым, если он выдает сигнал «Пожар 1» при подтвержденном срабатывании одного извещателя и сигнал «Пожар 2» при подтвержденном срабатывании второго в том же шлейфе или зоне¹.

Пожарные извещатели неадресных систем не способны формировать извещения о своей неисправности. Дымовые извещатели не могут сформировать и передать на приемно-контрольный прибор сообщение об уровне загрязнения (запыленности) его дымовой камеры для проведения внеплановых регламентных работ по чистке и проверке. Это является причиной большего количества ложных срабатываний системы пожарной сигнализации по сравнению с адресными системами.

В Адресных системах пожарной сигнализации решение о состоянии адресного извещателя принимает ПКП на основе измеренных извещателем параметров окружающей среды (оптической плотности в дымовой камере, температуры, концентрации СО). В конфигурации ПКП для каждого подключенного адресного устройства задаются пороги срабатывания (Норма, Внимание, Пожар, Требуется обслуживание). Это позволяет гибко настраивать режимы работы пожарной сигнализации для различных эксплуатационных условий (наличие в защищаемых помещениях пыль, производственной задымленности и др.), автоматически изменять их в зависимости от времени суток. ПКП постоянно производит опрос подключенных устройств и анализирует полученные значения, сравнивая их с пороговыми значениями, заданными в его конфигурации. Аналогично адресно-пороговой СПС топология адресной линии связи, к которой подключены извещатели, может быть произвольной (шина, звезда, кольцо, кольцо с ответвлениями). Однако, наличие двух независимых портов для подключения адресной линии у БПК и изоляторов короткого замыкания, позволят не только сохранять работоспособность линии в

¹ Информация взята с официального сайта НВП «Болид»

случае аварии, но и локализовать ее географически с точностью до адресного



устройства.

Рисунок 11 - Система адресной пожарной сигнализации

Главное преимущество таких систем – каждый извещатель имеет свой точный адрес. Благодаря чему можно отследить развитие пожара, его направление, грамотно организовать эвакуацию.

В адресной системе пожарной сигнализация используется тип подключения кольцом, а это значит, что в случае обрыва провода пожарной сигнализация не потеряет свою работоспособность. В настоящее время экономическая обстановка в стране довольно напряженная, но безопасность людей должна быть превыше всего и экономить на этом нельзя.

2. ПРОБЛЕМЫ ДЫМОВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ.

Пожарный извещатель – техническое средство для формирования сигнала о пожаре.

Классификация пожарных извещателей:

- Тепловой пожарный извещатель;
- Дымовой пожарный извещатель;
- Ручной пожарный извещатель;
- Извещатель пламени;
- Газовый извещатель.

На образовательных объектах защиты в основном используются дымовые пожарные извещатели.

На отечественном рынке пожарной безопасности представлен довольно большой выбор пожарных извещателей разной ценовой категории. Стоимость современных дымовых пожарных извещателей начинается от 200 рублей и именно такие извещатели являются самыми популярными.

Для анализа было выбрано несколько извещателей отечественного производства. Все они имеют фактически одни и те же характеристики а именно:

- Чувствительность извещателя не менее 0,05 и не более 0,2 дБ/м;
- Инерционность срабатывания извещателя не более 5с;
- Извещатель имеет встроенную оптическую индикацию срабатывания с круговым обзором и обеспечивает возможность подключения выносного устройства оптической сигнализации;
- Питание извещателя осуществляется постоянным напряжением от 9 В до 30 В с возможным отключением или изменением полярности напряжения питания длительностью не более 100 мс и с периодом повторения не менее 0;

- Мощность, потребляемая извещателем в дежурном режиме, при напряжении питания (12 ± 1) В не более 1,08 мВт (ток потребления - не более 90 мкА);
- Сигнал срабатывания извещателя сохраняется после окончания воздействия на него продуктов горения. Возврат извещателя в дежурный режим производится с приемно-контрольного прибора отключением или изменением полярности напряжения питания извещателя на время не менее 3 сек.
- Анализ работоспособности дымовых извещателей состоял в следующем:
- Проверка на ложные срабатывания при помощи всевозможных аэрозолей;
- Проверка работоспособности уже смонтированных извещателей на объекте защиты;
- Наведение электромагнитных помех.

2.1 Правильная форма извещателя.

Главная задача дымового пожарного извещателя – обнаружить возгорание на



Рисунок 12 - Правильная форма корпуса извещателя



Рисунок 13 - Неправильная форма корпуса извещателя

ранней стадии. Дымовой пожарный извещатель состоит из дымовой камеры, внутри которой установлен инфракрасный диод и фотоприемник. Диод

вырабатывает световые импульсы, а фотоприемник получает энергию, когда частицы дыма попадают в камеру. От установленного порога чувствительности зависит, то насколько хорошо будет улавливать частицы дыма, но попадание в частиц дыма в камеру зависит от многих факторов. Выделение тепла на начальной стадии пожара незначительное и это способствует тому, что частицы дыма с легкостью обходят препятствия. Форма пожарного извещателя должна быть менее обтекаемое, чтобы извещатель частицы дыма не смогли обойти корпус извещателя. На рисунке 14 представлена не правильная конструкция корпуса извещателя.

Благодаря скругленной форме корпуса извещатель имеет хорошие аэродинамические качества, потоки воздуха с легкостью обходят его отверстия

Для того чтобы избежать таких ситуаций требуется правильное строение корпуса,

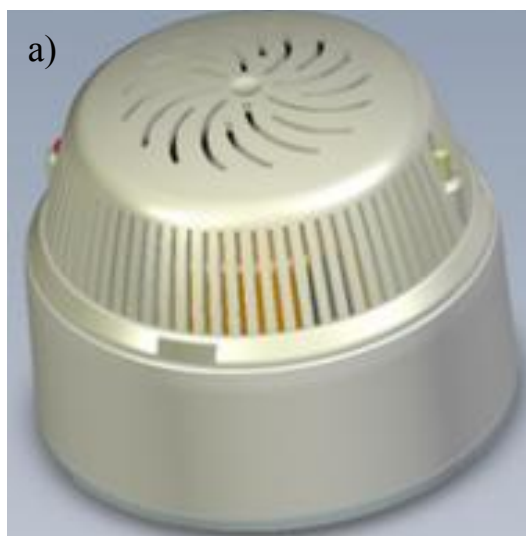


Рисунок 14 - ИП 212-88

которое может быть не так органично вписывается в интерьер, но зато обеспечит свободное проникновение в дымовую камеру частиц дыма. Самое оптимальное решение – использование в конструкции корпуса стенок

перпендикулярных поверхности потолка. Поток воздуха вместе с частицами дыма будут легко попадать в такой извещатель за счет специального расположения прорезей в корпусе.

2.2 Узкие отверстия – препятствия, которые невозможно преодолеть.

В последнее время на рынке пожарной безопасности все чаще можно встретить извещатели с очень узкими отверстиями в корпусе (рисунок 12). Производители, пытаясь сэкономить на комплектующих, стали делать узкие отверстия на корпусе, для того, чтобы не использовать защитную сетку от насекомых. В процессе использования такие извещатели накапливают на стенках корпуса статический заряд.

Частицы дыма, так же имеют заряд и, двигаясь по направлению к дымовой камере, они должны преодолеть заряженное поле, находящееся у стенок корпуса извещателя, имея одинаковый заряд, частицы дыма просто оттолкнутся от

Рисунок 16 - Правильная конструкция корпуса

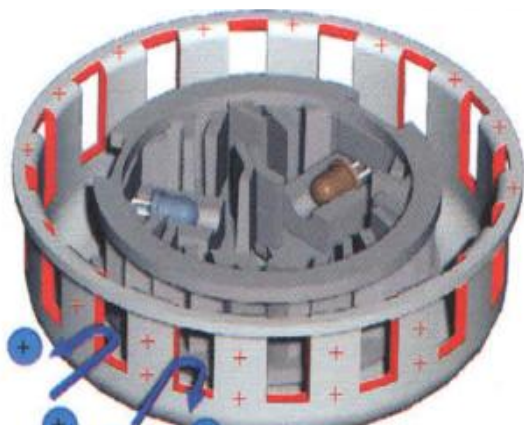
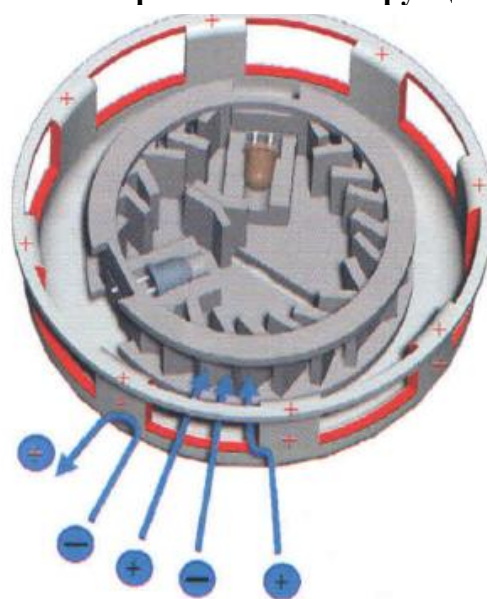


Рисунок 15 - Неправильная конструкция корпуса

извещателя и уйдут в другом направлении, а имея разноименный заряд частица дыма притянется, но только лишь

для того, чтобы получить одноименный заряд с электрическим полем и снова оттолкнуться. Таким образом мы получаем, что извещатель с узкими прорезями в корпусе, фактически бесполезен на ранних стадиях пожара. А на поздних стадиях извещатель уже не нужен, к этому времени все уже сгорит, в том числе и сам извещатель. На рисунке представлен дешевый образец пожарного



извещателя в конструкции которого не предусмотрена сетка от насекомых и прорези в корпусе очень малы. При использовании правильной конструкции корпуса дымового пожарного извещателя магнитное поле на стенках корпуса извещателя будет воздействовать только на частицы, которые проходят в непосредственной близости от него, остальные же частицы беспрепятственно попадут в дымовую камеру.

2.3 Особенности защитной сетки.

Даже если на объекте защиты стоит извещатели, в конструкции которых предусмотрена защитная сетка, это не гарантия безупречной работы системы



Рисунок 17 - Расположение защитной сетки

пожарной сигнализации. Для обеспечения защиты от насекомых размер

отверстия сетки не должен превышать 1 мм. Чтобы избавиться от статических зарядов на сетке, ее необходимо изготавливать из антистатических материалов и соединять ее с одним из проводов пожарного шлейфа. В таком случае весь заряд накапливаемый сеткой от соприкосновения с заряженными частицами дыма будет сниматься с сетки. Применение в извещателях защиты от насекомых из синтетических материалов, а так же незаземленной металлической сетки заметно увеличивает время обнаружения очага возгорания.

2.4 Использование некачественных светодиодов.

На данный момент самыми распространенными являются оптико-электронные дымовые извещатели. Для того чтобы вовремя определить очаг возгорания они должны обладать высокой чувствительностью. Этот параметр зафиксирован в нормах пожарной безопасности и равен 0,05-0.2 Дб/м. Но отследить данный параметр при эксплуатации на объекте довольно сложно, так как для этого требуется оборудование которое стоит не малых денег.

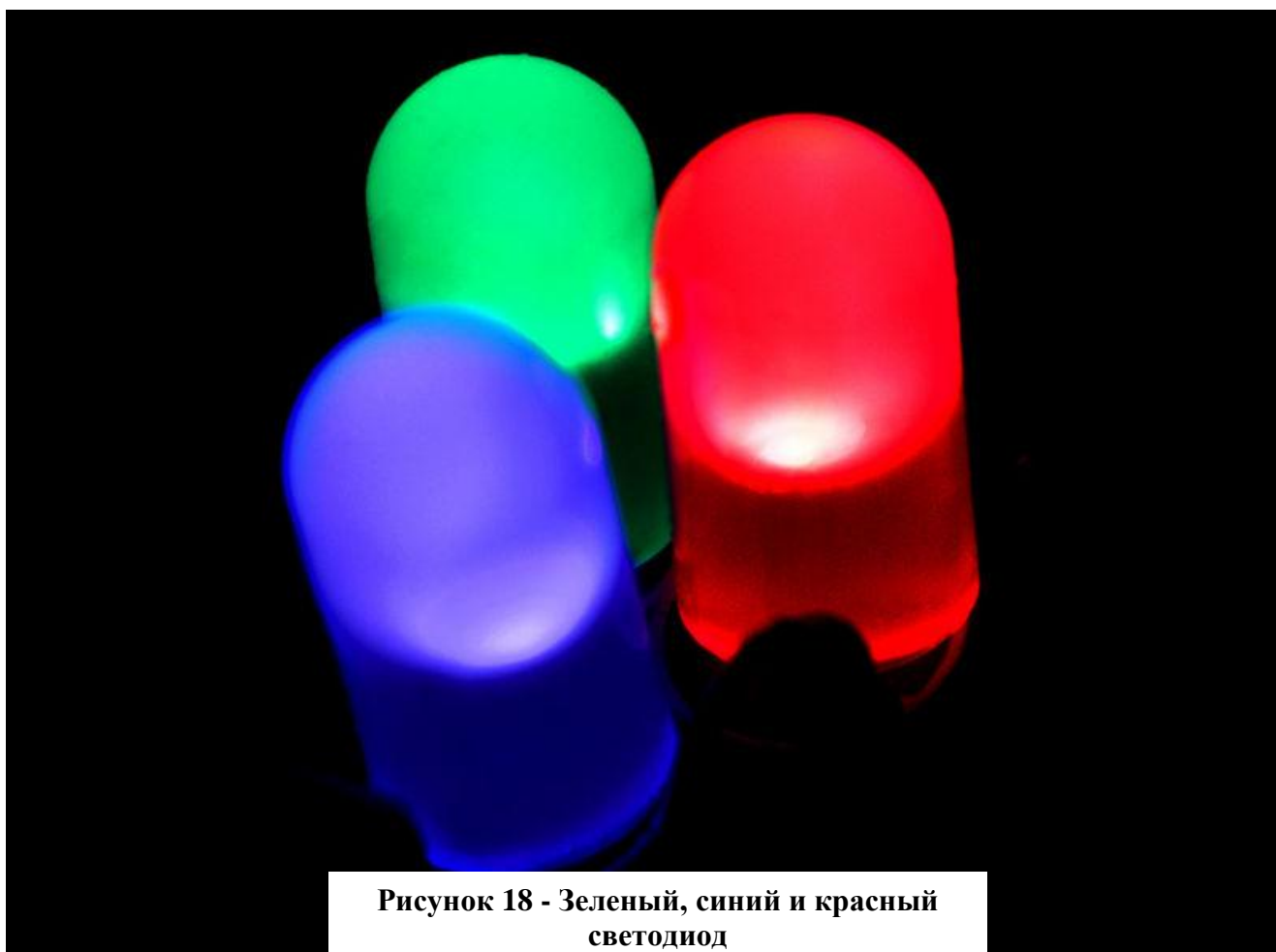


Рисунок 18 - Зеленый, синий и красный светодиод

В тоже время инфракрасные диоды имеют свойство терять мощность излучения в процессе работы. Это связано с тем, что в процессе работы кристалл в инфракрасном светодиоде нагревается.

