

Все о пожарных извещателях. История, классификация, перспективы.

(«Системы безопасности» № 6, 2003 г.)

В процессе развития любой техники наступает момент, когда необходимо приостановиться для того, чтобы оглядеться и оценить пройденный путь, понять наше место на нем и определить направления дальнейшего развития. На мой взгляд, такой момент настал сегодня в области создания технических средств пожарной сигнализации. Попробуем проследить пути развития этой техники и систематизировать то, что создано.

1. О классификации систем пожарной сигнализации

Современные системы пожарной сигнализации (СПС) выполняют функции сбора и обработки информации, управления системами автоматического тушения пожара и инженерными системами здания. Одним из важнейших элементов систем сигнализации, которая определяет уровень развития этой техники, являются пожарные извещатели. Извещатели измеряют величину контролируемого фактора пожара и передают информацию на приемно-контрольный прибор (ПКП). В связи с этим классификация СПС отражает основные принципы работы извещателей и их взаимодействия с ПКП.

Вопрос классификации систем пожарной сигнализации (таблица 1) впервые затронут в нормах пожарной безопасности НПБ 58-97 «Системы пожарной сигнализации адресные», согласно которым СПС по принципу получения информации о контролируемом факторе пожара подразделяются на дискретные (пороговые) и аналоговые, а по типу связи с извещателем на адресные и неадресные. При этом адресным, в отличие от неадресного, называется «пожарный извещатель, который передает на ПКП код своего адреса вместе с извещением о пожаре».

	Неадресные	Адресные
Пороговые (дискретные)	60-е годы	80-е годы
Аналоговые	2003 г.	80-е годы

Таблица 1. Типы систем пожарной сигнализации и время их разработки

В пороговых системах сигнализации извещатели определяют превышение контролируемым фактором пожара некоторого жестко установленного порога и передают на ПКП извещение о пожаре, при этом отсутствие сигнала считается условием нормальной работы. Аналоговые системы сигнализации – более информативные, они проводят математическую обработку измеренной «количественной характеристики контролируемого фактора пожара» с целью получения более полной информации о происходящих событиях.

Вопрос об определении аналогового извещателя сегодня является предметом спора, поэтому остановлюсь на нем подробнее. Термин «аналоговый» относят к непрерывно меняющимся физическим величинам в отличие от дискретных величин, изменяющихся скачкообразно. Определение для неадресных аналоговых извещателей сегодня не приведено ни в одном документе. Для адресных аналоговых извещателей в НПБ 58-97 указано, что они должны передавать измеренное ими значение контролируемого фактора пожара на ПКП, который проводит анализ данных и принимает решение о возникновении пожара. Хочу обратить внимание на противоречие последней формулировки приведенному чуть выше определению адресного извещателя из тех же НПБ 58-97, где фактически сказано, что решение о возникновении пожара принимает извещатель.

Причиной спорной ситуации по-видимому явилось то, что определение пытались дать не системе сигнализации, а извещателю, т.е. извещатель фактически рассматривали как самостоятельную единицу, в отрыве от системы сигнализации, частью которой он является. Если смотреть с позиции системы как неразрывного целого, то вопрос о том, кто принимает решение – ПКП или извещатель, не является принципиальным моментом и не влияет на определение аналоговой системы сигнализации и, соответственно, извещателя. И действительно, посмотрим схему работы аналоговой системы сигнализации на рис.1. Она одинакова в обоих случаях, и вопрос только в том, где расположить анализатор. Сегодня техника позволяет расположить его и в извещателе – и это дает возможность разгрузить линии связи от непомерных потоков информации, увеличить их помехозащищенность и быстродействие системы. Среди современных решений можно найти примеры систем, в которых анализатор расположен в ПКП (ESMI, Honeywell), и в которых он расположен в извещателе (Bosch, «интерактивные извещатели» системы Algo Rex фирмы Cerberus).

