

# Без ложной скромности

Комбинированные пожарные извещатели стали недешевой, но неотъемлемой частью современных адресно-аналоговых пожарных систем с низким процентом ложных срабатываний. Пока в российском сегменте мультисенсоров доминируют зарубежные производители. Однако отечественные вендоры настолько привыкли считать рынок пожарных извещателей своей вотчиной, что, несомненно, скоро догонят и усовершенствуют технические решения конкурентов.



Текст: Олег Лукманов

Market review: Fire alarm that doesn't lie / By Oleg Lukmanov

The multiple-alarm fire systems have the lowest level of false triggering. Foreign manufactures dominate on the Russian market at the moment, but Russian companies are developing their technologies to catch up with competitors.

**C**тратегия создания любой современной системы пожарной сигнализации заключается в обеспечении максимально раннего обнаружения очага возгорания при минимальном количестве ложных срабатываний. Такой подход в сочетании с применением автоматических средств пожаротушения позволяет свести к минимуму материальный ущерб и исключить человеческие жертвы. Успехи в реализации этой стратегии во многом зависят от прогресса в создании пожарных извещателей. Одним из наиболее высокотехнологичных решений в этой области считаются комбинированные, или мультисенсорные, датчики.

Комбинированный (мультисенсорный) извещатель — устройство, в котором объединены две и более технологии распознавания очага пожара.

## КОМБИНИРОВАННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПОЖАРНЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ

Достоверное раннее обнаружение очага в реальных условиях представляет собой слож-

ную техническую задачу. Трудности обусловлены различными типами горения (6 типов по ГОСТ Р 50898-96), приходится также учитывать состояние извещателей (загрязнение, изменение характеристик сенсоров) и негативное влияние среды (запыленность, пар, иней). Кроме того, распознавание затрудняется тепловыми и электромагнитными помехами действующего оборудования как внутри контролируемых зон, так и снаружи.

При таких условиях обеспечить раннее обнаружение без ложных срабатываний применением одной технологии распознавания удастся далеко не всегда. Например, опто-электронный извещатель дыма может ошибочно выдать сигнал «пожар» при появлении пыли, но не «заметить» открытого бездымного пламени, а температурный датчик не отреагирует на медленно тлеющие материалы в больших помещениях. В таблице 1 показано влияние помехообразующих факторов на сенсоры различного типа. Знаком «+» отмечены позиции, приводящие к ложным срабатываниям извещателя конкретного типа.

Эффективность или оптимальность автоматического пожарного извещателя рассматривается как суммарный показатель двух характеристик — чувствительности и помехоустойчивости. Первая определяет скорость обнаружения очага возгорания, а от второй зависит количество ложных срабатываний. Соответственно, повышение любой из характеристик будет прогрессом в области пожарных извещателей.

## Комбинация сенсоров — метод повышения эффективности автоматических пожарных извещателей

При этом характеристики тесно взаимосвязаны. Любая попытка повысить чувствительность (для более раннего обнаружения) делает детектор более восприимчивым к помехам и, как следствие, требует дополнительных мер по защите от ложных срабатываний. В целом контроль по дополнительным признакам помогает решить проблему раннего обнаружения. Но не все так просто.

Таблица 1 показывает, что, группируя различные типы сенсоров по схеме «И» (последовательно), можно добиться повышения помехоустойчивости. Однако такая схема будет срабатывать по последнему достигшему порога сигналу, что может слишком затянуть

Таблица 1. Помехообразующие факторы для разных типов сенсоров

Помехообразующий фактор	Тип сенсора					
	СО	УФ	Ионизац. (дымя)	оптико-эл. (дымя)	оптико-эл. линейный (дымя)	тепловой
Тепловые флуктуации	+	+	-	-	-	+
Фоновая освещенность	-	+	-	+	+	-
Воздушные потоки	-	-	-	+	+	-
Воздействие солнечных лучей	-	+	-	+	+	-
Воздействие аэрозолей (пыль, туман)	+	-	-	+	+	-



время распознавания, а то и вовсе исключить срабатывание. В связи с этим, увы, простое объединение сенсоров по схеме «И» не решает проблемы.

В результате совершенствование комбинированных датчиков идет тремя путями. Первый наиболее простой и короткий — объединение по схеме «ИЛИ» (параллельно). Больших достижений это не сулит, но в ряде случаев позволяет существенно выиграть время при обнаружении пожара. Например, если предполагается появление двух признаков, но неизвестно, какой возникнет раньше, то комбинированный детектор сработает по первому, достигшему порога. Извещатели такого типа недороги и широко представлены на рынке отечественными и зарубежными производителями.