Показательным является эксперимент, проведенный инициативной группой, результаты которого были описаны в журнале про безопасность.

Для того, чтобы оценить уровень потери чувствительность разных инфракрасных диодов, которые используются в современных отечественных дымовых оптико-электронных извещателях, была применена методика «ускоренного старения инфракрасного светодиода».

Данный метод используется для проверки инфракрасных светодиодов, при этом все его основные параметры, такие как амплитуда тока, длительность импульса остаются неизменными, а увеличивается частота следования импульсов, благодаря чему увеличивается в несколько раз интенсивность эксплуатации. В ходе эксперимента инфракрасный диод не нагружался более чем на 10 процентов от максимально допустимой мощности, для того чтобы эксперимент был более точным.

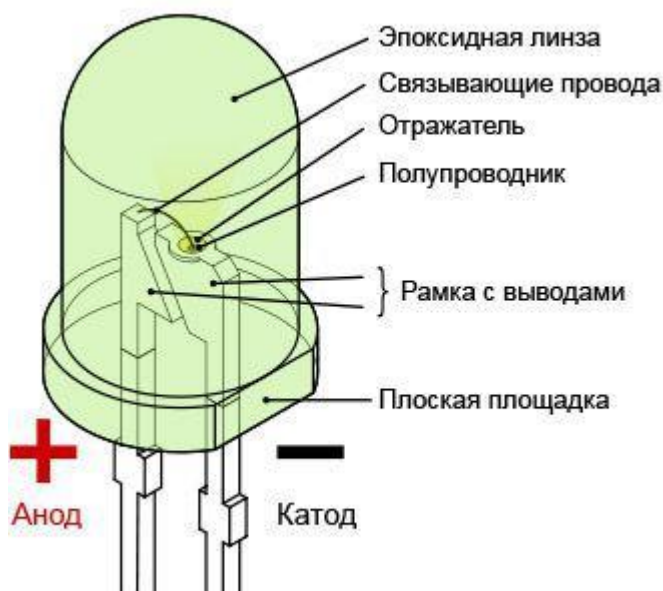


Рисунок 19 - Строение светодиода

Для того, чтобы установить параметры инфракрасного импульса стандартных отечественных извещателей, были проанализированы практически все доступные на рынке пожарные извещатели. Было установлено, что имея большое количество вариантов режимов питания для инфракрасного диода, которые используются в извещателях

средней стоимости и более дорогих вариантах, производители используют примерно одни и те же параметры. Длительность инфракрасных импульсов в них равна диапазону от 50 до 80 мкс, а амплитуда – 0,5 – 1 А, период повторения

равен - 0,7 – 1.2 с. Поэтому были принято, что в качестве питания для инфракрасного диода будут выбраны следующие параметры: длительность импульса равная 60 мкс, амплитуда тока импульса равная 0.7А, частота повторения импульсов равная 1Гц.

Для того чтобы выбрать образцы, которые будут использоваться в качестве излучателя стандартного извещателя, была проделана огромная работа, в результате которой были отобраны около 20 типов инфракрасных диодов, различных марок и изготовителей.

Проанализировав нагрузочные характеристики всех отобранных инфракрасных диодов показал, что увеличение частоты следования определенного ранее

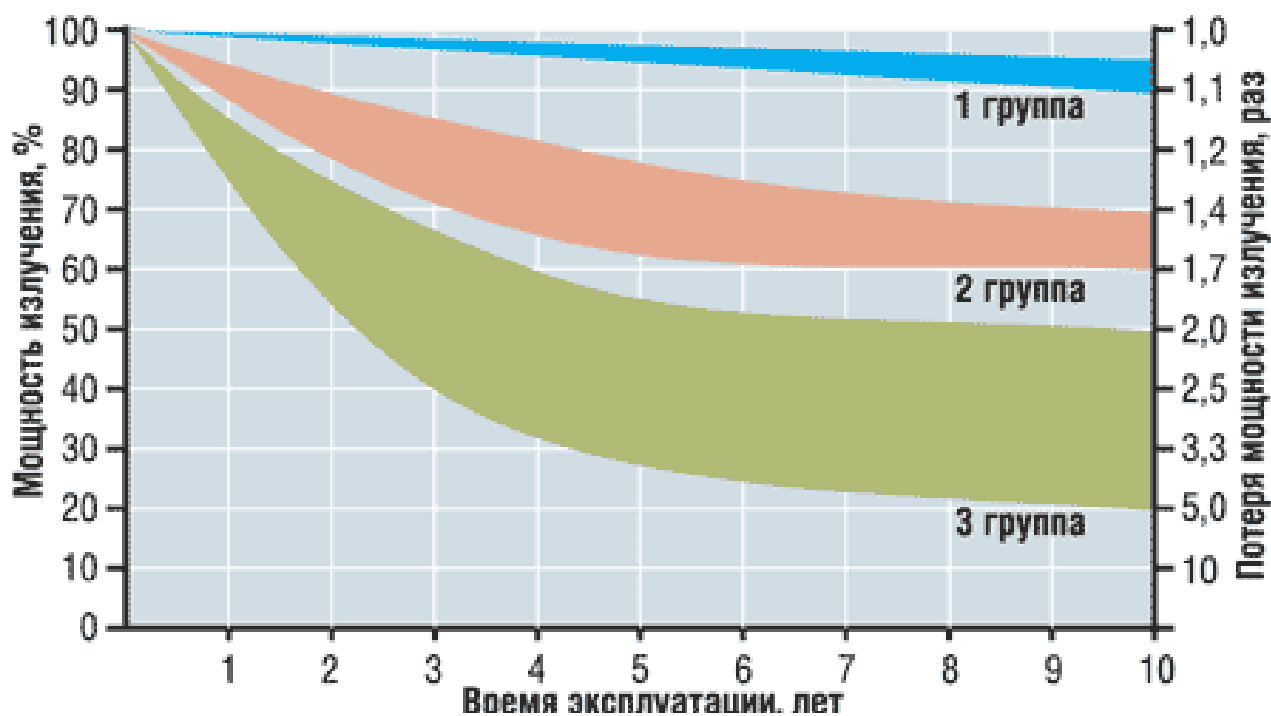


Рисунок 20 - Строение светодиода

стандартного инфракрасного импульса в 30 раз будет самым оптимальным решением.

Для того чтобы собрать испытательный стандартный дымовой извещатель, были проведены изменения конструкции одного из имеющихся в наличии дымовых извещателей. Изменению были подвергнуты электрическая схема и конструкция дымовой камеры. В результате чего в экспериментальном извещателе была обеспечена частота повторений инфракрасных диодов в 30 Гц. Это позволило сжать реальное время эксплуатации стандартного извещателя в 30

раз, то есть 1 день работы стандартного извещателя равнялись 30 дням работы обычного извещателя монтируемого на объектах защиты.

Контроль изменения мощности излучения ИК-диода в процессе испытаний проводился по изменению амплитуды сигнала на выходе усилителя приемника (фотодиода). Для повышения точности измерения сигнал приемника был искусственно увеличен путем введения в конструкцию оптической системы элементов, имитирующих наличие дыма.

Для испытаний было выбрано по два образца каждого типа светодиодов. Третий образец использовался для контроля, то есть проверки сохранения общего коэффициента передачи схемы извещателя во время испытаний, его подключали два раза на короткие промежутки времени в начале и в конце испытаний, для того что проверить сохранение общего коэффициента передачи

Дымовая камера

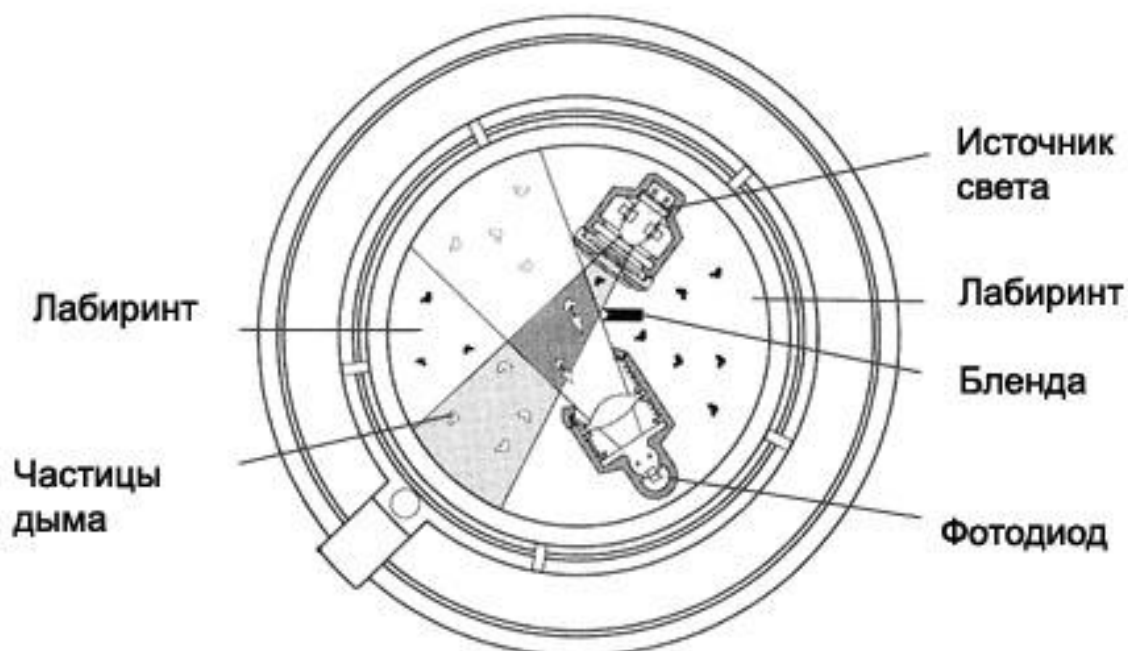


Рисунок 21 - Строение дымовой камеры извещателя.

схемы извещателя во время испытаний. Если уровни сигнала приемника для обоих контрольных измерений были одинаковыми, это свидетельствовало о том, что изменение уровня сигнала приемника в процессе испытания было связано только с потерей мощности излучения используемого образца инфракрасного светодиода.

Результат испытаний был опубликован в журнале «Алгоритм безопасности».

В процессе испытаний на «экспериментальные извещатели круглосуточно подавалось напряжение питания, измерения уровней сигнала приемника проводились каждые 12-е сутки (что эквивалентно 1 году реального времени работы), общая длительность испытаний – 120 суток (эквивалентно 10 годам).

По поведению ИК-диодов в процессе испытаний они были разделены на три характерные группы. На диаграмме приведены типовые зависимости изменения мощности излучения (в процентном отношении) для этих групп.

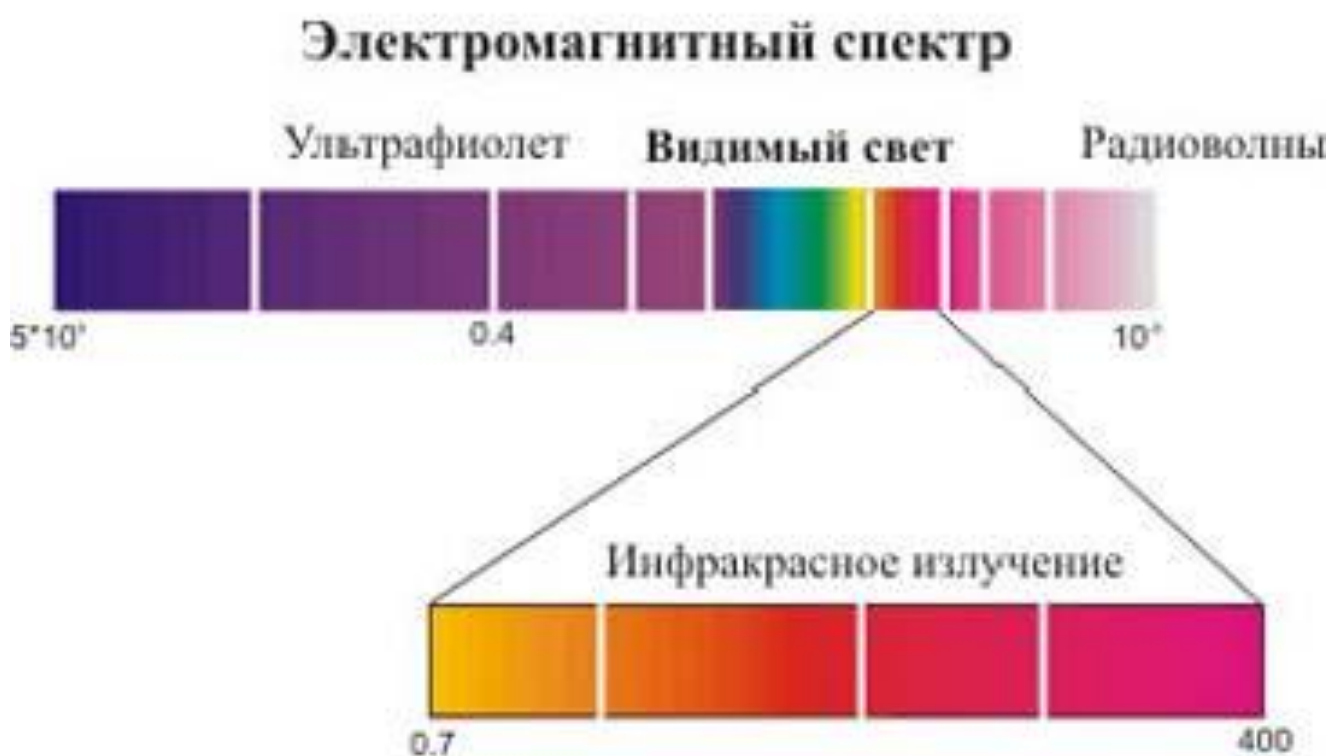


Рисунок 22 – Инфракрасное излучение в электромагнитном спектре

Первая группа характеризуется очень малой потерей мощности излучения за весь срок службы (не более 5–10% за 10 лет). В эту группу вошло примерно 20% всех испытываемых типов ИК-диодов, представленных весьма ограниченным кругом изготовителей.