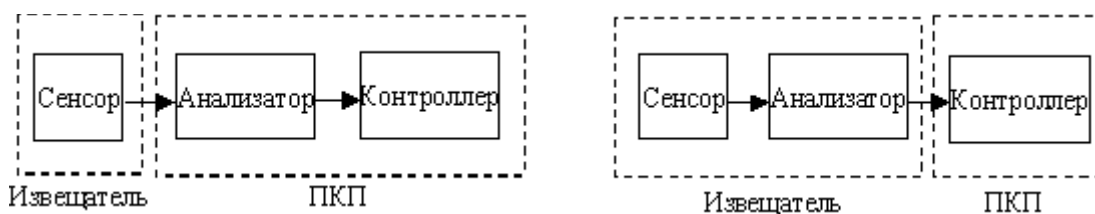


Рисунок 1

Что касается измерения «количественной характеристики контролируемого фактора пожара», то это делают и пороговые системы сигнализации. Отличие их от аналоговых только в способе логической обработки сигнала: простом, на превышение порога, или более сложном, основанном на специальных алгоритмах.

В связи с вышеизложенным для аналоговой системы сигнализации можно предложить следующее определение: аналоговой называется система пожарной сигнализации, в которой производится измерение количественного значения контролируемого фактора пожара и его логическая обработка по заданным алгоритмам с целью повышения достоверности обнаружения пожара.

Обращаю внимание, что данное определение относится не к извещателю, а к системе пожарной сигнализации. На самом деле для нас важным является выполнение функции системой в целом, а конкретный способ распределения обязанностей между извещателем и ПКП имеет второстепенное значение.

2. История развития

Рассмотрим различные типы извещателей в порядке их возникновения. Вследствие ограниченных возможностей передачи информации в традиционных неадресных шлейфах сигнализации первыми появились неадресные пороговые извещатели. Эти извещатели и сегодня занимают основную долю российского рынка (более 90%), хотя на мировом рынке их доля уже уменьшилась до 40-50%. Основная проблема пороговых извещателей заложена в самой их концепции, согласно которой отсутствие сигнала считается нормой – ведь отсутствие сигнала может быть связано с выходом извещателя из строя. По этой причине, даже при использовании извещателей с высокой надежностью, надежность системы сигнализации в целом оказывается низкой. В связи с этим в свое время для повышения общей надежности систем сигнализации был принят принцип дублирования извещателей: в каждом помещении, даже самом маленьком, необходимо устанавливать не менее двух пожарных извещателей – на случай выхода из строя одного из них.

Еще одна проблема, характерная для наиболее широко распространенных оптических дымовых извещателей - это накопление в процессе эксплуатации в рабочей камере пыли, что приводит к повышению уровня нулевого сигнала (на пыль извещатель реагирует так же, как на дым), и разница между новым уровнем нуля и жестко заданным порогом срабатывания уменьшается. В результате чувствительность извещателя к дыму возрастает, что приводит к ложным срабатываниям.

На следующем этапе развития техники в связи с потребностью оборудования системами сигнализации все более крупных и сложных по структуре объектов появились адресные системы сигнализации. Они позволили резко сократить количество линий связи на объекте и осуществлять цифровой обмен информацией между извещателями и ПКП по одной адресной шине. Это был серьезный прорыв, который сократил затраты на монтаж и обслуживание оборудования, сделал реальным создание и поддержание работоспособности крупных систем сигнализации. Что касается принципа получения информации о контролируемом факторе пожара, то в большинстве адресных систем сигнализации он был сохранен, а значит, сохранены были и все недостатки, присущие пороговым извещателям – в первую очередь низкая надежность систем сигнализации, обусловленная отсутствием на ПКП информации о работоспособности извещателя. Тем не менее, сегодня значительная часть крупных объектов в России оборудуется адресными пороговыми системами сигнализации благодаря удачному сочетанию преимуществ адресных систем и низкой стоимости извещателей. Это, как правило, системы с внешней адресацией, организуемые с помощью адресных модулей и меток, к которым подключаются извещатели или целые шлейфы сигнализации.

