



Пожарные извещатели: XXI век

В эру смартфонов и электромобилей чувствительность пожарного извещателя можно сделать сколь угодно высокой. Но как при этом защититься от ложных срабатываний?

О плюсах и минусах возможных вариантов мы попросили высказаться специалистов.

В этом номере с вами:

Илья АККЕРМАН,

руководитель группы технической поддержки
Honeywell Security and Fire

Евгений ОЗЕРКОВ,

ведущий инженер ЗАО НВП «Болид»

Игорь НЕПЛОХОВ,

кандидат технических наук, технический директор по ПС,
группа компаний «Пожтехника»

Владимир АФАНАСЬЕВ,

генеральный директор Wagner RU

Валерий ОВЧИННИКОВ,

генеральный директор ГК «Юнитест»

Евгений ИНЮШИН,

ведущий специалист по пожарной безопасности ООО «Сименс»

Юрий ДОЛЬНИКОВ,

начальник отдела разработки пожарной техники

ОАО «ИНТЕР РАО Светодиодные Системы»

(ранее ООО «ИРСЭТ-Центр»)

Мультикритериальность

Илья АККЕРМАН:

— Мультикритериальность позволяет снизить число ложных срабатываний при взаимодействии двух (или более) сенсоров по логике «И», поскольку переход в режим пожара будет возможен только при подтверждении наличия всех необходимых составляющих. Но при этом нужно очень тщательно подходить к выбору сенсоров и правильной настройке их сочетания в конкретных условиях применения.

Евгений ОЗЕРКОВ:

— Определение мультикритериальным извещателям можно найти в американском стандарте NFPA 72-2013 National Fire Alarm Code 2013 Edition. Исходя из данного определения, можно сделать ряд выводов.

Основным достоинством мультикритериального извещателя является возможность одновременного увеличения чувствительности извещателя и уменьшения числа ложных срабатываний за счет синергетического эффекта от увеличения числа сенсоров, реагирующих на разные физические факторы, и использования математической оценки полученных данных.

В конструкцию извещателя добавляются дополнительные сенсоры. Тем не менее извещатель приписывается к одному типу, который определяет основную функцию детектора.

В конструкцию извещателя либо в ППКП добавляется дополнительный микропроцессорный модуль, обеспечивающий математическую оценку сигналов, поступающих от всех сенсоров, входящих в состав мультикритериального извещателя.

Вернемся теперь к отечественным нормативным документам. ГОСТ Р 53325 — 2012 и СП 5.13130.2009 содержат лишь упоминание о комбинированном извещателе, однако комбинированный извещатель работает по простой логике «ИЛИ», что совершенно не соответствует идее мультикритериальности.

Таким образом, в отечественной нормативной базе до сих пор нет определения мультикритериального извещателя, нет методов испытаний (а значит, и сертификации) мультикритериального извещателя, нет стимулирования использования мультикритериальных извещателей.

Существует объективный ряд факторов, препятствующих широкому распространению мультикритериальных извещателей. Каковы же они?

За счет более сложной конструкции стоимость мультикритериального извещателя существенно выше стандартного извещателя, оперирующего сигналом от одного сенсора и одного фактора пожара.

В отечественных нормативных документах отсутствует данный тип извещателей, что создает проблемы при сертификации и применении на территории РФ данных изделий.

Ряд вопросов вызывает применение математических моделей, заложенных в алгоритмы работы мультикритериальных извещателей. Поскольку они, как правило, являются закрытыми, но при этом существенным образом влияют на работоспособность всего извещателя, необходимо создать более сложные методы испытаний и сертификации данных типов извещателей.

Тем не менее очевидно, что информационные технологии, серьезно влияющие на все составляющие человеческой жизни, точно так же произведут маленькую революцию в сфере систем противопожарной защиты. Со временем снизится стоимость комплектующих, будут отработаны до мелочей алгоритмы, а в нормативные документы внесены изменения, нацеленные не только на легализацию новых типов пожарных извещателей, но и на стимулирование собственников применять более современные и более дорогие технологии обнаружения пожара. Сколько пройдет времени? Отрасль пожарной защиты весьма консервативна (и это правильно), поэтому не стоит ждать мгновенных изменений.