Вторая группа характеризуется умеренной потерей мощности излучения (до 30–40% за 10 лет). В эту группу попали все типы испытываемых ИК-диодов одной известной зарубежной фирмы.

Третья группа – самая многочисленная – до 70% всех испытываемых ИК-диодов. Для нее характерна значительная и очень значительная потеря мощности излучения ИК-диода – от 50 до 80% (в 2–5 раз).

Понять по приведенным изготовителями характеристикам, как сильно ИК-диоды будут подвержены потере мощности излучения в процессе эксплуатации, оказалось невозможным. Единственной косвенной отличительной чертой ИК-диодов первой группы является то, что при указании основных светотехнических параметров в качестве режимов измерения приводится длительность импульса 100 мкс, тогда как для других – не более 30 мкс (10, 20 или 30 мкс). Существенным отличием является и стоимость ИК-диодов. Для третьей группы их цена не более \$0,1, а для первой группы, как правило, в пределах \$0,25–0,5.

Идентифицировать примененный в конкретном оптоэлектронном извещателе тип ИК-диода по внешнему виду невозможно, как невозможно получить эти сведения непосредственно у изготовителей извещателей (это расценивается ими как попытка промышленного шпионажа). Поэтому для оценки стабильности чувствительности различных типов извещателей в течение срока службы изъяты из них ИК-диоды подвергались испытаниям на «ускоренное старение» в составе «экспериментальных извещателей» по вышеописанной методике.

В результате проведенных испытаний, выяснилось, что большинство проверенных извещателей соответствовали поведению ИК-диодов третьей группы, т.е. ожидаемое снижение чувствительности за 10 лет у них составит от 2 до 5 раз. Причем в эту группу попали все без исключения извещатели, предлагаемые на рынке по самым низким ценам. Кроме этого, попадание в третью группу было отмечено и для отдельных дорогих извещателей, т.е. высокая стоимость вовсе не является гарантией высокой стабильности чувствительности, но некоторая часть извещателей со средним уровнем стоимости оказалась в группе с высокой стабильностью чувствительности, видимо, изготовители сознательно не экономили на стоимости ИК-диода.

Как итог – невозможно сказать, что какой-либо действенной защиты от недобросовестных изготовителей оптико-электронных извещателей с сильно уменьшающейся в процессе эксплуатации чувствительностью нет и в ближайшее время вряд ли будет, так как при сертификационных испытаниях оценить извещатели по данному параметру очень трудно. Это потребует для каждого типа извещателей проведения серьезной исследовательской работы, по затратам сравнимой со всеми остальными испытаниями.²

2.5 Реакция дымовых оптико-электронных извещателей на пыль, пар и аэрозоли.

Для того чтобы извещатель допускал как можно меньше ложных срабатываний, его нужно «научить» отличать частицы дыма от других частиц, например, частиц пыли, пара или аэрозолей.

Стандартный размер частиц пыли и паров равен 1-10 мкм, а этого вполне достаточно, чтобы дымовой извещатель выдал ложное срабатывание, даже тогда, когда концентрация данных веществ в воздухе мала, например когда прямо над пожарным извещателем закипает чайник, не говоря уже про кухню где постоянно на плите готовится разная пища.

Такая ситуация происходит и в сильно запыленных помещениях, или там где недавно прошел ремонт. За счет того что в таких помещениях периодически бывают сквозняки, особенно летом, когда часто открываются окна, частицы пыли попадают в дымовую камеру извещателя и происходит ложное срабатывание оптико-электронного пожарного извещателя.

Проблема в том, что главная задача разработчиков оптико-электронных дымовых извещателей – пройти испытание «дымовым каналом» (о нем будет сказано чуть позже). Для этого оптический приемник специально смещают по горизонтали или по вертикали. Такие изменения сказываются на аэродинамическом сопротивлении, но не коим образом не влияет на чувствительность извещателя. Зато смещение оптического сигнала в зону

² Статья журнала «Алгоритм безопасности» от 06.15.

прямого рассеяния дает «результат». Используемый аэрозоль с размерами частиц от 0.5 до 1.0 мкм легко делает сработку дымового извещателя, за счет того, что смещение оптического сигнала к зоне прямого луча увеличивает чувствительность к данному тесту в минимум в 5 раз. Благодаря таким опытам дымовой извещатель становится очень восприимчив к пыли и разного рода аэрозолям, но никого это особо не волнует, ведь результаты, полученные на установке дымовой канал положительные.

По этой причине извещатели показывают абсолютно разные показатели в «Дымовом канале» и при огневых испытаниях тестовыми пожарами.

Японские инженеры из организации Nochiki Corporation в 2000 году попытались создать дымовой извещатель, который по уровню чувствительности к различным типам дыма был близок к ионизационному извещателю.

Как следует из статьи журнала «Алгоритм безопасности» «С этой целью фирма Nochiki провела ряд исследований параметров частиц при горении различных материалов. В процессе работы обнаружилось, что, изменяя угол рассеяния луча в инфракрасном диапазоне между излучателем и фотоприемником, можно минимизировать различия между переотражением светового потока от серых и от черных дымовых частиц. На основании этих исследований была разработана оптическая дымовая камера с «плоской» характеристикой (технология «Flat Response»), которая по способности обнаружения черного дыма близка к ионизационному дымовому извещателю, а уровень обнаружения серого дыма не завышен».

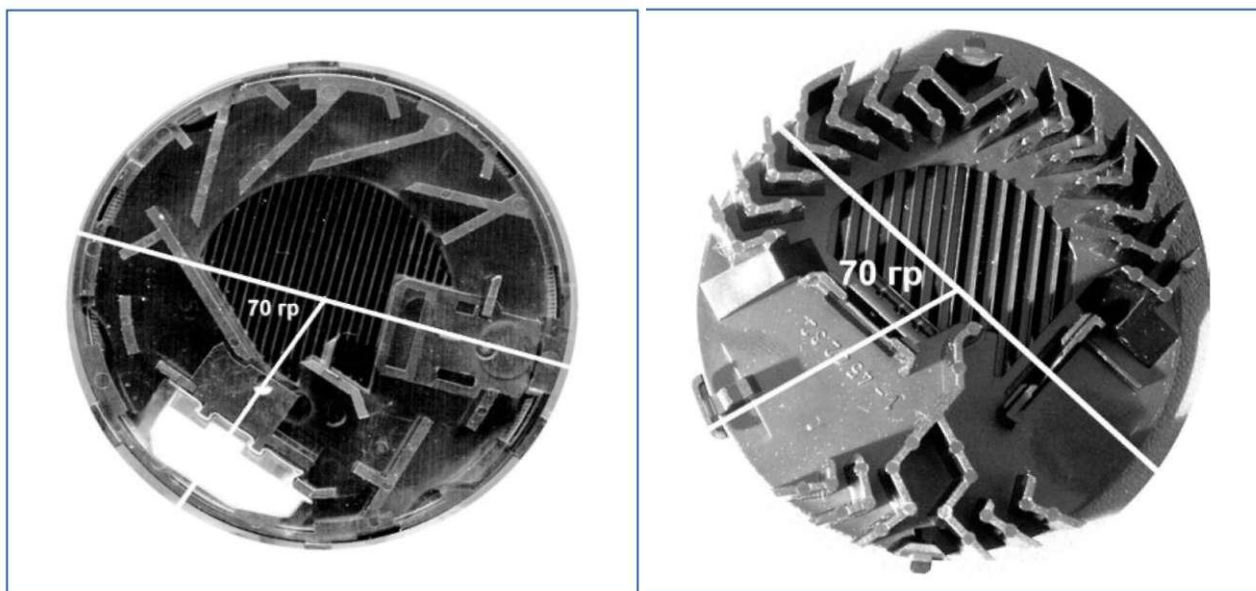


Рисунок 23 – дымовая камера с расположением светодиода и отражателя под углом в 70 градусов

Для реализации этой задачи понадобилось выполнить целый ряд работ по снижению уровня собственных шумов, вызванных отражением света излучателя от стенок оптической системы. Для этого они изменили технологию отливки элементов оптической системы. Также были проведены работы по повышению электромагнитной защищенности. Все это было связано с необходимостью смещения фотоприемника из зоны прямого рассеяния в непосредственную близость к зоне бокового рассеяния, где уровень интенсивности рассеяния намного ниже, чем в зоне прямого рассеяния. В этих извещателях точка наблюдения определена как $\theta=70^\circ$, что на тот момент было революционным поступком.

Таким образом, примерно в 2002-2003 годах была реализована заявленная технология «Flat Response», что позволило использовать точку наблюдения с более равномерной интенсивностью рассеяния для всех тестовых пожаров. В какой-то мере это одновременно привело к некоторому снижению чувствительности к пыли, аэрозолям и парам. [2].

По этому пути пошли и другие производители такие как System Sensor, Tyco, Siemens, Apollo.

Но такая система привела к тому, что упал усредненным уровень сигнала, поэтому пришлось вносить дополнительные изменения в конструкцию, так,

например, стенки и крышки оптической камеры были изготовлены с мелкими светопоглощающими линзами. Поэтому хорошие извещатели стоят на порядок выше наших отечественных извещателей.

Отечественные разработчики оптико-электронных дымовых извещателей идут совсем по другому пути. Размещая приемник оптического сигнала в зоне прямого рассеяния повышают его чувствительность к установке дымовой канал, благодаря чему падает стоимость компонентов извещателей, за счет снижения затраты на экранирование входных цепей. Так же снижается электропотребление, за счет того что снижается светоотдача излучателя. Вероятность ложных срабатываний в данных ситуациях даже не рассматривается. Как итог – наш рынок переполнен некачественным товаром с огромной вероятностью ложных срабатываний и минимальной работоспособностью.

Три основных параметра дымового извещателя:

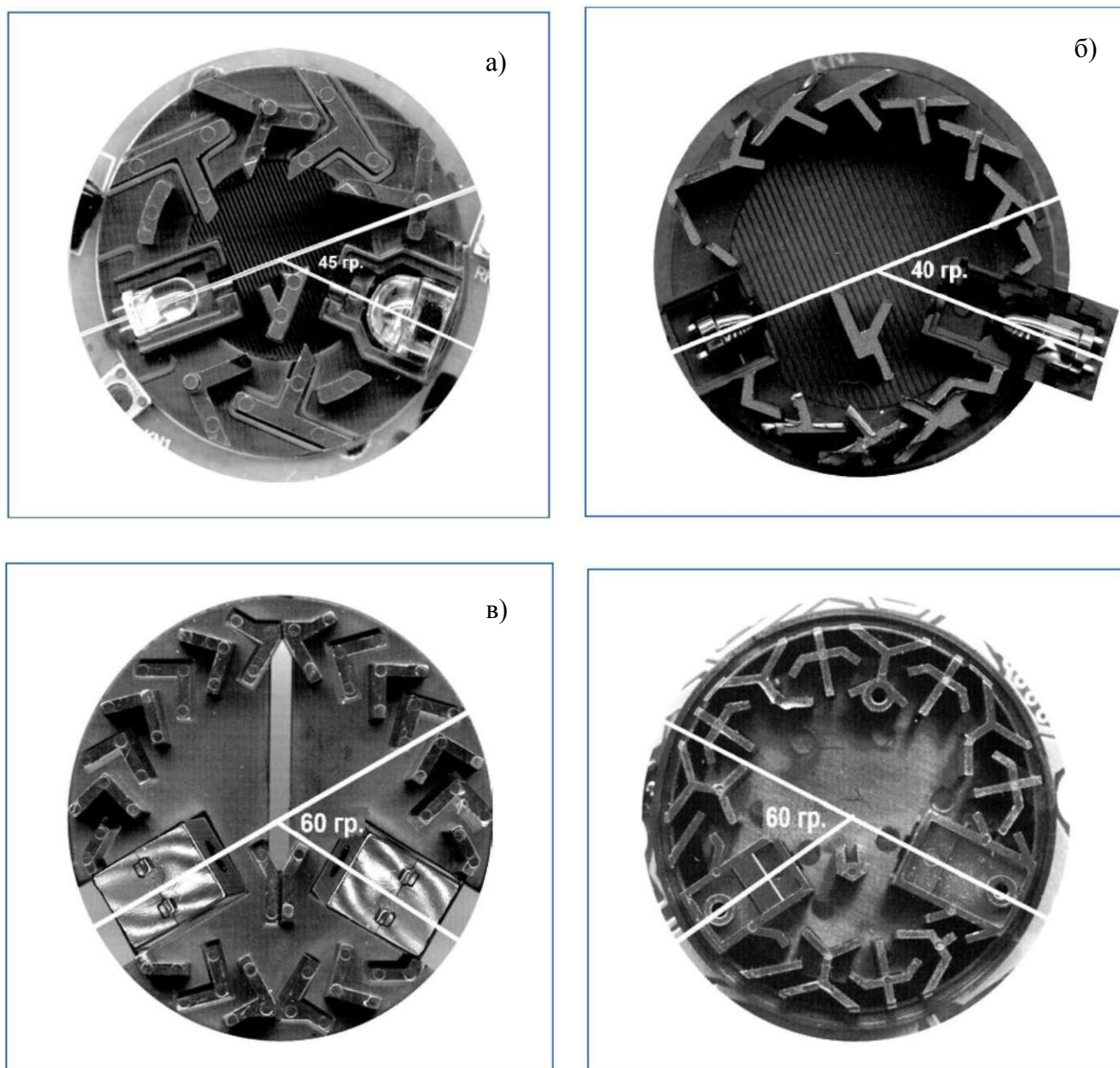
- обобщенную чувствительность тракта обработки, т.е. чувствительность ко всем частицам, которые появятся в оптической камере;
- защищенность от электромагнитных помех;
- защищенность от частиц, не являющихся продуктами горения, т.е. пыли, пара и всевозможных аэрозолей.