Другой путь повышения эффективности извещателя предполагает организацию сложных вариантов с логической схемой «И». В частности, один из способов заключается в автоматическом снижении порога по второму признаку, если есть рост кон-

тролируемого параметра по первому. Такой прием позволяет компенсировать недостатки схемы «И». Применение сложной мажоритарной логики с увеличением числа анализируемых признаков также может дать существенный эффект увеличения обнаруживающей способности и/или снижения вероятности ложного решения.

В таблице 2 в качестве примера приведены расчетные значения вероятности обнаружения очага пожара и вероятность ложного срабатывания объединенных сенсоров при равновероятном появлении анализируемых признаков.

Третий путь основан на применении сложных алгоритмов анализа по двум и более признакам. Для этого сигналы каждого канала переводятся в цифровую форму, далее определяется функция, по которой они изменяются во времени, затем эта функция

анализируется, сравнивается с шаблонами (сигнатурами) пожаров, после чего принимается решение.

При проектировании автоматических пожарных сигнализаций применяются все три типа комбинированных извещателей. Исследования подтвердили, что объединение в одном извещателе сенсоров различного типа повышает эффективность распознавания при снижении процента ложных тревог. Например, в США в 2008–2009 годах эксперты NFPA (National Fire Protection Association — Национальная ассоциация противопожарной защиты) после серии экспериментов пришли к выводу: «как правило, двойные детекторы тлеющего очага и открытого пламени реагируют раньше, чем ионизационный и фотопротекционный сенсоры по отдельности».

В России идея применения комбинированных извещателей также считается прогрессивной. По мнению профессора кафедры пожарной автоматики Академии ГПС МЧС России доктора технических наук Анатолия Членова, применение комбинированных извещателей позволяет объединить положительные качества отдельных видов одноканальных извещателей и в значительной степени исключить их недостатки.

В Европе комбинированные извещатели тоже завоевывают популярность, и все крупные компании разрабатывают и производят их различные варианты.

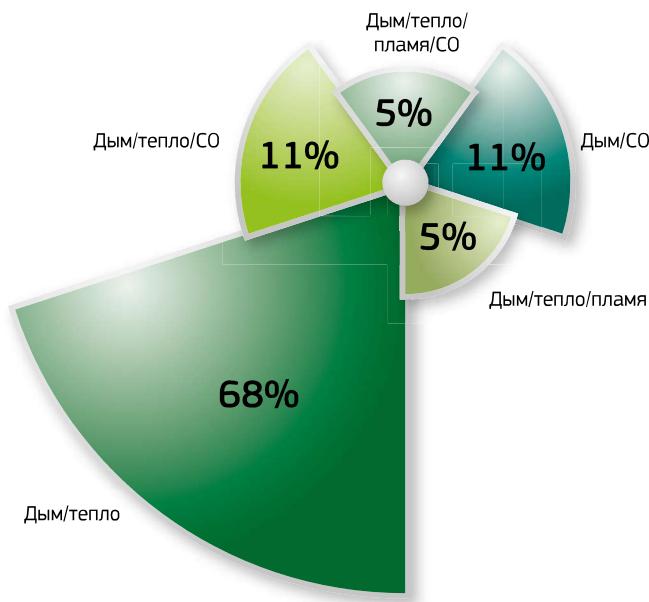
К настоящему времени компании прошли путь от первых простейших пороговых

Таблица 2. Расчетные значения вероятности обнаружения очага пожара

Количество сенсоров	Вид логики	Вероятность обнаружения	Вероятность ложного срабатывания
2	2 из 2	0,81	$10^{-2}$
3	3 из 3	0,729	$10^{-3}$
4	4 из 4	0,6561	$10^{-4}$
4	3 из 4	0,952	$3,7 \times 10^{-3}$

## ПРОДУКТ НОМЕРА

Рисунок 1. Доли типов (комбинаций) сенсоров в сегменте комбинированных извещателей на российском рынке



конструкций дым/тепло до мультисенсорных адресно-аналоговых микропроцессорных детекторов с полностью цифровым обменом информацией (протокол AP200) между извещателем и ПКП. Максимальное число технологий распознавания, объединяемых в одном извещателе, достигает четырех.

### АДРЕСНЫЕ И АДРЕСНО-АНАЛОГОВЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ИЗВЕЩАТЕЛИ

На российском рынке представлены неадресные, адресно-пороговые (адресные) и адресно-аналоговые комбинированные извещатели. Неадресные системы ПС имеют множество недостатков и считаются уст-

ревшими, поэтому они для таких систем в данном обзоре не рассматриваются.