Игорь НЕПЛОХОВ:

— При испытаниях по стандартным тестовым очагам дым-СО-тепловых детекторов анализ трех факторов (дым, тепло и СО) в режиме «Универсальный» обеспечивает наиболее раннее обнаружение всех очагов по сравнению с режимом «Достоверный». Это объясняется тем, что для защиты от ложных срабатываний в режиме «Достоверный» для формирования сигнала «Пожар» величины минимум двух факторов должны значительно отличаться от фоновых уровней.

При исключении из анализа монооксида углерода СО, оставляя для анализа два фактора: дым и тепло в режиме НРО (High Performance Optical), получаем результаты, незначительно отличающиеся от режима «Высокодостоверный» по обнаружению очагов, но при снижении достоверности сигналов «Пожар». Исключив из анализируемых факторов дым, оставляя только монооксид углерода СО и тепло в режиме ССО (Compensated СО), получаем ухудшение в 2 раза результатов по очагам тления дерева TF2 и горение пенополиуретана TF4, отсутствует обнаружение очага горения декалина TF8. Некоторое ухудшение наблюдается при обнаружении очага горения п-гептина TF5, и только по очагу тления хлопка TF3 результаты почти такие же, как у трехфакторной комбинации в режиме «Универсальный». В режимах НРО и ССО при повышении температуры увеличивается чувствительность дымового и газового СО каналов, что компенсирует снижение чувствительности по открытым очагам, повышения достоверности эти алгоритмы не обеспечивают.

Владимир АФАНАСЬЕВ:

— Анализ одновременно нескольких сопутствующих пожару факторов (дым \ температура \ СО \ИК-излучение) — отличный способ повышения достоверности обнаружения пожара. Однако

ныне действующая редакция ГОСТа не позволяет использовать анализ СОЧЕТАНИЯ опасных факторов пожара: ГОСТ 53325 п 3.15 «извещатель пожарный комбинированный; ИПК: автоматический ИП, реагирующий на два или более физических факторов пожара, с алгоритмом работы по логической схеме «ИЛИ».

Тем не менее многие производители вывели на рынок оборудование, работающее по логической схеме «И», что в ряде случаев существенно ухудшает качество обнаружения пожара.

Валерий ОВЧИННИКОВ:

— Прежде всего, следует заметить, что при анализе работы пожарных извещателей понятие «ложное срабатывание» часто путают с понятием «неисправность». Неисправность — это когда извещатель не срабатывает при пожаре, а ложное срабатывание — наоборот, когда извещатель срабатывает при отсутствии пожара.

На практике для снижения вероятности ложного срабатывания согласно п. 14.1 СП5.13130 сигнал на запуск систем пожарной автоматики формируют при срабатывании не менее двух пожарных извещателей. С другой стороны, для снижения вероятности отказа системы сигнализации в помещении устанавливают не менее двух извещателей (п. 13.3.2 СП5.13130), за исключением извещателей с системой самотестирования и передачи сигнала о неисправности на ПКП, которые согласно п. 13.3.3 можно устанавливать по одному в помещении.

При управлении пожарной автоматикой оба эти правила применяются одновременно. Чтобы произвести запуск автоматики, необходимо, чтобы в рабочем состоянии всегда было не менее двух извещателей и каждый из них имел дублирующий извещатель на случай неисправности. Поэтому для управления автоматикой в помещении необходимо устанавливать четыре, при определенных условиях три извещателя либо два с системой самотестирования — кроме управления пожаротушением или оповещением 5-го типа (п. 14.3 СП5.13130).

В связи с необходимостью двойного дублирования пожарных извещателей вопрос о поиске новых решений, позволяющих снизить вероятность ложных срабатываний, имеет большое практическое значение.

Однако следует понимать, что полностью устранить ложное срабатывание не представляется возможным в связи с тем, что определить ситуацию как «пожар» в состоянии только человек. Пожарные извещатели регистрируют пожар лишь по косвенным признакам, так называемым факторам пожара, которыми чаще всего служат концентрации угарного газа, дыма, интенсивность излучения, температура или скорости их изменения. Однако аналогичные показатели факторов пожара могут быть вызваны в том числе и другими явлениями, похожими на пожар, как, например, дым сигарет, сварочные работы, туман, роса, пыль.