Практически одновременно с пороговыми адресными системами сигнализации были

разработаны и адресно-аналоговые системы, которые строились по схеме, показанной на рис.1 слева. Действительно, уж если была решена столь сложная задача организации цифрового обмена информацией между ПКП и периферийными устройствами, то прямой смысл использовать его не только для передачи адреса, но и для передачи количественного значения контролируемого фактора пожара, измеренного извещателем. В этот момент у разработчиков возникли головокружительные ожидания достижения нового качества системы за счет получения ценнейшей информации о состоянии охраняемого объекта – поэтому ее необходимо было передать по линиям связи на пульт управления системой для того, чтобы ПКП мог детально ее изучать, прогнозировать и контролировать ситуацию на объекте. До сих пор производители в рекламных изданиях декларируют необыкновенные преимущества адресно-аналоговых систем сигнализации, которые чаще всего сводятся к заботе о курильщиках: «пороги срабатывания адаптируются к каждому помещению и изменяются в зависимости от времени суток, дней недели для исключения ложных срабатываний от сигаретного дыма». Но стоит ли платить так дорого за подобные удобства? Не надо забывать также, что допустимый диапазон чувствительности дымовых извещателей достаточно узкий: $0,05 \div 0,2$ дБ/м, поэтому, чтобы управлять чувствительностью и не выходить за пределы диапазона, необходимо извещатель превратить в точный измерительный прибор с высокой температурной стабильностью и регулярными поверками – а это тоже дорогое удовольствие.

Другое декларируемое преимущество. Если расположить анализатор в ПКП, то имеется возможность групповой обработки информации от разных извещателей, например, построения полей распространения задымленности. Где это может быть нужно? Может быть, на специальных промышленных объектах, где возможно содержать персонал, управляющий подобной техникой. Для обычных объектов нет необходимости перегружать центральный контроллер, организовывать мощные потоки информации по линиям связи, снижая их помехозащищенность – а ведь именно так и работает большинство современных систем пожарной сигнализации. Попробуем представить себе построенную аналогичным образом систему охранной сигнализации – эта техника близка по назначению и развивалась параллельно. "Интеллект" в современных системах сосредоточен в извещателях: они полностью проводят весь анализ ситуации, даже отличают животных весом 30кг от таких же, но весом 20кг. Представьте, если этим будет заниматься центральный контроллер, к которому подключены сотни таких извещателей. Быстрота реакции точно будет потеряна.

Однако эйфория с годами прошла, и каков же сухой остаток? Что реально получает заказчик за свои (немаленькие) деньги, установив вместо пороговой адресно-аналоговую систему? Оказывается, есть всего лишь одно преимущество, имеющее значение на практике – это возможность достижения высокой надежности функционирования системы сигнализации. Чем она определяется? Современные аналоговые извещатели в отличие от пороговых способны проводить самодиагностику: контролировать работоспособность оптического канала, отслеживать процесс накопления пыли в оптической камере, а также способны передавать сигнал о неисправности на ПКП. Оказывается, на самом деле нам не хватало всего лишь одной единицы информации, которую надо передавать на прибор. Стоит задуматься, а насколько необходимо постоянно перегружать прибор и линии связи потоками информации, как это происходит в адресно-аналоговых

системах, чтобы получать информацию второстепенного характера, которая в подавляющем большинстве случаев оказывается невостребованной? Тем более что стоит все это очень недешево.