Деление на адресные и адресно-аналоговые проводится по функции передачи значения контролируемых величин в ПКП. Если такая возможность не предусмотрена, то извещатель относят к просто адресным, если схема извещателя обеспечивает передачу контролируемых величин, то его следует считать адресно-аналоговым. При этом передаваться может как аналоговый, так и цифровой сигнал. Подавляющее большинство новой адресно-аналоговой продукции поддерживает цифровые протоколы обмена. В частности, адресно-аналоговые извещатели производства компаний System Sensor, Honeywell, ESMI, Notifier, Labor Strauss, FCI работают по полностью цифровому протоколу AP200. Извещатели компании Bosch, разработанные для сетей LSN, также имеют встроенные цифро-аналоговые преобразователи и контроллеры для последовательной передачи данных в ПКП.

Важным моментом, характеризующим новые протоколы обмена и, соответственно, извещатели под них, нужно считать работу по прерываниям. Обмен по прерыванию делает ненужным постоянный циклический опрос всех извещателей, который практикуется в адресно-аналоговых пожарных сигнализациях предыдущего поколения. Контрольный прибор быстро определяет извещатель, выставивший сигнал прерывания, и считывает с него всю

Таблица 3. Комбинированные пожарные извещатели

Модель	Бренд	Комбинация	Рабочее напряжение	Диапазон температур	Колебания воздуха
X95 55000-886	Apollo	дым/тепло мд*	17...28 В пост.	н/д	н/д
FAP-OC 520-(P)		дым/СО	15-33 В	-10 °C до +50 °C	до 20 м/с
FAP-425-DOTC-R	Bosch Security Systems	дым/тепло мд*/СО	15-33 В	-10 °C до +50 °C	до 20 м/с
FAP-425-DOT-R		дым/тепло мд*	15-33 В	-10 °C до +50 °C	до 20 м/с
Dual IR / UV	ESMI	УФ/ИК	17...28 В пост.	-40 °C до +70 °C	н/д
EDI-30		дым/тепло мд*	17...28 В пост.	-20 °C до +60 °C	н/д
58000-305APO	Schneider Electric	дым/СО	17...28 В	0 °C до +50 °C	н/д
FDOOT221		дым/тепло	12-33 В	-10 °C до +60 °C	до 20 м/с
FDOOTC241	Siemens	дым/тепло/СО	12-33 В	-20 °C до +50 °C	до 20 м/с
OOHC740 Cerberus		дым/тепло/СО	12-33 В	-10 °C до +60 °C	до 20 м/с
22051TE		дым/тепло мд*	15-32 В	-13 °C до +70 °C	до 20 м/с
22051TEI		дым/тепло мд*	15-28 В	-13 °C до +70 °C	до 20 м/с
2251CTLE	System Sensor	дым/тепло/пламя/СО	15-32 В	-20 °C до +55 °C	до 20 м/с
2251TLE		дым/тепло/пламя	15-32 В	-20 °C до +70 °C	н/д
Леонардо-ОТ		дым/тепло мд*	8-30 В	-20 °C до +70 °C	до 20 м/с
Аврора-ДТИ исп.2		дым/тепло мд*	10-40 В	-40 °C до +55 °C	н/д
ИП 212/101-80/2-A1	Аргус-Спектр	дым/тепло мд*	10-40 В	-40 °C до +55 °C	н/д
Аврора-ДТИ		дым/тепло мд*	10-40 В	-40 °C до +55 °C	н/д
ИП 212/101-64-PR		дым/тепло мд*	20...28 В	-40 °C до +55 °C	до 10 м/с
ИП 212/101-11-PR	Рубеж	дым/тепло мд*	20...28 В	-30 °C до +70 °C	до 10 м/с

\*мд — максимально дифференциальный извещатель

информацию о состоянии контролируемой зоны. Такой режим значительно разгружает линии, не требует высоких скоростей передачи и в итоге позволяет сделать сами линии намного длиннее.

## Деление на адресные и адресно-аналоговые проводится по функции передачи значения контролируемых величин в ПКП

### СТАНДАРТЫ

В России, Европейском союзе и США нет отдельных стандартов по комбинированным извещателям, требования к ним изложены в общих нормативах по средствам пожарной автоматики. В ЕС ориентируются главным образом на национальный немецкий стандарт EN-54, в США это серия UL (UL 268 идр.), в РФ — это ГОСТ Р 53325-2012, Нормы пожарной безопасности (НПБ) и Свод правил СП 5.13130.2009 с Изм. №1.