Другим направлением развития является создание мультикритериальных извещателей, анализирующих сразу несколько факторов пожара, которые, как предполагается, вместе дадут более достоверную информацию о пожаре. Здесь основной проблемой является обработка результатов измерений и тот факт, что различные факторы пожара имеют разную скорость реакции. Что делать, если сработал один канал, например дымовой? Не выдавать сигнал и ждать, пока сработает второй, к примеру тепловой, чтобы подтвердить подлинность сигнала от первого извещателя? Но ведь тогда нужно проститься с идеей ранней диагностики пожара, в чем было основное преимущество дымовых извещателей. Гораздо лучше в этом плане работают два обычных дымовых извещателя, чего и требуют нормативные документы. Вместо ожидаемых преимуществ получаем потерю качества.

Другая возможность — это более гибкий подход: при нарастании сигнала по одному из каналов снижать порог срабатывания по другому каналу. Однако для этого нужно выбрать два фактора пожара с близкой скоростью нарастания. К сожалению, обычно так не бывает и медленный канал все равно значительно затормозит принятие решения о пожаре. В результате опять получаем предыдущий вариант с двумя, по сути, независимыми каналами. Причем при изменении типа пожарной нагрузки эти каналы могут поменяться местами по скорости нарастания сигнала.

Практический результат от применения мультикритериальных извещателей лежит в совершенно другой плоскости — речь идет об извещателях, совмещающих три

принципа определения пожара: оптический дымовой, тепловой и ионизационный и обеспечивающих равную чувствительность ко всем шести типам очагов пожара, которые применяются при сертификационных испытаниях. То есть эти извещатели можно устанавливать, не задумываясь о том, какой фактор пожара будет преобладающим. Правда, за универсальность приходится платить в несколько раз больше, так что думать о преобладающем факторе пожара все-таки дешевле.

Евгений ИНЮШИН:

— Сравнивая различные продукты — от недорогих домашних извещателей до специализированных извещателей для промышленного применения, можно легко найти одно общее свойство: они все имеют довольно небольшой угол рассеивания. Это означает, что извещатель можно активировать от обычного туалетного освежителя. Следовательно, для уменьшения ложных факторов срабатывания конструкторам приходится оптимизировать механическую конструкцию дымовой камеры, в которой необходимо найти компромисс между защитой от нежелательного света и возникающего дыма, а это требует больших экспертных знаний и всестороннего знания нескольких дисциплин, включая оптику, аэродинамику и материальную науку. Современные технологии обнаружения — это интеллектуальная и надежная защита, ее использование поможет предотвратить ложные срабатывания системы и связанные с этим затраты. Другим преимуществом является гибкость: при изменении назначения помещения достаточно просто загрузить в извещатель другой набор параметров, который подходит к новым требованиям.

Современные мультисенсорные извещатели, как правило, имеют целый набор различных типов сенсоров, например, даже сенсоры СО (угарного газа). Соответственно, благодаря установке двух оптических сенсоров в извещатель возможен контроль сразу двух различных углов рассеянного инфракрасного света, что, в свою очередь, делает возможным определение возгораний на самом раннем этапе, а также типов возгораний. Сигнальная обработка использует технологию распознавания и корректировки в реальном времени, которое допускает динамическую корректировку чувствительности извещателя. В случае установки дополнительных двух тепловых сенсоров в корпус извещателя и еще сенсора СО возникает возможность быстро оценивать угрозу возгорания. Такой подход позволяет обнаружить одновременно открытые и тлеющие возгорания с помощью одного устройства, в противном случае данный результат достижим только путем объединения существенно отличающихся в алгоритме обнаружения извещателей.

Анализ динамики развития пожара

Илья АККЕРМАН:

— Анализ динамики развития пожара позволяет в реальном времени сверять показания сенсора с эталонными графиками развития пожара и игнорировать посторонние воздействия. При этом такой процесс может помешать формированию пожарного сигнала при нестандартном развитии ситуации.