**Рисунок 24 – дымовая камера извещателя
фирмы Тусо**

Эти три параметра связаны крепкой нитью. Изменение одного параметра неизбежно несет за собой изменение другого. И эти изменения зачастую

наносит вред полезным свойствам извещателя. Так, например, увеличение защищенности от частиц таких как пыль, аэрозоли и т.п. мы уменьшаем защищенность от электромагнитных помех, а если мы уменьшим защиту от посторонних частиц, то не сможем пройти даже самый простой тест – «Дымовой канал» и настолько повысим защиту от электромагнитных помех, что использовать его возможно будет только в местах где его вообще нет.



Дымовые камеры со светодиодом и приемником под углом: а) 45° б) 40° в) 60° г) 60°

Рисунок 25 – дымовые камеры

Имеющееся аэродинамическое сопротивление как самого корпуса извещателя, так и его оптической системы значительно снижает как чувствительность к продуктам горения, так и чувствительность к частицам, не являющихся продуктами горения, одновременно не внося никаких улучшений в электромагнитную защищенность.

Где-то в 2001-2002 годах в ИВС «Сигналспецавтоматика» был налажен серийный выпуск извещателя ИП 212-44/43, в котором одним из первых в нашей стране была использована точка наблюдения с $\theta=60^\circ$, которая позволила создать очень неплохой по тому времени извещатель.



Рисунок 26 – Дымовые оптико-электронные извещатели иностранного производства

Более того, в 2004 году с участием сторонних экспертов был проведен сравнительный анализ его параметров с параметрами извещателя, выполненного по технологии «Flat Response», разработанной Hochiki Corporation. Результаты, за исключением некоторых не самых критичных параметров, получились достаточно схожими. И я уверен, что именно этот извещатель за эти годы многие специалисты оценили в своей практической деятельности.

Вот как примерно выглядит список лидеров по выбору оптимальной точки наблюдения среди отечественных извещателей:

- ИП 212-46 - $\theta=55^\circ$, «Контакт»;
- ИП 212-26 ДИП-У- $\theta=60^\circ$, «Контакт»;

- ИП 212-44 - $\theta=60^\circ$, ИВС Сигналспецавтоматика»;
- ИП 212-34 - $\theta=60^\circ$, «Болид»;
- ИПК8 (ИП 212-77) - $\theta=60^\circ$, «СКБ Электронмаш», Украина;
- ДИП - И (ИП 212-67) - $\theta=60^\circ$, «ЛВС Электроникс»;
- ДИП 66 (ИП 212-66) - $\theta=60^\circ$, «К-Инженеринг»; ИП 212-89 - $\theta=65^\circ$, «Элемент»;
- ДИП - ИС (ИП 212-70) - $\theta=70^\circ$, «ТЕХПРОМ» и «ЛВС Электроникс».



Рисунок 27 – Установка дымовой канал

Конечно, это не полный список, уверен, что он гораздо шире, но цели представить полный список и не ставилось в данной статье.

Вся полученная информация должна привести к каким то осмысленным выводам, которые в дальнейшем помогут как в теории, так и на реальной практике.

Когда речь идет о чувствительности к статическому дыму, который примерно равномерно распределен по объему, то тут все предельно просто и понятно. Получил в установке «Дымовой канал» значения 0.05 – 0.2 дБ/м и все, можно спать спокойно.

Для того чтобы понять как себя поведет дымовой извещатель в ситуации приближенной к реальности, а если конкретнее, то какова будет чувствительность к изменению оптической плотности среды, нужно воспользоваться результатами тестовых пожаров ТП2-ТП5. При этих испытаниях так же во всей красе извещатели показывают и свои аэродинамические свойства. По результатам данных испытаний можно и судить о реальных свойствах и чувствительности дымового пожарного извещателя.

И вот теперь самый главный вопрос, как оценить защищенность пожарного извещателя к частицам не являющимся продуктами горения.

За рубежом все намного проще, там не идут по пути наименьшего сопротивления, умышленно не удешевляют извещатели, у них есть нормы, которые четко прописывают допустимую вероятность ложных срабатываний, которые они должны реализовать и они их действительно реализовывают

В нашей стране все немного иначе, у нас добровольно не получается, значит нужно как то пронормировать данный показатель.

Конечно опытному специалисту достаточно просто вскрыть корпус извещателя и посмотреть на строение дымовой камеры, чтобы определить стоит ли использовать данный дымовой извещатель или нет, но не стоит этим оправдывать брешь в нормах, которая возникла не сегодня и не вчера, появилась она много лет назад, но не кто не считает нужным разобраться с ней. Видимо всех все устраивает и не кто не обращает внимание на то, что извещатель, показывавший приличные результаты при испытании в установке «Дымовой канал» после тестовых пожаров начинает вдруг не с того не с сего формировать ложным срабатывания.

Необходимо более серьезно отнестись к вопросам электромагнитной защищенности и уменьшению количеству собственных шумов. Это вызвано значительным снижением интенсивности рассеяния в зоне бокового рассеяния, куда потихоньку идут все производители, по сравнению с прямой зоной рассеивания. Но это не делается в целях экономии средств, впрочем, как не делается и много другое.

Наши производители идут по пути «дешево и сердито», используют некачественные световые диоды, которые теряют свою работоспособность в лучшем случае через год. Остается только оставить пластиковый клапан на извещателе и никогда его не снимать.

3. ИСПЫТАНИЯ ТЕСТОВЫМИ ПОЖАРАМИ И В УСТАНОВКЕ «ДЫМОВОЙ КАНАЛ».

Дымовые оптико-электронные пожарные извещатели, которые предназначены для обнаружения возгораний, должны иметь определенный показатель, который определял бы его возможность обнаружения опасных факторов пожара. На сегодня – это порог срабатывания в установке «Дымовой канал» и его стабильность при различных воздействиях.

Чувствительность пожарных дымовых оптико-электронных извещателей должна быть в диапазоне 0,05 – 0,2 дБ/м. Но является этот показатель достаточным для того чтобы четко определить чувствительность дымового извещателя и не требуется ли введение дополнительных параметров?

В ГОСТ 53325 сказано, что производитель обязан в технической документации на дымовой извещатель указать его чувствительность, которая должна проверяться и быть заверена сертификатом.

На самом деле все немного иначе, производители заявляют разную чувствительность, кто-то 0,12, а кто и вообще 0,35, что недопустимо, но конечный пользователь этого не видит, так как протоколы сертификационных испытаний по полученным значениям чувствительности недоступны.

Вместо этого все производители в технической документации на извещатель указывают диапазон, который указан в ГОСТе $m=0.05 - 0.2$ дБ/м. Отношение минимального значения к максимальному при этом равно 4, при разрешенных 1.6, а значит уже имеются серьезные нарушения со стороны производителей.

В итоге мы получаем, что реальных показателей чувствительности дымового извещателя мы не видим, а это значит что они все одинаковые и нет смысла ходить по магазину и выбирать какой то один ,самый надежный и качественный, а разница в стоимости – это лишь грамотный маркетинговый ход и не более.

Для того чтобы понять что из себя представляет установка дымовой канал и как она определяет чувствительность извещателей нужно разобраться в порядке измерения этой самой пресловутой чувствительности.

Данная установка представляет собой обычный замкнутый туннель, с общей длиной около 6 метров и с общим рабочим объемом в 0,6 кубометров, чуть



Рисунок 28 – Тестовый пожар 3. Тление хлопка

больше чем в морозильной камере. Данный объем воздуха гоняется по камере со скоростью 2 метра в секунду, что является принятой усредненной скоростью естественной конвекции дыма по замкнутому кругу. Постепенно в этот объем начинает подмешиваться дым от тлеющего фитиля или частицы специального аэрозоля. Как только срабатывает дымовой извещатель, определяется значение оптической плотности в камере. Данное значение и называется

чувствительностью, хотя увеличение плотности среды при этом составляет 4.7 процента на расстоянии 1м, что достигается за промежуток от 2 до 13 минут. Это соответствует нормам скорости нарастания оптической плотности как у нас, так и за рубежом от 0.015 до 0.1 дБ/м в минуту. Если извещатель действительно сработал в это время, то он соответствует предъявляемым требованиям.

Но этот параметр не имеет никакого отношения к раннему обнаружению опасных факторов пожара.

Но испытание при скорости потока, равном 0,2 м/с, то большинство наших отечественных извещателей срабатывать вообще не хотят. Ну не заходит в их оптические системы этот дым и все тут. А если попробовать принудительно этот дым затолкнуть в извещатель, а для этого скорость потока в туннеле увеличить до 1 м/с. Это вроде как и нарушение методики, но уж больно незначительное, ведь для нас главное при испытаниях не превысить предельную оптическую плотность среды. И вот уже что-то получилось, извещатель наконец-таки сработал - получите сертификат.

Испытания проводятся только с использованием тлеющего хлопкового шнура, но как определить чувствительность дымового извещателя к тлеющей древесине, чьи дымы светлые или к тлению синтетики с темными дымами и разнице в размерах частиц дыма в несколько раз. Об этом не знают, наверное, даже сами производители систем безопасности, поэтому сравнение пожарных дымовых извещателей между собой – занятие ненужное, это лишь трата драгоценного времени.

Как итог, отечественный рынок безопасности заполнен такими извещателями и это благодаря низким требованиям нормативных документов к продукции пожарно-технического назначения и не без участия экспертов сертификационных лабораторий.

В программе испытаний непосредственно оценка параметра чувствительности дымового пожарного извещателя не предусмотрена. Зато имеется такой интересный параметр как стабильность, который характеризует разброс значений

чувствительности и оценивается собственно заявленная производителем чувствительность дымового извещателя в определенном диапазоне.

Тогда встает вполне логичный вопрос - если измеренная чувствительность дымового извещателя окажется ниже нормируемой величины 0,2 дБ/м, это допустимо или нет. Методика проведения испытаний ответ на этот вопрос скромно умалчивает. Тогда зачем в общих требованиях нормировать эту величину. И вообще, зачем ее измерять.

А все очень просто – измерять ее нужно, но совсем для других целей. Все следующие испытания пожарного дымового извещателя, которые заложены в программе сертификации на стабильность, повторяемость параметров и их устойчивости к различным внешним воздействиям базируются на изменениях



Рисунок 29 – Тестовый пожар 2. Пиролиз древесины.

чувствительности при каких-либо внешних воздействиях по отношению к этой же чувствительности, но без этих самых воздействий. А какая разница, какова величина чувствительности у дымового пожарного извещателя без внешних воздействий, хоть 0.5, хоть 2.0 дБ/м. Хотя в новой редакции ГОСТ определен нижний предел чувствительности как значение в 3,0 дБ/м. (в европейских странах – 2,0 дБ/м). Есть где разгуляться.

Но нас интересует, чтобы все извещатели вовремя обнаружили пожар, но об этом в действующих нормах ничего не сказано.

С предельной максимальной чувствительностью (которая, кстати, с возможностью своевременного обнаружения пожара тоже никак не связана) дела обстоят немного иначе. Погрешность измерения устройства, предназначенного для определения удельной оптической плотности продуктов горения не должна превышать 0.02 дБ/м и как следствие измеряемая величина не должна превышать удвоенного значения погрешности. Вот тут как раз и находится значение максимальной чувствительности образцов, представляемых на испытания, которая, как теперь становится понятным, к обнаружению пожара не имеет никакого отношения, это просто ограничения средств измерения.

В седьмой части европейских норм EN54 значение максимальной чувствительности такое же как в наших нормах, но тут оно нормируется не в общих требованиях к пожарным дымовым извещателям, а в порядке проведения тестов и обозначается как «пороговое значение срабатывания ИП не должно быть меньше 0,05 дБ/м. Все просто и понятно.

Отсюда становится видно, что в установке «Дымовой канал» измеряют чувствительность пожарных извещателей только для оценки стабильности параметров, повторяемости и их устойчивости к внешним воздействиям и не больше. Ну тогда эту величину и не надо так строго нормировать, тем более есть реальная возможность воспользоваться зарубежным опытом.

А пока при существующих подходах пожарный извещатель как был много лет, так и остается черным ящиком с белым корпусом, с неизвестными содержимым и характеристиками. И эксперты всех испытательных лабораторий в курсе такой ситуации и даже не всегда с лучшими помыслами ею пользуются.

Реальную же чувствительность пожарного извещателя к продуктам горения сегодня можно можно определить только в рамках проведения тестовых пожаров, во всем мире именно так и делают.

Порядок проведения испытания тестовыми пожарами описан в журнале «Алгоритм безопасности»

Перейдем теперь к огневым испытаниям в виде тестовых пожаров.

Для этого зайдём в комнату с размерами 10x7x4 м. Как и в древние времена посередине пещеры размещен очаг, без него, вы же понимаете, никак нельзя. Над ним под потолком на удалении 3-х метров от спроецированного на потолок



Рисунок 30 – Тестовый пожар 1. Открытое горение древесины.

центра очага по окружности висят пожарные извещатели.

Кладем в очаг друг на друга три листа пенополиуритана (в обиходе его еще называют поролоном), каждый размерами 50x50 см и толщиной 2 см и поджигаем с одного угла. Измеренная оптическая плотность среды в непосредственной близости от извещателей должна достигнуть 1,73 дБ/м за промежуток времени от 140 до 180 секунд. За этот же промежуток времени все 4 представленных образца должны сработать. Вот это действительно скорость проведения испытаний. А какова при этом скорость изменения оптической плотности среды, да еще при таких объемах помещения, это вам не в холодильнике дым часами гонять. Данное испытание называется тестовым пожаром ТП-4.

А теперь поставим в наш очаг стальной поддон глубиной 5 см и размерами 33 на 33 см (площадь 0,1 м²) и нальем туда 650 граммов легко воспламеняющейся жидкости типа Н-гептан (в Европе наливают смесь этанола с толуолом, но разница невелика). Предельное значение оптической плотности, равное 1,24 дБ/м

в зоне измерения, должно быть достигнуто за промежуток времени от 120 до 240 секунд. За этот же промежуток времени и никак не позже те же 4 представленных образца должны сработать. Данное испытание называется ТП-5. Представляете себе, насколько это красочное действие, ведь испытания проходят при выключенном освещении. А главное, как эксперт может повлиять на сам процесс этих испытаний. Изменение оптической плотности и концентрации продуктов горения, а также время срабатывания ИП регистрируются на компьютере, а над огнем помахать фанеркой никому на ум не придет, тем более в само помещение для огневых испытаний во время проведения теста вряд ли кто полезет, находиться там просто опасно для жизни. Сработали извещатели, значит, сработали, в противном случае их можно забирать и спокойно идти домой.