Как бы ответом на этот вопрос явились разработанные недавно неадресные аналоговые извещатели «ОДИН ДОМА» (Системы Безопасности №3 за 2003г., стр.43). Они обладают внутренним интеллектом: корректируют чувствительность по мере запыления рабочей камеры, определяют момент возникновения недопустимого уровня запыленности, получают информацию о работоспособности всех узлов извещателя, включая дымовой канал, передают на ПКП не только сигнал о пожаре, но и сигнал о неисправности. Извещатели работают в традиционном шлейфе сигнализации с любым лучевым ПКП, передают сигнал «Пожар» обычным для этих приборов способом, а для передачи сигнала «Неисправность» используют имитацию неисправности шлейфа сигнализации. В случае обнаружения неисправности извещатель разрывает шлейф сигнализации, а обрыв шлейфа обязан определять любой пожарный ПКП. Интеллектуальные ПКП последнего поколения даже умеют различать сигналы о неисправности извещателя и обрыве шлейфа (ПКП «Минитроник 24»).

При небольшом количестве помещений такое техническое решение ненамного затрудняет идентификацию неисправного извещателя (ведь существует еще индикатор самого извещателя, а при необходимости и выносной индикатор) и окупается низкой стоимостью системы сигнализации. Аналоговые неадресные системы сигнализации являются оптимальным решением для малых и средних объектов – школ, медучреждений, офисов, магазинов и т.д., где применение адресно-аналоговых систем экономически не оправдано, а применение пороговых сегодня уже не обеспечивает достаточный уровень защиты от пожара.

Но вернемся к вопросу надежности.

3. Чем определяется надежность системы сигнализации?

Характеристикой надежности отдельного извещателя является время наработки на отказ либо обратная ему функция – вероятность отказа. Обычно этот подход распространяют и на СПС, т.е. считают, что надежность системы сигнализации определяется надежностью входящих в нее извещателей, и общая вероятность отказа является произведением их вероятностей отказа.

Это односторонний взгляд на проблему, не учитывающий участие человека в процессе эксплуатации. Понятие надежности СПС качественно отличается от понятия надежности извещателя тем, что существует возможность восстановления системы путем замены отказавших извещателей на исправные. Безусловно, если человек не имеет возможности восстанавливать систему, например, она недоступна длительное время в связи с условиями производства (необслуживаемые или автономные системы, спецпроизводства и т.д.) или это быстропротекающие процессы и т.п., то подход к оценке надежности системы только по вероятности отказа составляющих ее элементов является оправданным. Однако в других случаях человек по мере возникновения отказов может их устранять и поддерживать систему в рабочем состоянии. Эффективность этого процесса характеризуется временем

восстановления системы сигнализации, которое складывается из времени обнаружения неисправности и времени ее устранения. Теперь попробуем сравнить две ситуации на предмет надежности: в одном случае система сигнализации построена на извещателях с очень малой вероятностью отказа, но автоматическое обнаружение неисправности отсутствует, а в другом мы обнаруживаем неисправности практически мгновенно. Так как вероятность отказа никогда не будет равна нулю, то в первом случае на объекте будут присутствовать в большем или меньшем количестве бесконтрольные вышедшие из строя извещатели, и узнаем мы об этом только при очередной проверке, т.е. через 6 месяцев! В одном случае вероятностный процесс, который мы полностью контролировать не можем, а в другом – гарантированная работоспособность системы в каждый момент времени.

При наличии механизма восстановления системы сигнализации вероятность отказа извещателей определяет лишь промежуток времени между двумя обслуживанием системы, т.е. определяет, насколько часто мы согласны производить ремонтные работы. Конечно, низкая вероятность отказа извещателей обеспечит нам более спокойную жизнь, но во всех случаях мы можем быть уверены в работоспособности системы в каждый момент времени только при условии обеспечения небольшого времени ее восстановления. В результате на первое место в вопросе обеспечения надежности СПС выступает наличие в извещателях системы самодиагностики и передачи сигнала о неисправности на ПКП. Таким требованиям могут удовлетворять только аналоговые СПС - адресные и неадресные.