Игорь НЕПЛОХОВ:

— Эффективность динамики развития пожара можно оценить по результатам испытаний адресно-аналоговых дымовых-тепловых детекторов. Здесь также измеренные уровни дыма и температуры обрабатываются в реальном масштабе времени по нескольким алгоритмам и комбинациям сенсоров. В режиме дымового детектора можно отметить высокую эффективность использования алгоритма Fast Logic (быстрая логика) при обнаружении очагов тление дерева TF2, горение пенополиуретана TF4 и горение п-гептина TF5. По этим очагам в режиме низкой чувствительности с алгоритмом Fast Logic обнаружение происходит при меньших оптических плотностях по сравнению с режимом высокой чувствительности в дымовом канале без Fast Logic. На обнаружение очага тление хлопка TF3 включение алгоритма Fast Logic практически не влияет. Кроме того, анализ изменения контролируемого фактора во времени позволяет снизить вероятность ложных сигналов. Подобные алгоритмы используют многие зарубежные производители пожарных детекторов.

Анализ одновременно двух факторов — дым и тепло в режиме НРО обеспечивает более раннее обнаружение открытых очагов TF4 и TF5 по сравнению с одноканальным

дымовым режимом. Дополнение алгоритма Fast Logic дает дополнительный выигрыш на тестовом очаге горение п-гептина TF5.

Владимир АФАНАСЬЕВ:

— На мой взгляд, именно по этому пути и должны идти ведущие производители. Работу алгоритма распознавания образцов пожаров, учитывающего динамику событий, может обеспечить встроенная в детекторный модуль «математика». Она проанализирует не только уровень сигнала, но и динамику его развития. Это позволит надежно защититься от ложных срабатываний.

Валерий ОВЧИННИКОВ:

— К сожалению, оптические извещатели, получившие наибольшее распространение, зачастую склонны к ложным срабатываниям в силу разнообразия похожих оптических явлений. В связи с этим много новых идей рождается в этом направлении, таких как анализ динамики нарастания уровня задымленности, по которой можно отсеять явления с высокой скоростью падения прозрачности среды, как правило, не свойственной пожару. Или анализ размера частиц дыма при измерениях на различных длинах волн пучка света. Авторы этих решений утверждают, что снижают вероятность ложных срабатываний на 70%, однако это все-таки не позволяет гарантированно отличить дым при пожаре от других явлений, в то время как стоимость таких извещателей существенно возрастает.

Распознавание типов дымов

Илья АККЕРМАН:

— Распознавание задымлений по цвету и плотности может оказаться недостаточно эффективным для защиты от ложных срабатываний при пограничной схожести внешних воздействий (светлый дым < > водяной пар).

Владимир АФАНАСЬЕВ:

— Прибор, способный распознавать типы дымов (сигарета, бумага, дерево, пыль, театральные дым и проч.), уже есть на рынке. Устройство решает проблемы активации противопожарных систем (выпуск газа, эвакуация посетителей и проч.) из-за курения, необходимость отключения пожарной сигнализации из-за театральных спецэффектов и многие другие. Промышленная версия прибора формирует отдельный информационный сигнал на пыль и сигаретный дым и сигнал «пожар» во всех остальных случаях.

Это тоже важно

Илья АККЕРМАН:

— Химические сенсоры (газоанализаторы) могут подтверждать наличие веществ (помимо угарного газа), характерных для процесса пиролиза, — сернистый газ, альдегиды, кетоны и проч. К недостаткам можно отнести относительно небольшой срок службы химических сенсоров ввиду постепенной деградации их чувствительности.

Видеоаналитика — анализ картинки, получаемой с ПЗС-матрицы на предмет наличия объектов с заметно более высокой температурой, тепловых колебаний воздуха или присутствия видимого дыма. Препятствием для массового применения может быть стоимостный фактор.

В целом следует отметить, что наибольшую эффективность в вилке «максимальная чувствительность — минимальные ложняки» может иметь только комбинация из двух или нескольких перечисленных выше методов.

WWW.SYSTEMSENSOR.RU



Россия, г. Москва, 121059, ул. Киевская, д. 7, под. 7, 8 этаж.