В «Дымовом канале» главное условие – высокая чувствительность тракта обработки сигнала поступающего из оптической системы дымового извещателя. В тестовых пожарах на первый план выходит показатель аэродинамического сопротивления при возникновении продуктов горения в саму дымовую камеру. В этом и есть разница двух испытаний.

Первые результаты проведения огневых испытаний в России показали, что разница между испытаниями в «Дымовом канале» и при тестовых пожарах весьма существенна. Некоторые извещатели при испытаниях тестовыми пожарами показывают хорошие результаты, а другие крайне неудовлетворительные.

Из зарубежного опыта проведения испытаний известно, что извещатели, имеющие в «Дымовом канале» чувствительность хуже 0,15 дБ/м при скорости потока, равном 0,2 м/с (а никак не при 1,0 м/с), и при скорости роста удельной оптической плотности около 0,1 дБ/м (а не при минимально допустимой 0,015 дБ/м) в минуту, тестовые пожары ТП4 и ТП5 просто не пройдут, не говоря о ТП2. При серийном производстве ИП рекомендуется иметь среднюю чувствительность, равную $0,08 \pm 0,02$ дБ/м, при которой только из-за разброса параметров оптоэлектронных приборов не будут превышать допустимые отклонения³.

³ Алгоритм безопасности №4 2015 Санкт-Петербург С.27

Это еще раз подтверждает необоснованность использования «Дымового канала» в качестве основного испытания для дымовых пожарных извещателей

Проблема в том, что изменение оптической плотности тестовых пожаров ТП-4 и ТП-5 очень сильно разнятся.

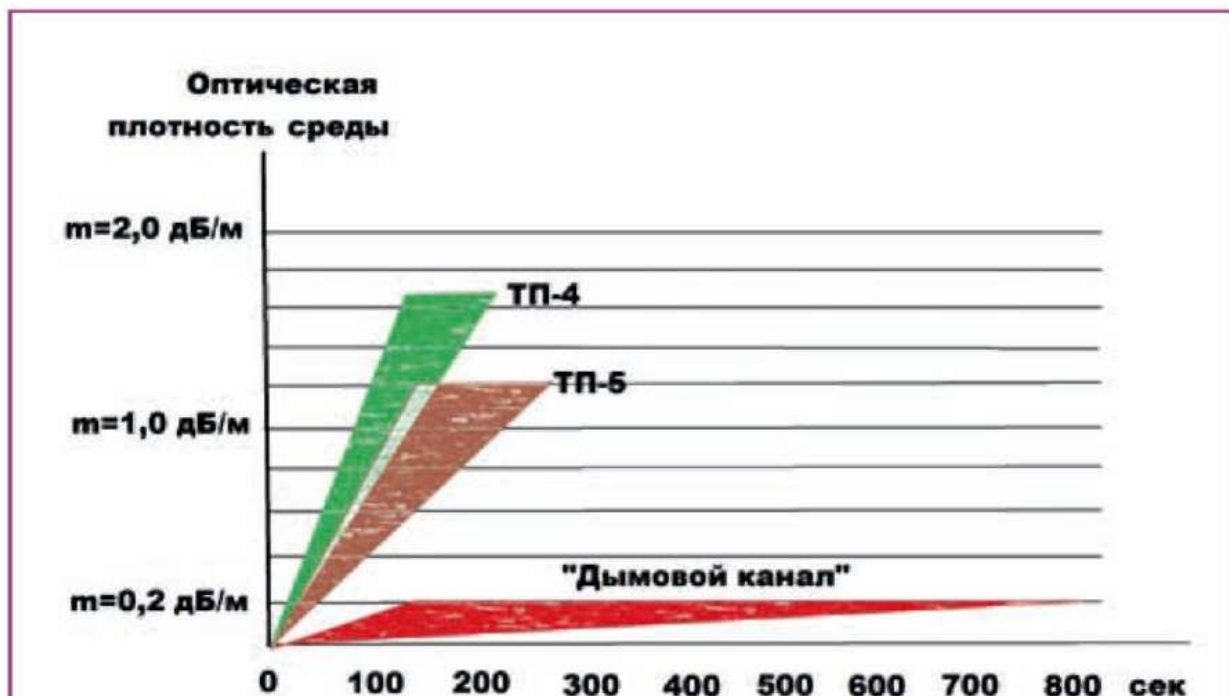


Рисунок 31 – График нарастания оптической плотности окружающей среды для различных испытаний

На графике отчетливо видна эта разница.

Но самое интересное что достаточная часть отечественных дымовых оптико-электронных извещателей проходят два этих тестовых пожара. Все дело в том, что оба эти возгорания имеют высокую интенсивность тепловыделения и поэтому частицы дыма с большой скоростью поднимаются вверх и очень быстро попадают в дымовые камеры испытуемых образцов извещателей, ну или пытаются туда попасть, учитывая конструкторское строение корпуса извещателя. Благодаря этому испытуемые образцы с легкостью обнаруживают возгорание.

Первый тестовый пожар, который показывает явные отличия в возможности улавливания возгорания на ранних стадиях является тестовый пожар под номером 3.

Берется порядка 80-90 хлопковых шнурков длиной около 80 см. Развешиваются они над нашим любимым очагом посередь пещеры на кольцо с диаметром 10 см, поджигаются, и происходит их тление с выделением светлого

дыма, как и в «Дымовом канале». Требуемая скорость изменения плотности оптической среды данного тестового пожара достигается как выбором удельной массы этих фитилей, так и их количеством.

Интенсивность тепловыделения у этого тестового пожара намного ниже, чем у предыдущих ТП-4 и ТП-5, и, как следствие, восходящий поток уже не такой сильный. На первом этапе дым начинает смещаться по горизонтали то в одну сторону, то в другую, и очень долго не хочет подойти вплотную к испытываемым образцам, размещенным под потолком.

При данном испытании наблюдается серьезная разница во времени срабатывания между различными типами извещателей.

Казалось бы, разница изменения скорость оптической плотности намного ниже и не сильно превосходит скорость нарастания в «Дымовом канале». Разница в том, что скорости воздушного потока достаточно малы и благодаря этому отсутствует как таковой восходящий дымовой поток, а это значит что частицы дыма намного дольше по времени достигают дымовой камеры пожарного извещателя. В этом испытании на первое место становится обтекаемость корпуса извещателя и время отведенное для определения продуктов горения в дымовой камере. А самое главное, повлиять на ход испытаний уже невозможно, так как это произвольный процесс, который нельзя подкрутить или довернуть.

Данный тестовый пожар могут пройти и «среднячки» среди извещателей, так как практически в половине случаев пожарные извещатели имеют трехкратный запас по времени на обнаружение.

Остальные же дымовые извещатели отпадают и проверять их дальше не имеет никакого смысла.

Самым важным тестовым пожаром является ТП-2, потому что при испытании четко проявляются все особенности строения корпуса, его аэродинамические свойства.

Условия, при которых проводится тестовый пожар ТП-2.

- температура в помещении для тестовых пожаров должна находиться в пределах 18-28° С (по EN54 она должна находиться в пределах 23±5° С, вот что значит практический опыт);
- атмосферное давление в пределах 98104 кПа (735-780 мм рт.ст.);
- относительная влажность в пределах 30% - 80%.

Для начала необходимо подготовить десять сухих палочек из бука. В действующей редакции ГОСТ Р 53325 от 2009 года была возможность использовать для этого и ель, и сосну, и даже осину, проверили - отказались. А вот в EN 54 эти буковые палочки помимо всего прочего должны еще иметь влажность не более 5%. Подготовленные палочки, каждая размером 75x25x20 мм, укладываются звездой на плитку. Эта плитка должна иметь возможность нагреться до температуры 600° С за время не более 11 минут. Ну вот, наш очаг к испытаниям готов, включаем плитку.

Первые 4-5 минут дым от тлеющих палочек вообще не может оторваться на высоту более полутора метров. Дым блуждает по помещению из стороны в сторону, ищет в нем более холодное пространство, куда бы он мог податься, но

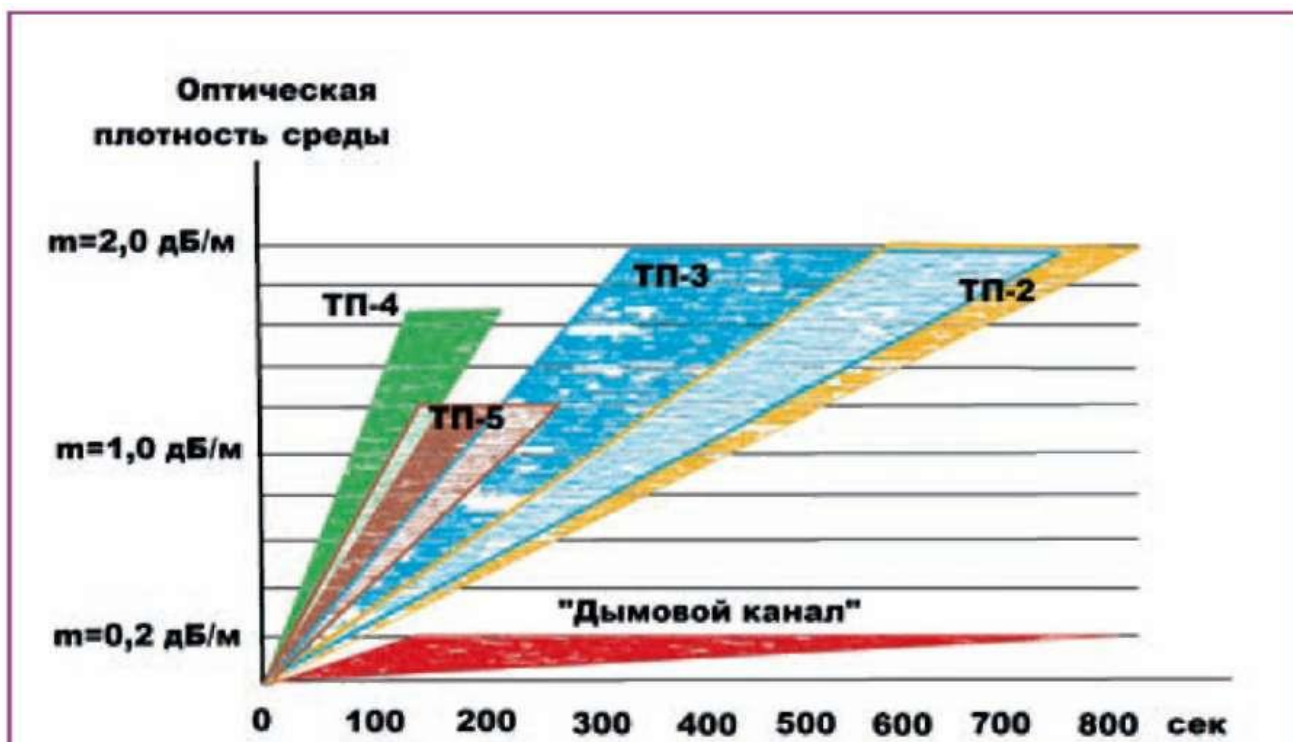


Рисунок 32 – График нарастания оптической плотности окружающей среды для всех огневых испытаний.

теплоемкости ему так и не хватает, чтобы подняться выше. Вот уже начинают появляться отчетливые клубы (султаны) дыма. Дым все больше и больше получает от очага тепловой энергии. Начал заполнять прохладные углы под потолком, откуда постепенно пошел расплзаться по всей площади потолка. Контрольные приборы показывают, насколько неравномерно происходит изменение оптической плотности вблизи образцов извещателей. Этот процесс постоянно грозит выйти из нормируемых границ. И вот на 8-ой - 9-ой минуте начинают срабатывать извещатели.

На дым тлеющей древесины ТП-2 с такими низкими параметрами интенсивность и слабым восходящим потоком большое влияние оказывают многие параметры, например влажность и атмосферное давление.

При повышенной влажности дым становится более тяжелым и ему уже не так легко подняться под потолок к дымовому извещателю. При этом недопустимо наличие сквозняков в вентиляции, так как дым сразу будет уходить в эти щели.

Разница между температурой воздуха на полу и под потолком так же влияет на восходящий поток. Теплый воздух, который скапливается вверху имеет очень низкую теплоемкость и затрудняет восхождение дыма от тлеющей древесины к потолку.

Так, например, в испытательной лаборатории Bosch имеется огромное количество датчиков, трубопроводов, которые работая вместе, выравнивают температуру воздуха за счет нагрева или охлаждения труб.

Проблема возникает так же при попытке дыма попасть в дымовую камеру, в условиях тестового пожара ТП-2 аэродинамические свойства извещателей выходят на первое место и являются самыми главными, так как их невозможно ничем компенсировать.

«Дымовой канал», в отличии от подобных зарубежных установок, имеет ограниченное сечение и воздушных поток даже на малых скоростях попадает в дымовую камеру, в помещении тестового пожара высота потолков достигает 4 метров, здесь уже воздушный поток просто так в дымовую камеру не загнать, придется постараться и это ляжет на плечи разработчиков дымовых пожарных извещателей.

Абсолютная разница между тестовыми пожарами и испытанием в дымовой камере видна на графике.

Таблица 1 – Взаимосвязь параметров дымового извещателя.