В ГОСТ Р 53325-2012 комбинированные пожарные извещатели выделены в отдельный вид при классификации по виду контролируемого признака пожара —

п.4.1.1.3. Требования и программа испытаний для них определяются в соответствии с требованиями к извещателям, входящим в их состав.

Следует отметить устаревшие положения СП 5.13130.2009 года. В соответствии с ними проектировщики должны ставить комбинированные извещатели в случае, если не определен преобладающий признак пожара, а в остальных ставятся некомбинированные извещатели по преобладающему признаку. Таким образом полностью игнорируется возможность более раннего и достоверного обнаружения пожара с помощью мультисенсорных извещателей.

### ВИДЫ КОМБИНИРОВАННЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Как уже сказано выше, основная цель объединения сенсоров в комбинированный датчик — снижение количества ложных срабатываний при более раннем обнаружении тревожного события. Исходя из этого используются различные комбинации сенсоров (см. рис. 1).

### Комбинированные извещатели дым/тепло

Первая по популярности комбинация сенсоров. Дымовой канал современных комбинированных извещателей отличается оптической камерой, не дающей отраженного сигнала от стенок, конструкция предусматривает автоматический контроль запылен-

ности, компенсацию дрейфа, индикацию состояния и режима работы и пр.

В последних разработках компаний Bosch и Siemens применяются оптоэлектронные сенсоры нового типа. Они позволяют фиксировать излучение, рассеянное не только крупными дымовыми частицами тлеющих очагов (черный дым), но и мельчайшими частицами светлого дыма открытого пламени. Сенсоры ASA компании Siemens контролируют сигнал по двум углам рассеяния (60 и 120 °C), дымовые сенсоры с технологией Dual-Ray контролируют сигнал рассеяния на двух частотах ИК-спектра. В том и другом случае используется зависимость интенсивности рассеянного излучения от размеров частиц, угла рассеивания и частоты излучения. Благодаря такой конструкции и микропроцессорной обработке сигналов извещатели обеспечивают раннее обнаружение с высокой степенью достоверности.

Тепловой канал комбинированных сенсоров, как правило, максимально дифференциальный\* и обеспечивает контроль по величине и скорости увеличения температуры.

\*Максимально дифференциальный тепловой извещатель — тепловой пожарный извещатель, контролирующий не только значение температуры, но и скорость ее возрастания. Соответственно, сигнал о срабатывании выдается по достижении температурного порога или при скорости нарастания температуры выше заданной. Распространенные пороги 58 °C или 8 °C/мин.

Потребляемый ток (дежурный режим)	Примечания	Цена
3,5 мА	адресно-аналоговый, стандарт UL 268	под проект
3,25 мА	адресно-аналоговый, LSN improved, изолятör K3	14 302 руб.
3,25 мА	адресный, Dual-Ray AVENAR detector 4000	9661 руб.
3,25 мА	адресный, Dual-Ray AVENAR detector 4000	5781 руб.
2,8 мА	адресно-аналоговый, выдерживает отрицательные температуры без снега и льда	под проект
5 мА	адресно-аналоговый с выбором каналов	под проект
4,7 мА	адресно-аналоговый	под проект
2 мА	адресный, два тепловых датчика, протокол Fdnet, технология ASA	под проект
3,2 мА	адресный, два тепловых датчика, протокол Fdnet, технология ASA	под проект
3 мА	адресный, ASA, два тепловых датчика, протокол C-Net	под проект
2 мА	адресно-аналоговый, протокол AP200	4434 руб.
2 мА	адресно-аналоговый, протокол AP200, изолятör K3	5028 руб.
2 мА	адресно-аналоговый, протокол AP200, двойной ИК сенсор	14 163 руб.
2 мА	адресно-аналоговый, протокол AP200, двойной ИК сенсор	под проект
1,4 мА	адресный	1275 руб.
2 мА	адресно-аналоговый, изолятör K3	2421,67 руб.
2 мА	адресно-аналоговый, FAP-OC 520(-Р), изолятör K3	под проект
3 мА	адресно-аналоговый без изолятora K3	1915 руб.
1,5 мА	адресно-аналоговый с компенсацией запыленности	1155 руб.
0,25 мА	адресно-аналоговый с компенсацией запыленности	1375 руб.



Ряд таких производителей, как Schrack Seconet, Jablotron или System Sensor, выпускают изделия с возможностью независимого контроля по каждому из каналов. Благодаря микропроцессорной обработке сигналов комбинированные извещатели дым/тепло обеспечивают раннее обнаружение с высокой степенью достоверности.