Тел/факс: (495) 937 79 82, (495) 937 79 83

www.systemsensor.ru



Игорь НЕПЛОХОВ:

— Проблема ложных срабатываний у нас возникла именно в эру смартфонов, с появлением мобильной связи. Даже если отечественный дымовой извещатель отвечает требованиям ГОСТ Р 53325 при полном отсутствии экранировки, 8-ваттный телефон надо держать от него на расстоянии не менее 3,7 м. Для сравнения: по европейским стандартам устройства систем безопасности должны сохранять работоспособность при воздействии помех от 10-ваттного передатчика, расположенного на расстоянии 1 м. По нашим стандартам, введенным более 20 лет назад, пожарный извещатель испытывается на воздействие электромагнитных помех с напряженностью поля 3 В/м (2-я степень жесткости). Европейские сертификационные центры LPCB и VdS в 2000 г. для точечных дымовых пожарных извещателей диапазон частот помех расширили до 2 ГГц и в двух поддиапазонах, предназначенных для мобильной сотовой связи, повысили напряженность поля при испытаниях до 30 В/м. Зарубежные производители обеспечивают работоспособность пожарных детекторов при напряженности поля 60 В/м. Мультикритериальность и суперэффективные алгоритмы анализа динамики развития пожара не защищают пожарный извещатель от электромагнитных помех. Когда в ГОСТ Р появятся требования по защите извещателей от радиочастотных помех, соответствующие электромагнитной обстановке XXI в., неизвестно. Пока наблюдаются попытки решения проблемы за счет введения требований увеличения числа извещателей с 2 до 3 штук в 2003 г. и минимального расстояния от извещателей до электросветильников 0,5 м в 2011 г. Далее можно прогнозировать введение минимальных расстояний до точек WiFi, WiMAX и т. д. Для сравнения: по зарубежным нормам минимальное число пожарных детекторов в помещении равно одному (если нет пожаротушения), а расстояние до светильника не нормируется. Только если светильник выступает, минимальное расстояние равно две его высоты (с учетом огибания воздушным потоком).

С другой стороны, «сколь угодно высокой» чувствительность точечного пожарного извещателя быть не может. По ГОСТ Р 53325 и по EN 54-7 дымовые точечные и линейные извещатели с завышенной чувствительностью не допускаются. В дымовом канале извещатель не должен формировать сигнал «Пожар», пока удельная оптическая плотность не достигла 0,05 дБ/м (затухание 1,15%/м) при любом испытании. Более раннее обнаружение может быть реализовано только с использованием дополнительных сигналов типа «Внимание», которые предназначены для дежурного персонала.

Нормативное ограничение чувствительности отсутствует только для аспирационных дымовых извещателей. В настоящее время их чувствительность выше точечных извещателей в 1000–2000 раз. Аспирационные извещатели класса А+ обнаруживают перегрев кабеля до образования видимого дыма при удельной оптической плотности

порядка нескольких тысячных процента на метр. Причем необходимо учитывать, что концентрация монооксида углерода CO даже при тлении хлопка остается на нулевом уровне при повышении удельной оптической плотности до 0,05%/м (0,0022 дБ/м). На уровнях задымления 0,1–0,15%/м (0,0043–0,0065 дБ/м) концентрация CO не превышает нескольких единиц ppm и практически не изменяется температура, что исключает возможность применения мультикритериальных технологий при сверхраннем обнаружении пожарной опасности. В аспирационных извещателях для защиты от ложных срабатываний используются алгоритмы компенсации дрейфа уровня фона, корректировка порогов аспирационных извещателей по уровню оптической плотности воздуха в приточной вентиляции и распознавание типов дымов.

Валерий ОВЧИННИКОВ:

— Нельзя также не вспомнить активно продвигаемую десятилетие назад идею применения адресно-аналоговых извещателей, которые отправляют на ПКП не сигнал о пожаре, а измеренное значение задымленности среды. Предполагалось, что ПКП идентифицирует пожар по сложной обработке на основании данных от нескольких извещателей (иначе зачем отправлять необработанную информацию в ПКП?), наблюдая движение распространяющегося фронта концентрации дыма. Однако такое решение нельзя назвать экономным, так как оно подразумевает использование гораздо большего числа извещателей, чем требуют существующие нормативы. И опять тот же вопрос: что делать, если сработал один извещатель? Выдавать тревогу, как требуют нормативные документы, или ждать результатов анализа движения фронта? Кроме того, для каждого помещения необходимо строить модель развития пожара и программировать ее в ПКП — где взять методики и столько специалистов, чтобы это делать? А делать это надо после каждой перестановки мебели.