Рассмотрим теперь с новых позиций надежность различных типов СПС. Аналоговые СПС сами по себе не являются гарантией надежности, они лишь создают предпосылки для создания системы диагностики извещателей. Для тех аналоговых извещателей, в которых она есть, необходимо учитывать, все ли жизненно важные функции контролируются. Так, например, в извещателе может проводиться контроль запыленности, эффективный для рекламы, но отсутствовать контроль работоспособности дымового канала, который технически выполнить сложнее. Проверить это легко: достаточно имитировать отказ ИК-излучателя или приемника, для чего перекрыть отверстие одного из них непрозрачным в ИК-области спектра материалом, например, металлической пластиной. ПКП должен выдать сообщение о неисправности.

Если сравнить надежность адресных и неадресных аналоговых СПС, то время обнаружения неисправности у них совпадает, а время ее устранения может отличаться. Замена неадресного извещателя может быть произведена за минимальное время, а замена адресно-аналогового во многих случаях требует перепрограммирования системы и весьма значительных затрат времени (ожидание визита специалистов). Простота замены неадресных аналоговых извещателей сохраняется даже в случае, если в шлейфе сигнализации установлено несколько извещателей, размещенных в нескольких помещениях: дополнительная информация о том, какой именно извещатель в данном шлейфе подал сигнал «SOS», индицируется светодиодом извещателя или выносным оптическим индикатором, и даже с расшифровкой – отказ извещателя или превышение предела запыленности. Сразу ясно, что нужно делать – заменить извещатель или очистить от пыли, и это также способствует сокращению времени устранения неисправности. В связи с этим установка в одном шлейфе нескольких извещателей в нескольких помещениях практически не снижает надежность работы системы, обеспечивая минимальное

время восстановления.

Другой тип извещателей – так называемые интеллектуальные извещатели – имеющие систему самодиагностики, но не передающие информацию о неисправности на ПКП. Информация умирает у них внутри – понятно, что надежность СПС с такими извещателями мало отличается от надежности пороговых СПС.

Еще один появившийся недавно термин – «опросные адресные» извещатели. Опрос никак не связан с обсуждаемой проблемой – надежностью СПС, для обеспечения надежности значение имеет только «ответ» извещателя, для которого «опрос» может быть не обязательным. Время обнаружения неисправности при этом определяется периодичностью «ответов». Есть ли смысл выделять такие извещатели в отдельную группу?

Итак, при одинаковой величине вероятности отказа наиболее перспективными с точки зрения надежности, по критерию «величина времени восстановления СПС», являются аналоговые СПС – адресные и неадресные. Какие же лучше? На самом деле они не являются конкурентами на рынке. Выбор того или другого типа аналоговой СПС определяется теми же соображениями, что и при выборе пороговых адресных и неадресных систем: для крупных объектов целесообразно использовать адресные системы сигнализации с адресно-аналоговыми извещателями, а на небольших объектах – неадресные системы с аналоговыми извещателями.

4. Один пожарный извещатель вместо двух

Волнующим многих является вопрос о необходимости дублирования извещателей – решение, которое было принято еще на заре развития этой техники, когда она была несовершенной. Создание извещателей с системой самодиагностики и передачи сигнала «Неисправность» на ПКП позволяет отказаться от дублирования (при выполнении требований по защищаемой одним извещателем площади), и для систем сигнализации это закреплено в нормах пожарной безопасности НПБ 88-2001*, п.12.17.

В случае, если несколько помещений охраняется одним шлейфом сигнализации с неадресными аналоговыми извещателями, необходимо учитывать также требования п.12.13, где оговариваются условия расположения этих помещений в здании – суммарная площадь помещений до 300 м²; если более (до 1600 м²), то на одном этаже, с выходом в общий коридор, и т.п.; если число помещений более десяти, то необходима выносная индикация над входом в каждое помещение.