	Конструктивный параметр ИП	Взаимосвязь с другими конструктивными параметрами ИП
1	Чувствительность ИП в установке «Дымовой канал»	<p>Определяется путем медленного последовательного повышения концентрации продуктов горения до момента срабатывания ИП.</p> <p>Зависит от:</p> <ul style="list-style-type: none"> - чувствительности тракта обработки сигнала, поступающего от фотоприемника;

Продолжение таблицы 1

		- мощности светоизлучателя.
1.1	Чувствительность тракта обработки сигнала от фотоприемника	Чрезмерная чувствительность тракта обработки ведет к снижению защищенности к внешним электромагнитным помехам, а также к пониженной защищенности от собственных шумов оптической системы. И то, и другое повышает вероятность ложных срабатываний.
1.2	Повышенная мощность светоизлучателя	Напрямую связана с током потребления ИП, а как следствие с повышенным энергопотреблением всей установки пожарной сигнализации и допустимым количеством ИП в ШС. Чрезмерное увеличение ведет к повышению уровня шумов оптической системы, а после полутора-двух лет эксплуатации в таком режиме за счет снижения яркости светоизлучателя реальная чувствительность ИП падает до нуля.
2	Аэродинамическое сопротивление ИП	Включает в себя: - обтекаемость корпуса ИП, - аэродинамическое сопротивление оптической системы, - аэродинамическое сопротивление защиты от мелких насекомых, - аэродинамическое сопротивление защиты от фоновой освещенности.
2.1	Обтекаемость корпуса ИП	Должна обеспечивать максимальное проникновение продуктов горения сквозь отверстия в корпусе ИП внутрь оптической системы. Хорошая обтекаемость позволяет

Продолжение таблицы 1

		воздушному потоку просто обходить извещатель, не заходя в него.
2.2	Аэродинамическое сопротивление оптической системы	Большое аэродинамическое сопротивление оптической системы значительно замедляет ее заполнение продуктами горения, что ведет к большой инерционности срабатывания или к необходимости регистрации пожара при минимальном количестве продуктов сгорания, а это высокая вероятность ложных срабатываний.
2.3	Защищенность от мелких насекомых	Наличие статически заряженных сеток и решеток, а также небольшие размеры отверстий в них повышают аэродинамическое сопротивление всего ИП, что приводит к снижению чувствительности. Увеличение же размеров отверстий более 1 мм приводит к значительному снижению защищенности от мелких насекомых.
2.4	Защищенность от фоновой освещенности	Повышенная защищенность с использованием всякого рода шторок и перегородок увеличивает аэродинамическое сопротивление ИП, что приводит к снижению чувствительности. Пониженная защищенность увеличивает вероятность ложных срабатываний от источников света.
3	Чувствительность ИП к тестовым пожарам	Определяется путем повышения концентрации продуктов горения и оптической плотности среды до момента срабатывания ИП. Скорость изменения концентрации зависит от вида горючего материала. Зависит от чувствительности ИП, измеренной в «Дымовом канале», от

Продолжение таблицы 1

		аэродинамического сопротивления ИП, от длительности сеансов измерения, периода между ними (у пороговых извещателей это от 5 с до 30 с и более) и количества этих сеансов для принятия решения. Испытания осуществляются путем проведения тестовых пожаров ТП2-ТП5.
--	--	--

Данный график четко показывает что, протекающей с медленной скоростью тестовые пожары ТП-2 и ТП-3, они намного ближе к реальным событиям возникающим во время пожара, а различные дымы которые получаются в результате тления очага в тестовых пожарах ТП-2 – ТП-5 гарантируют обнаружение широкого спектра возгорания различных материалов.

В этом и состоит суть использования для испытаний дымовых извещателей тестовых пожаров.

Взаимосвязь этих двух параметров тестовых пожаров обычно очень многих сбивает с толку. В двух словах это надо пояснить. Для тестовых пожаров ТП-2 и ТП-3 испытания заканчиваются по достижении плотности оптической среды, равной 2,0 дБ/м, а вот для тестовых пожаров ТП-4 и ТП-5 с темными дымами испытания заканчиваются по достижении концентрации продуктов горения $Y = 6$, измеренной с помощью ионизационной контрольной камеры, которая так же, как и измеритель оптической плотности располагается в непосредственной близости от извещателей.

Несмотря на это, для всех типов тестовых пожаров предусмотрено четкое соответствие границ оптической плотности и концентрации продуктов горения в виде графиков. Одновременный контроль и за оптической плотностью среды, и за концентрацией продуктов горения в ней - это в какой-то мере дополнительные защитные меры для корректного проведения тестов.

Помимо вышеперечисленных тестовых пожаров в новой редакции ГОСТ Р 53325 предусмотрено еще 8 других тестовых пожаров: для тепловых извещателей

(ТП-б) и для аспирационных извещателей трех классов чувствительности (А, В и С).

В новой редакции ГОСТ Р 53325 помимо того, что тестовые пожары становятся обязательными при проведении сертификационных испытаний, есть еще одно очень интересное новшество. Оно не предусмотрено в зарубежных стандартах.

Речь идет о классификации пожарных извещателей по их чувствительности к тестовым пожарам, присутствующая еще в ГОСТ Р 50898-98 «Извещатели пожарные. Огневые испытания».

Для каждого класса установлены следующие предельные значения контролируемых параметров:

- класс I ($DT1 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $m1 = 0,5\text{ дБ/м}$, $Y1 = 1,5$);
- класс II ($DT2 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $m2 = 1,0\text{ дБ/м}$, $Y2 = 3,0$);
- класс III ($DT3 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, $m3 = 2,0\text{ дБ/м}$, $Y3 = 6,0$).

Это позволит сравнить между собой различные типы пожарных извещателей по каждому тестовому пожару отдельно. Вполне возможно, что такая классификация наконец-таки даст возможность как заказчикам, так и проектно-монтажным организациям осуществлять осознанный выбор для последующего использования извещателей не столько по ценовым параметрам, сколько по их обнаружительной способности. И есть надежда, что большая часть споров о качестве тех или иных извещателей в обозримом будущем сможет быть подтверждена конкретными данными. Некоторые специалисты, правда, сомневаются в эффективности и точности методики такой классификации, но время покажет.

Данную классификацию можно еще дополнить данными, приведенными в п.4.2.1.3 проекта новой редакции ГОСТ Р 53325: «Электрические характеристики ИП в дежурном и тревожном режиме (напряжения, токи, эквивалентные сопротивления, наличие стабилизации напряжения или тока и минимально допустимое напряжение питания в режиме выдачи тревожного извещения), а также время восстановления дежурного режима после снятия напряжения

питания, должны быть установлены в технической документации (ТД) на ИП конкретных типов и должны соответствовать электрическим характеристикам шлейфа пожарной сигнализации ППКП, с которым предполагается использовать данные ИП».

К этому еще неплохо бы добавить такую очень важную величину, как степень электромагнитной совместимости, характеризующую защищенность от внешних электромагнитных помех, а вот с ее определением у нас так же плохо, как и сейчас с определением чувствительности. Требования наших норм по этой величине как минимум на порядок ниже зарубежных, а тут еще и сами измерения могут быть не всегда объективными.

И тогда, соединив все это, вместо какого-то черного ящика в виде пожарного извещателя с белым корпусом мы сможем получить абсолютно понятный элемент системы пожарной сигнализации с конкретными характеристиками.

Несмотря на внешнюю простоту точечного дымового оптико-электронного дымового пожарного извещателя, это исключительно сложное изделие. Здесь речь не идет о схемотехнических решениях электрической схемы, хотя это тема достойна отдельного разговора.

В этом типе ИП как нигде проявляются взаимоисключающие конструктивные параметры, влияющие на возможность обнаружения опасных факторов пожара (таблица 1).

Из приведенной таблицы становится очевидным, что ни один конструктивный параметр ИП не может быть не увязан с другими, несмотря на их взаимоисключающие свойства.

И здесь хотелось бы еще раз отметить, что из всех перечисленных в таблице конструктивных параметров на сегодняшний день подвержена проверке лишь одна треть, да и то в отрыве от возможности обнаружения пожара. Это, в частности, касается чувствительности ИП в установке «Дымовой канал» и защищенности от фоновой освещенности. А как же быть с остальными составляющими?

Чувствительный к пожарам и при этом еще и устойчиво работающий извещатель - это удачный компромисс между всеми исключаящими друг друга составляющими. В частности, любые попытки компенсации высокого аэродинамического сопротивления путем увеличения статической чувствительности значительно повышают вероятность ложных срабатываний при эксплуатации, что мы имеем сплошь и рядом.

Для разработки таких извещателей требуется глубокое знание теории оптики, аэродинамики и технологии процессов. И без хорошей научно-исследовательской, в том числе экспериментальной базы, тут никак не обойтись, а этого нашим производителям ой как не хватает.

Итогом всей этой работы и является удачное прохождение ИП огневых испытаний, результаты которых и подтверждают правильный выбор соотношения между собой всех составляющих ИП.

Когда на одной из Российских выставок пару лет назад ведущему зарубежному специалисту предоставили возможность разобрать один из наших дымовых извещателей, он сказал, что это может быть все, что угодно, но только не пожарный извещатель. Это видно невооруженным глазом и без всяких испытаний. Рано или поздно большинство из нас это тоже поймет.

4 РАЗРАБОТКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СИСТЕМЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Единственное что требуется от пожарного извещателя – обнаружить очаг возгорания на ранней стадии пожара.

Опасный фактор пожара, который обнаруживает пожарный дымовой точечный оптико-электронный извещатель.

Дым — устойчивая дисперсная система, состоящая из мелких твёрдых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газах. Дым — типичный аэрозоль с размерами твёрдых частиц от 10^{-7} до 10^{-5} м. В отличие от пыли — более грубодисперсной системы, частицы дыма практически не

оседают под действием силы тяжести. Частицы дыма могут служить ядрами конденсации атмосферной влаги, в результате чего возникает туман.

Дым бывает трех видов: белый, серый и темный.

Конденсация пара – основной механизм образования дыма при горении.

При разложении соединений под воздействием повышенной температуры и при недостатке кислорода (процесс пиролиза) возникают высшие углеводороды, молекулярный вес и концентрация которых увеличивается до тех пор, пока не возникнет пересыщение паров и не начнется конденсация - образование мельчайших капель вокруг углеродных ядер (центров конденсации). Ядра непрерывно растут, а водород улетучивается до тех пор, пока капельки не превратятся целиком в углерод.

В зоне реакции молекулы сталкиваются между собой, образуя ядра, из которых путем захвата других молекул вырастают первичные частицы сажи, основа дыма. Эти первичные частицы сажи имеют практически сферическую форму и аморфное строение. Под воздействием тепловых потоков первичные частицы сажи покидают зону реакции, чтобы впоследствии предстать уже в виде дыма⁴.

Вторая особенность, которую надо учитывать при определении требований к дымовым пожарным извещателям, заключается в том, что при горении разных материалов и дымы будут разные.

Удельная теплота сгорания для разных органических соединений разная, следовательно, и среда формирования частиц дыма у них также разная. Для сравнения можно привести древесину и полимерные соединения. Но способность органических соединений дымить при свободном горении на воздухе зависит не только от соотношения углерода и водорода, большое значение имеет строение молекул конкретных веществ: при горении разных материалов и дымы будут разные. В частности, органические соединения, состоящие из компактных молекул, например, молекул с бензольным кольцом, легче всего образуют углеродные частицы. Спектр дымов очень широк. Даже в случае сигаретного

⁴ А.В. Зайцев. Алгоритм безопасности №1, 2015, С.15

дыма размеры и форма частиц дыма разных сортов табака абсолютно друг на друга не похожи.

Третья очень важная особенность дыма. В процессе пожара дым меняет свои свойства, при удалении от очага пожара дым модифицируется как по концентрации, так и по размерам частиц и форме.

В самом начале, пока костер еще не разгорелся. После того как он разгорится будут появляться сажа и уже потом появиться белый дым.

Как только первичные частицы сажи под воздействием тепловых потоков покидают зону реакции, сразу начинается процесс коагуляции, т.е. объединение мелких частиц в большие по размеру. В этом случае частицы сажи, получающиеся при неполном сгорании, образуют длинные цепочки, у которых еще появляются электростатические заряды. Если дым первоначально и содержит твердые сферические частицы, то в нем в процессе последующей коагуляции образуются агрегаты (соединенные или слипшиеся между собой частицы) неправильной формы. Таким образом, сначала появляются какие-то одни частицы дыма, постепенно они становятся иными, а обнаруживать с помощью пожарных извещателей нужно будет и те, и другие⁵.

Как же происходит модификация частиц дыма во времени и пространстве? Об этом подробно написано в статье опубликованной в журнале «Пожарная безопасность».

На начальном этапе возгорания (тления), когда конвективная часть мощности тепловыделения очага очень мала, за счет коагуляции образуется хорошо видимый дым с частицами достаточно больших размеров, такой же, как и на рисунке.

По мере развития горения температура в очаге повышается и возрастает конвективная мощность тепловыделения. В зоне реакции уже формируются частицы меньших размеров, и такой дым виден плохо, иногда его называют серым или темным.

⁵А.С. Иванов Алгоритм безопасности №2, 2014 С.21

Поднимаясь над очагом, дым попадает в еще не нагретые слои воздуха, охлаждается, и его мелкие частицы агломерируются (спекаются между собой), образуя агрегат. Крупные частицы агрегата хорошо рассеивают свет, т.е. дым опять становится видимым, как и на начальном этапе возгорания, только уже на некотором удалении от зоны реакции. Его обычно называют «белым». При дальнейшем подъеме конвекционный поток ослабевает, и слипшиеся между собой и в результате этого потяжелевшие частицы перестают подниматься, а остывая, начинают даже опускаться (идет клубление дыма).

Но, с учетом постоянно возрастающей энергии тепловыделения при пожаре, они попадают в газовые струи, где получают дополнительную энергию, и их поток опять начинает подниматься вверх. Постепенно образуются устойчивые султаны и потолочные струйные потоки, которые переносят дым к расположенным на потолочном перекрытии пожарным извещателям. Вот здесь-то мы их не просто должны, а обязаны обнаружить.

По мере развития пожара области темного и белого дыма постепенно отдаляются от места возгорания.

Если же на каком-то этапе тепловой энергии для подъема частиц дыма не хватает, то дым не достигает потолочного перекрытия, а зависает слоем на некоторой высоте. Этот процесс называется стратификацией и очень характерен для холодного табачного дыма.

Таким образом, в процессе продвижения от очага к пожарному извещателю, свойства дыма неоднократно изменяются. Соответственно и частицы дыма могут менять размеры от 0,1 до 0,5-0,6 мкм и обратно. Такие же примерно размеры имеют частицы табачного дыма.⁶

Итак, сформируем основные свойства дыма:

- дым, как один из опасных факторов пожара, очень трудно отличить от других аэрозолей (пыль, туман, бытовые и промышленные аэрозоли и т.п.), т.к. он сам является аэрозолем;

⁶Д.А. Макаров Алгоритм безопасности №2, 2014 С.24

- разные материалы при горении выделяют дым со своими свойствами и характеристиками;
- на начальном этапе развития пожара на свойства дыма очень сильно влияют параметры окружающей среды (температура и влажность в помещении, потоки воздуха и т.п.);
- дым меняет свои свойства в процессе развития пожара
- при перемещении и удалении от очага возгорания дым модифицируется как по концентрации, так и размерам и форме своих частиц.