Более приземленным и в то же время достаточно эффективным решением для устранения ложных срабатываний является применение газовых пожарных извещателей, чувствительных к угарному газу CO. В последние годы после появления дешевых электрохимических сенсоров газов эти извещатели стали значительно доступнее по цене, хотя все еще дороже опико-электронных дымовых извещателей.

Газовые извещатели свободны от таких недостатков оптических дымовых, как чувствительность к пыли, росе, насекомым, их паутинам и т. п. Эти извещатели нашли применение в различных производствах: мукомольном, деревообрабатывающем и др. На мой взгляд, сегодня они являются наиболее простым и адекватным решением проблемы ложных срабатываний для большинства применений, конечно, исключая помещения с большой загазованностью, такие как гаражи и котельные, где процесс горения протекает в рабочем режиме.

Юрий ДОЛЬНИКОВ:

— Чем выше отношение значения получаемого сигнала от оптического датчика дыма в задымленной дымовой камере к уровню сигнала в чистой камере, тем меньше вероятность ложного срабатывания. Данное отношение в большей степени зависит от конструкции дымовой камеры и правильно рассчитанной оптики.

В зависимости от помещения, в котором установлен извещатель, на внутренних стенках дымовой камеры быстрее или медленнее накапливается пыль. Накопление пыли на внутренних стенках дымовой камеры изменяет порог срабатывания извещателя и увеличивает вероятность ложного срабатывания.

Для того чтобы чувствительность извещателя оставалась на прежнем уровне, применяют алгоритм компенсации запыленности, который при его грамотной реализации позволяет в несколько раз увеличить интервал сервисного обслуживания (продувки) извещателя.

Следующая проблема — это электромагнитные помехи от некачественных, чаще люминесцентных светильников. Помехи от таких светильников иногда в десятки и более раз превышают допустимые

нормы. Чтобы извещатель не реагировал на такие помехи и соответствовал нормам по чувствительности, его входной усилитель необходимо собирать на качественной элементной базе. В этом случае его рентабельность на российском рынке падает. Цифровая обработка сигнала спасает от ложных срабатываний, но при очень сильных помехах может приводить к индикации ошибки.

Еще одна проблема — это короткий срок выпуска ИК светодиодов и фотодиодов. Производители периодически обновляют свою продукцию, прекращая выпускать заложенные в разработке комплектующие, а также вносят изменения в текущие позиции. Чтобы поддерживать качество продукции на должном уровне, необходимо осуществлять входной контроль каждой партии фотодиодов и светодиодов. Ведь отличие в диаграмме направленности ИК фотодиода или светодиода может привести к увеличению фоновой засветки и, как следствие, увеличению вероятности ложного срабатывания.

Много проблем также доставляют различные насекомые, которые при попадании в дымовую камеру могут вызвать ложное срабатывание. Для этого необходимо минимизировать щели, через которые в камеру попадает дым. Как вариант ставить сетку с мелкой ячейкой. Но в этом случае можно не пройти огневые испытания. Ведь чувствительность дымового извещателя определяют на дымовых испытаниях при заданной скорости воздушного потока. А на огневых испытаниях скорость потока определяется естественным горением фитиля, которая существенно ниже, и аэродинамическое сопротивление сетки может просто не пропустить дым внутрь камеры. То есть необходимо выбирать сетку как можно с меньшим аэродинамическим сопротивлением.

Мы часто проводим испытания пожарных дымовых извещателей отечественных и зарубежных производителей в нашей лаборатории. И, к нашему сожалению, только малая их часть соответствует заявленной чувствительности. Возможно, это связано с проявлением одной из перечисленных выше проблем. ☒

ТОРГОВЫЙ ДОМ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

ОХРАННО-ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ

СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

ПОЖАР

INTANT
Сосредоточены на Вас!

Алматы, ул. Муратбаева, 61 тел.: +7 727 225 35 35 моб.: +7 707 044 08 03
e-mail: intant@intant.net
www.security.intant.kz