## Извещатели дым/CO и тепло/CO

Комбинированные датчики с таким набором сенсоров появились благодаря прогрессу в разработке детекторов угарного газа. В большинстве конструкций используются электролитические датчики с относительно небольшим сроком службы, но в ближайшее время ожидается появление коммерческих вариантов полупроводниковых детекторов CO. Это позволит заметно улучшить конструкцию комбинированных извещателей с сенсором обнаружения угарного газа.

Применение канала CO существенно расширяет возможности распознавания очагов горения. Контроль по угарному газу позволяет более достоверно определять факт горения. Например, повышение температуры, сопровождаемое ростом концентрации CO, уже никак не может оказаться помехой. Извещатели с каналом CO на российском рынке предлагают Bosch, «Плазма-Т», ESMI, Siemens, Esser, System Sensor и ряд других.

## Комбинированные извещатели дым/тепло/CO

Извещатели такого типа относят уже к мультисенсорным, или мультикритериальным. Извещатели дым/тепло с современными оптико-электронными и тепловыми максимально дифференциальными сенсорами сами по себе достаточно эффективны, но добавление третьего канала по угарному газу сводит вероятность ложных срабатываний почти к нулю. Извещатели такого типа для российского рынка выпускают Tuso (FC460PC, ZETTLER 850PC), Esser (модель 802473 в серии IQ8Quad) и Siemens (OOHC740ASA).

## Комбинированные извещатели дым/тепло/пламя

Наличие трех каналов распознавания позволяет фиксировать горение всех типов с высокой степенью достоверности. На российском рынке предлагаются извещатели с такой комбинацией каналов разработки компаний System Sensor (22051TLE[I]-[IV]), ESMI (также 22051TLE) и «Плазма-Т». Для распознавания по пламени в них используется ИК-сенсор. Устройства поддерживают протокол AP200 (Advanced Protocol).

## Комбинированные извещатели дым/тепло/пламя/CO

Четырехканальные комбинированные извещатели производятся компаниями System Sensor и ESMI (модель ESMI 2251CTLE). Извещатель поддерживает цифровой протокол обмена AP200, допускает независимое управление каналами, тонкую настройку по семи категориям помещений, есть режим интерактивного обучения. Извещатели с такой комбинацией сенсоров способны обнаружить пожар в помещениях с дымом, паром, вспышками и т. п. Разумеется, в таких флагманских моделях предусмотрены все мыслимые виды диагностики и сервиса. Единственным исключением в этой модели является отсутствие встроенного изолятора короткого замыкания (КЗ).

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОРТРЕТ

Комбинированные адресные и адресно-аналоговые пожарные извещатели последнего поколения обладают рядом возможностей. Прежде всего это способность раннего обнаружения пожара и высокая помехоустойчивость благодаря цифровой обработке сигналов с помощью встроенного микропроцессора.

Мультисенсорные пожарные извещатели способны точно идентифицировать пожар в сложных условиях — дым, пар, сварка, работающее оборудование. Наличие нескольких программируемых порогов позволяет

применять сигналы предупреждения до объявления системой пожарной тревоги. Поддержка цифровых протоколов обмена и работа по прерываниям позволяют разгрузить проводные линии связи и увеличить в два-три раза их протяженность.

Еще одним важным свойством является обширная программа самодиагностики. Новые модели способны контролировать работоспособность и загрязнение сенсоров с выдачей соответствующих сигналов. Также в них предусмотрена компенсация дрейфа характеристик. Вместе эти свойства значительно упрощают и снижают объемы работ по техобслуживанию.

## ИТОГО

Многие производители предлагают несколько вариантов извещателей с одной и той же комбинацией сенсоров. Такая ситуация характерна для крупных компаний, особенно в отношении извещателей дым/тепло. Например, у Esser только в последней серии IQ8Quad присутствует четыре модификации извещателя дым/тепло. Такое разнообразие внутри одной серии объясняется в основном optionalной установкой изолятора КЗ, классом по температуре срабатывания, вариантами цвета корпуса и другими деталями. Что касается извещателей с одинаковой комбинацией сенсоров, но из разных серий, то здесь разница может быть очень существенной.



Новые модели извещателей способны контролировать работоспособность и загрязнение сенсоров с выдачей соответствующих сигналов

На рисунке 1 показаны основные типы адресных и адресно-аналоговых комбинированных пожарных извещателей, предлагаемых на российском рынке. Анализ предложений свидетельствует, что в этом сегменте устройств пока доминируют зарубежные компании. Российские производители в этом сегменте представлены только двумя предприятиями — «Рубеж» и «Аргус-Спектр». Остальные выпускают комбинированные модели для уже устаревших неадресных систем ПС.