В п.12.13 изложены требования к идентификации извещателя, выдавшего сигнал «Пожар». Требования к идентификации извещателя, выдавшего сигнал «Неисправность», не являются более строгими, поэтому при установке нескольких извещателей в шлейфе идентификация неисправного извещателя, так же как идентификация пожара, осуществляется ПКП с учетом индикации извещателя либо выносной индикации.

Установка одного извещателя в помещении согласно НПБ 88-2001* возможна только

для систем сигнализации и оповещения (1-го, 2-го или 3-го типов). Формирование сигналов управления оповещением 5-го типа, дымоудалением, пожаротушением требуется производить не менее чем от двух пожарных извещателей. Однако необходимо учитывать, что не все извещатели в здании задействованы в системах управления. Например, если здание оборудовано системой дымоудаления, то дымоудаление в большинстве случаев необходимо производить на путях эвакуации (вопрос регулируется СНиП 2.04.05-91*), а сигнал пуска формировать от двух извещателей, расположенных на этих путях. При этом другие помещения можно оборудовать системой сигнализации, т.е. без дублирования, при выполнении требований НПБ 88-2001*, пп.12.17, 12.13. Так как основной задачей системы дымоудаления является обеспечение эвакуации людей, то система должна включаться при реальном возникновении задымленности на путях эвакуации. Если пытаться включить ее от извещателей, расположенных в задымленном помещении, то это, во-первых, приведет к преждевременному вытягиванию дыма на пути эвакуации и осложнит ее, а во-вторых, создаст приток воздуха в зону горения и ускорит развитие пожара. Исключением, пожалуй, являются жилые дома, где из антивандальных соображений систему дымоудаления включают от квартирных извещателей.

5. Заключение

Одна из главнейших задач норм пожарной безопасности – стимулировать развитие перспективных направлений в технике, обеспечивающих высокую надежность предупреждения и защиты нас от пожара. Успех во многом зависит от того, насколько верно мы определим признаки для классификации устройств и выберем критерии оценки.

Классификация должна отражать не только техническую сторону вопроса, но в первую очередь учитывать наши потребности по степени их важности для нас. Деление извещателей на пороговые и аналоговые, как мы сейчас видели, хотя и соответствует основным принципам их работы, но неточно отражает наши ожидания в отношении главного вопроса – надежности систем сигнализации, и не дает нам инструмента для отбора извещателей по важнейшим признакам. Аналоговые извещатели как таковые не решают вопрос надежности и становятся надежными только в случае, если они оснащены системой самодиагностики и передают информацию о неисправности на ПКП. С практической точки зрения было бы более целесообразно классифицировать системы сигнализации именно по этому признаку. Немаловажным также является вопрос – какие именно параметры контролирует система самодиагностики, насколько качественно она построена, ведь получив инструмент борьбы с «ложными пожарами», мы одновременно можем получить источник «ложных неисправностей». Правда, согласитесь, из двух зол это меньшее.

С учетом всего изложенного мы предлагаем при очередной редакции норм пожарной безопасности включить в них следующие вопросы.

1. Уточнить определение аналоговых систем сигнализации, вывести из тени их деление на адресные и неадресные аналогично пороговым системам сигнализации.

2. Ввести классификацию систем сигнализации по признаку наличия в извещателях системы самодиагностики с передачей сигнала о неисправности на ПКП. Установить параметры извещателей, подлежащие диагностике.

3. Установить нормы на время восстановления системы сигнализации, время обнаружения неисправности и время ее устранения для различных категорий помещений – по уровню угроз. Определить помещения, для которых использование извещателей с системой диагностики обязательно, а также помещения, для которых требование не является обязательным, но вследствие повышения надежности СПС позволяет отказаться от дублирования извещателей.

4. Допустить возможность формирования сигнала управления оповещением 5-го типа, дымоудалением, пожаротушением от двух извещателей без их дублирования, если они обеспечивают требуемую надежность при достаточном времени восстановления системы за счет применения системы диагностики с передачей сигнала о неисправности на ПКП.

*Кандидат технических наук
В. В. Овчинников*