Этому способствует несколько причин: неустойчивость и изменчивость дыма и изменчивость самого пожара, который начинается с горения одного вещества и превращается в горение большого числа разных веществ с разными физическими свойствами и выполненными из разных материалов.

И вот тут возникает вопрос, а каких размеров частицы дыма должен обнаруживать дымовой пожарный извещатель? Ведь этим будет определяться его месторасположение в помещениях по отношению к месту возможного возникновения пожара? Если очаг пожара предположительно будет находиться в непосредственной близости от извещателя, то он должен иметь возможность регистрировать самые маленькие частицы дыма. По мере удаления места размещения извещателя от места предполагаемого очага пожара извещатель должен иметь возможность регистрировать агломерированные (спекшиеся между собой) частицы с увеличенными размерами и в гораздо меньшей концентрации. И какой тут выбрать подходящий для данной задачи извещатель?

Но это глубочайшее заблуждение. В действительности для достоверного обнаружения пожара мы должны иметь возможность обнаружения частиц дыма всех размеров, от самых маленьких до больших, имеющих как самую минимальную кинетическую тепловую энергию, так и большую, невзирая на электрический потенциал, который они с собой несут. Никакой селективности к различным типам дыма у пожарных извещателей быть не должно!

Это четвертая и, наверное, самая главная особенность, которую нужно учитывать при рассмотрении требований к дымовым пожарным извещателям.

Когда определены основные свойства дыма, можно перейти к вопросу его достоверного и своевременного обнаружения.

Существует два основных способа обнаружения пожара: абсорбционный и нефелометрический. Первый основан на ослаблении интенсивности светового потока, второй – на регистрации рассеянного отраженного светового потока.

Абсорбционный способ характерен для линейных дымовых пожарных извещателей.

В дымовых точечных извещателях используется нефелометрический способ основанный на теории рассеяния световой волны частицами малых размеров.

Проблема в том, что интенсивность рассеяния излучения светодиода инфракрасного извещателя от частиц дыма в несколько раз слабее фоновой освещенности в любом помещении, где стоят дымовые пожарные извещатели. Фоновая освещенность получается от искусственных источников света расположенных в защищаемом помещении.

Для защиты от фоновой освещенности и служат корпус и особое строение дымовой камеры, но при этом они же способствуют тому, что дымовой извещатель позже обнаруживает частицы дыма и позже оповещает об этом, так как сам корпус и оптическая система исполненная в виде лабиринта имеют очень большое аэродинамическое сопротивление, а чем больше аэродинамическое сопротивление, тем сложнее дыму попасть в дымовую камеру.

Кроме этого в конструкции извещателя так же имеется сеточка, которая защищает дымовой извещатель от попадания внутрь дымовой камеры мелких насекомых. Это еще одно препятствие для дыма на пути к дымовой камере. На пути к чувствительному фотоэлементу, дым должен преодолеть все препятствия и не важно каких размеров частицы.

Таким образом, многие ИПДОТ теряют свое главное свойство – обнаружение пожара тогда, когда он только начинается, когда дыма еще не видно и есть возможность потушить его собственными силами, а не когда все уже в дыму и стоит надеяться только на пожарных.

Для того чтобы максимально сократить время обнаружения возгорания нужно отказаться всех этих сеточек и лабиринтов в дымовой камере, но перед этим нужно предусмотреть какое-то технически верное и проверенное решение, которое защитит фотозащитный элемент от воздействия фоновой освещенности.

Уже довольно давно известны, изучены и широко и успешно применяются способы передачи и обработки сигналов, благодаря которым фоновая освещенность приемника уже не так влияет на работоспособность дымовых оптико-электронных извещателей.

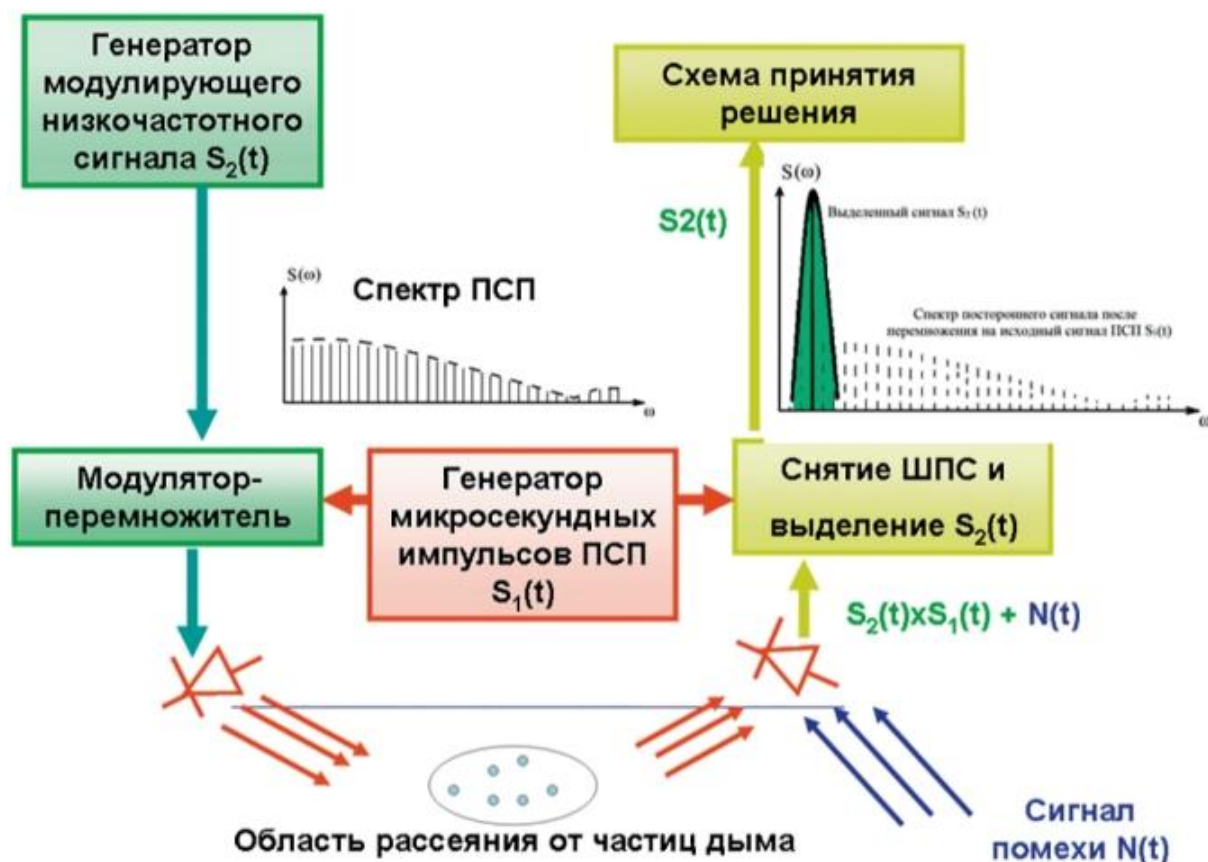


Рисунок 33 – Принцип селекции полезного сигнала

Это возможно благодаря применению широкополосных сигналов, которые исключают воздействие фоновой засветки.

Метод прямой последовательности – один из методов расширения спектра сигналов.

На рисунке 33 представлен упрощенный принцип селекции полезного сигнала при наличии внешних помех с использованием ШПС.

Для получения ШПС используется генератор псевдослучайных последовательностей (ПСП), имеющий высокую тактовую частоту: чем выше частота, тем шире спектр. Чем больше период повторения (длина кода) псевдослучайной последовательности, тем больше формируется гармонических составляющих, тем шире и равномернее спектр сигнала. Т.е. при идеальном источнике случайного сигнала был бы сформирован равномерный спектр неограниченной ширины, который еще называется «белым шумом».

Современные светодиодные излучатели имеют возможность передавать частотно или фазомодулированные сигналы с полосой до 100 МГц путем прямой модуляции. Это позволяет в передающем тракте извещателя сформировать на базе генератора ПСП широкополосный сигнал $S_1(t)$. В зависимости от периода повторения ПСП он может содержать до нескольких сотен гармонических составляющих.

Для простоты дальнейшей обработки этот ШПС перемножается с модулирующим вспомогательным сигналом $S_2(t)$, имеющим частоту сигнала от десятых долей до единиц кГц. Далее данный сложный широкополосный сигнал поступает на светодиодный излучатель.

Обнаружение частиц дыма происходит вне корпуса извещателя, на расстоянии от него от 3 до 6 см.

Рассеянное излучение светодиода от частиц дыма после приема фотодиодом и необходимого усиления попадает на перемножитель-коррелятор. В нем путем перемножения поступающего на вход сложного сигнала с исходным сигналом $S_1(t)$ и последующей узкополосной фильтрации происходит выделение сигнала от вспомогательного генератора $S_2(t)$.

Из основ математического анализа и теории передачи сигналов известно, что результат перемножения двух сигналов описывается корреляционной функцией $K(t)$, и ее значение максимально для абсолютно схожих по всем своим параметрам сигналов. Для ортогональных сигналов (абсолютно не похожих друг на друга) $K(t)$ имеет значение, равное нулю. В частности, при перемножении

сигнала $S(t)$ самого на себя на выходе перемножителя всегда присутствует постоянная составляющая.

В нашем случае это будет вспомогательный сигнал $S_2(t)$. После узкополосной фильтрации по уровню выделенного сигнала $S_2(t)$ по тем или иным критериям можно принимать однозначное решение об обнаружении признака пожара и формировать в требуемом виде выходной сигнал.

Таким образом, если бы не некие преобразования и перемножения как в передающем, так и приемном трактах, то все было бы аналогично, как в обычных ИПДОТ с закрытыми оптическими системами.

А вот и самое главное. Что же в данном случае произойдет при поступлении на оптический приемник этой схемы сигнала внешней засветки $N(t)$?

Известно, что все естественные и искусственные источники излучают свет с ограниченным спектром модуляции. В частности, люминесцентные лампы имеют в своем спектре гармоники ± 50 и ± 100 Гц. Поэтому, при поступлении в приемный тракт данных сигналов, их легко отличить от ШПС, сформированного с помощью ПСП. Несколько сложнее с солнечным светом, где спектр модуляции гораздо шире, но и тут проблемы решаемы.

Каким бы не был этот сигнал внешней помехи, хоть от фонарика, хоть от люминесцентных светильников, хоть от солнца, сразу после перемножения в приемном тракте с исходным широкополосным сигналом $S_1(t)$ у него происходит многократное расширение занимаемого им спектра частот, т.к. перемножение широкополосного сигнала с любым отличным от него формирует совсем другой широкополосный сигнал.

Такой сигнал от внешней световой помехи становится эквивалентным сигналу «белого шума» и не попадает в полосу пропускания узкополосного фильтра, настроенного на выделение сигнала $S_2(t)$, т.е. таким путем происходит снижение его уровня на несколько порядков.

В итоге, путем первоначального расширения спектра излучаемого сигнала в передающем тракте, с последующей его сверткой в узкополосный сигнал в приемном тракте, исключается воздействие сигналов с отличными от исходных

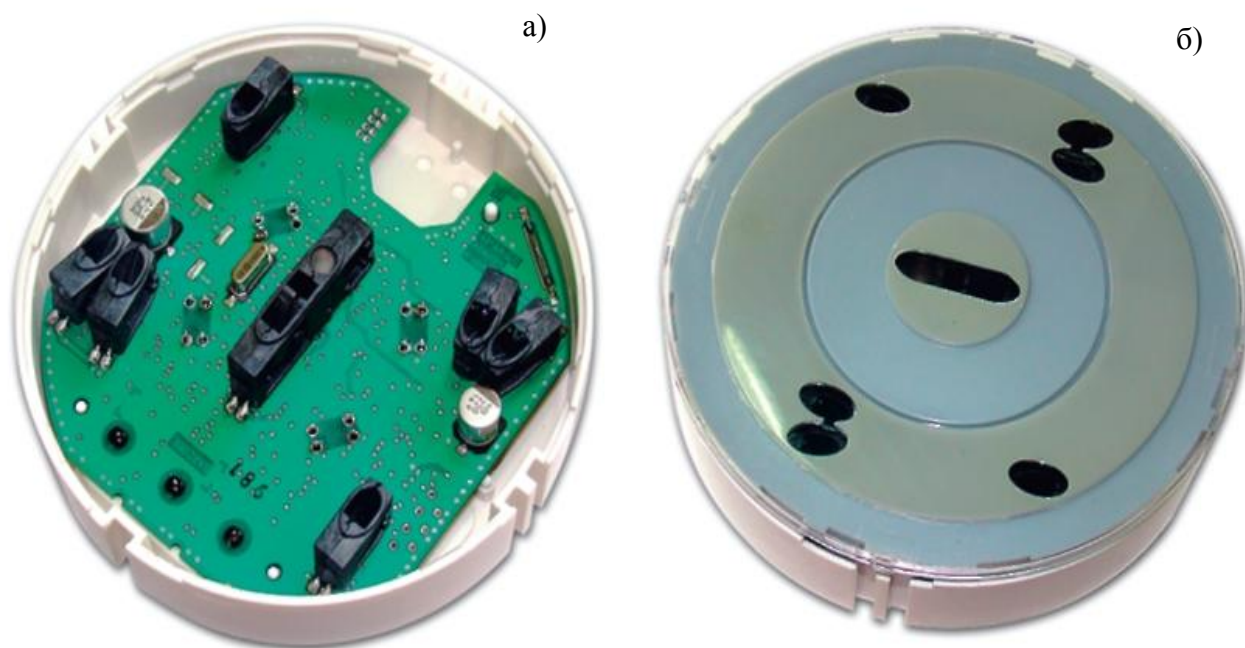
параметрами. Чем шире полоса используемого ШПС, по сравнению с полосой пропускания полосового фильтра, выделяющего исходный сигнал $S_2(t)$, тем больше помехоустойчивость к посторонним источникам светового излучения.[]

Это основа построения помехозащищенных систем.

Для дополнительной защиты от фоновой освещенности могут использоваться светофильтры, в том числе и поляризационные.

Для того чтобы обеспечить повышение способности обнаружения и защищенности от внешних сигналов можно применить метод пространственного разнесения двух и более оптических каналов, даже разнонаправленные, которые взаимно компенсируют мешающий сигнал. Размещения источника который мешал бы непосредственно снизу или ровно по середине извещателя маловероятно.

Это конечно самый координатный способ, чем сигнал сложнее, тем лучше он защищен, а к оптико-электронному дымовому точечному извещателю не предъявляется таких серьезных требований по защищенности, но это дает пищу для размышления о том, что возможно преобразовать сигнал таким образом, чтобы навсегда отказаться от использования закрытых оптических систем в



а) оптические элементы, б) корпус

Рисунок 34 – Дымовой извещатель с открытой дымовой камерой

оптико-электронных дымовых извещателях, которые доставляют такое количество проблем.

Показательный пример использования в извещателях открытой оптической системы – Bosch серии 500 и 520.

В таких оптико-электронных дымовых извещателях есть возможность перепроверить лишней раз, что же попало в зону индикации пыль или все же дым. При пожаре таких частицы дыма будут пролетать рядом с извещателем в большом количестве и уже не останется сомнений в том, что начался пожар и ему не нужно для этого больше ничего, просто отслеживать и вовремя дать тревожный сигнал. Процесс может показаться долгим, но это все равно будет быстрее, чем в обычном извещателях.

В традиционном же отечественном пожарном извещателе нет времени на перепроверку сигнала, так как попадание частицы пыли в дымовую камеру со всеми ее степенями защиты – это уже большая радость, если ждать когда сигнал подтвердится то можно пропустить все и наблюдать уже за тем как все догорает.

Преимущества для серийного производства в том, что можно уйти от создания всех этих сложных лабиринтов для дымовой камеры а сосредоточиться на грамотном исполнении корпуса для извещателей с открытой оптической системой.

У такого извещателя получается практически герметический корпус в который не попадет пыль, а этим в основном и грешат отечественные дешевые пожарные дымовые извещатели.

Техническое обслуживание дымовых извещателей с открытой оптической системой предусматривает лишь периодическое протирание поверхности корпуса извещателя, в то время как чистка обычного извещателя занимает довольно много времени и сопровождается полным разбором корпуса извещателя и тщательным протиранием дымовой камеры.

За счет того, что измерительная область извещателя находится на расстоянии 3-6 см от поверхности оптико-электронного дымового извещателя, его можно размещать заподлицо с подвесными потолками, что позволяет реализовать

дизайнерские задумки, которые практически нереализуемы при использовании стандартных дымовых извещателей.

Но использование такой системы неизбежно приходится платить, в нешем случае платить придется дополнительным энергопотреблением, за счет того что требуется использование дополнительных смесителей и генераторов энергопотребление возрастает на порядок. Но это ничто по сравнению с тем, какую пользу приносит данное строение пожарного извещателя и уж тем более то, что благодаря ему в будущем можно сэкономить на затратах при пожаре и самое главное спасти человеческие жизни.

Все это говорит о том, что есть все предпосылки для того чтобы создать хороший, а самое главное, надежный отечественный оптико-электронный точечный дымовой извещатель с открытой оптической системой. Такая система позволяет не только приблизиться по характеристикам к линейным извещателям, но даже кое в чем превзойти их.

4.2 Разработка организационных мероприятий для защиты людей с ограничениями по здоровью.

Маломобильные группы населения (МГН) - люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве. К маломобильным группам населения здесь отнесены: инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, беременные женщины, люди старших возрастов, люди с детскими колясками и т.п.

Проблемой доступности образовательных объектов для людей с нарушением здоровья сейчас активно занимаются, совершенствуются своды законов, добавляются новые статьи в существующие нормы и своды правил, создаются все более совершенные технические средства помощи людям с ограниченными возможностями.

Обеспечение безопасности для маломобильной группы населения – очень ответственная и чрезвычайно важная задача. МГН являются самой

незащищенной группой населения, и их безопасность помимо всего прочего должна подкрепляться дополнительными мерами безопасности.

Одной из таких мер должно стать применение вибрационных браслетов.



Рисунок 35 – Вибрационный браслет на руке

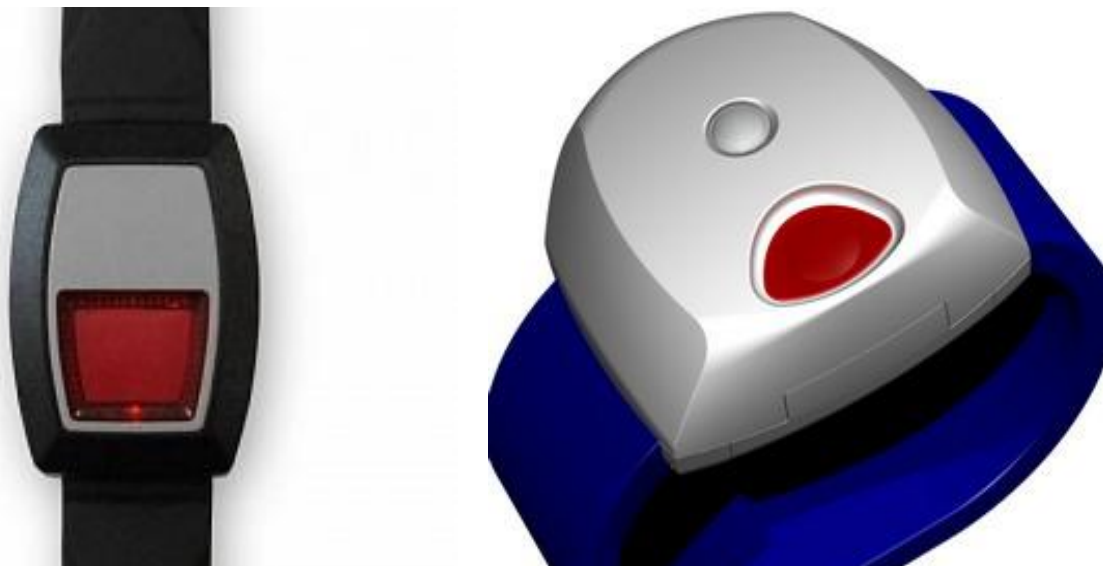
Впервые такие браслеты стали использоваться на медицинских объектах, после трагедии в республике Коми в 2009 году. Тогда пожар вспыхнул в деревянном доме в селе Подъельск вечером 31 января. В это время в доме находились 27 жильцов. Когда на место ЧП приехали пожарные расчеты, здание было уже полностью охвачено огнем. По предварительным данным, причиной пожара стала непотушенная сигарета. В пожаре погибли 22 человека.

Такие вибрационные браслеты одевают людям с ограниченными возможностями, слабослышащим или слабовидящим. В случае тревоги устройство оповещает человека с помощью мощной вибрации, световой и звуковой индикации. Устройство является беспроводным и работает в составе

автоматической пожарной сигнализации с использованием радиопередатчика. При обнаружении пожара информация от пожарного извещателя поступает на приемно- контрольный прибор, который отправляет сигнал "Тревога" на радиопередатчик, а он в свою очередь на вибрационный браслет. Для контроля за реакцией пациента на сигнал "Тревога" реализован режим квитирования: при получении сигнала пациент обязан нажать кнопку, расположенную на корпусе браслета. Кроме того при помощи таких браслетов возможно реализовать систему связи между людьми с ограниченными возможностями и сотрудниками учебного заведения, которые в любой момент могут придти на помощь нуждающемуся человеку. Для этого всего лишь нужно нажать на кнопку вызов и на специальную панель в помещении персонала придет сообщение в котором будет указана фамилия человека, которому выдан данный браслет. Беспроводной браслет питается от батареи, рассчитанной на 1 год работы с постоянным тестированием исправности прибора, качества радиосвязи и еженедельной проверкой вибровызова. Мощность излучения браслета не превышает 10 мВт, что в 200 раз меньше мощности излучения мобильного телефона и никоим образом не мешает работе медицинского оборудования.

Система оповещения и управления эвакуацией людей выполняет основную роль при эвакуации людей из горящего здания, благодаря своевременному оповещению, удастся избежать жертв на пожаре. Но что будет если данная система окажется неисправной? Конечно, организация ответственная за обслуживание системы пожарной сигнализации и средств оповещения и эвакуации людей должна качественно выполнять свою работу и следить за исправным состоянием систем пожарной безопасности, но, тем не менее, отсутствие систем дублирующих сигнал о тревоге внутри здания.

Проведя анализ всевозможных средств связи самым простым и финансово выгодным решением был выбран вариант с дублированием сигнала пожарной



а) браслет производства «Арсенал безопасности» б) браслет производства «Аргус-Спектр»

Рисунок 36 – Отечественные вибрационные браслеты

тревоги по сетям GSM на мобильный телефон директора учебного заведения и на пост охраны.

Чтобы реализовать такую схему оповещения достаточно установить в уже существующую или проектируемую систему GSM передатчик, настроить его и указать номера телефонов, на которые следует дублировать сигнал тревоги. Такую систему возможно реализовать, используя оборудование производства марки «Болид». Данный производитель зарекомендовал как надежный бренд по доступной цене. В адресную систему пожарной сигнализации основанной на приемно-контрольном приборе С2000КДЛ, интегрируется по интерфейсу RS485 телефонный передатчик С2000ИТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги диссертации можно сделать определенные выводы. Технические системы пожарной безопасности, используемые на образовательных объектах далеко не идеальны. Этому способствует множество факторов, от использования дешевых и малоэффективных систем пожарной безопасности до жадности и безалаберности людей, ответственных за пожарную безопасность на объекте защиты.



Рисунок 37 – Основная причина пожара в школах – поджог.

Нормативная база Российской Федерации далеко не идеальна, в ней имеются недочеты, она не обновляется в след за выходом новейших разработок в области пожарной безопасности и можно сказать, что она в какой то степени не актуальная, но для того, чтобы добиться внесения изменения в любой свод правил или закон требуется время и большое желание, которого нет.

Поэтому ответственность за безопасность детей, сотрудников образовательного учреждения и материальных ценностей, находящихся в нем падает на плечи ответственного по пожарной безопасности.

Нужно четко понимать, что использование дешевых и некачественных систем защиты рано или поздно приведет к тому, что произойдет трагедия, в которой могут пострадать самые маленькие и беззащитные люди – дети. Причиной этому будет несвоевременная эвакуация.

По статистике в образовательных учреждениях большинство пожаров происходит из-за поджога, а значит надеяться на то, что «авось пронесет» нельзя.

Именно поэтому были предложены следующие методы усовершенствования:

- использование исключительно адресных систем пожарной сигнализации;
- использование извещателей с открытой дымовой камерой;
- использование личных вибрационных браслетов людьми с ограничениями по здоровью.

Благодаря им возможно сократить время обнаружения очага возгорания в несколько раз.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Бабуров В.П.** Пожарная автоматика для предупреждения пожаров. Пожарная сигнализация [Текст] / Бабуров В.П. Пожарная автоматика: Учебник – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003 г.
2. **СП 5.13130.2013** Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. [Текст] - Взамен СП 5.13130.2009. Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
3. **СП 3.13130.2009** Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей. [Текст] – Взамен НПБ 104-03. Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
4. **ГОСТ Р 53325-2012** Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. [Текст] – Введен 2014-01-01. Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
5. **ГОСТ Р 22.3.01-94.** Безопасность в чрезвычайных ситуациях жизнеобеспечение населения в чрезвычайных ситуациях. Общие требования. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
6. **ГОСТ Р 22.8.01-96.** Безопасность в чрезвычайных ситуациях ликвидация чрезвычайных ситуаций. Общие требования. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
7. **ГОСТ Р 22.9.03-95.** Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства инженерного обеспечения аварийно-спасательных работ. Общие технические требования. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
8. **НПБ 58-97.** Системы пожарной сигнализации адресные. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».

9. **НПБ 65-97.** Извещатели пожарные опτικο-электронные. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
10. **ГОСТ 12.1.004-91*.** ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
11. **ГОСТ 27990-88.** Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Общие технические требования. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
12. **ГОСТ 12.1.033-81.** ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
13. **ГОСТ 12.1.114-82*.** ССБТ. Пожарные машины и оборудование. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
14. **Пожарная безопасность в школе** [Электронный ресурс] URL: иванов-ам.рф
15. **Пожарная безопасность в образовательных учреждениях.** [Электронный ресурс] URL: red-fire.ru
16. **Правила пожарной безопасности.** [Электронный ресурс] URL: ohrana-tryda.ru
17. **Важность пожарной безопасности для детей.** [Электронный ресурс] URL: moysignal.ru
18. **ГОСТ Р 15.201-2000.** Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. [Текст] – Внесен техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность».
19. **Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».** [Текст] – ред. от 13.07.2015. Принят

Государственной Думой 4 июля 2008 года. Одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года.

20. **Федеральный закон №185-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».** [Текст] – Принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года. Одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 года.
21. **Алгоритм безопасности №4 2015** [Текст]: информ. - аналит. журнал./ Санкт-Петербург: 196006, а/я №20. www.algorithm.ru
22. **Алгоритм безопасности №3 2014** [Текст]: информ. - аналит. журнал./ Санкт-Петербург: 196006, а/я №20. www.algorithm.ru
23. **Алгоритм безопасности №2 2014** [Текст]: информ. - аналит. журнал./ Санкт-Петербург: 196006, а/я №20. www.algorithm.ru
24. **Пожарная безопасность №2 2010** [Текст]: информ. – аналит. журнал. / Москва. 1991 г.
25. **Пожарная безопасность №1 2013** [Текст]: информ. – аналит. журнал. / Москва. 1991 г.
26. **НВП «Болид».** Системы пожарной безопасности. Адресная пожарная сигнализация. [Электронный ресурс] URL: www.bolid.ru
27. **НВП «Болид».** Системы пожарной безопасности. Неадресная пожарная сигнализация. [Электронный ресурс] URL: www.bolid.ru
28. **ТД Рубеж.** Адресная система пожарной безопасности. [Электронный ресурс] URL: <http://td.rubezh.ru/products/detail.php?ID=5092>
29. **ТД Рубеж** Извещатели. [Электронный ресурс] URL: http://td.rubezh.ru/products/section.php?SECTION_ID=434
30. **Понятие о пожарной безопасности как о системе государственных и общественных мероприятий.** [Электронный ресурс] URL: http://studopedia.ru/7_52_glava--pozharная-bezopasnost.html