

**В.Ю. Фёдоров**

(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;  
e-mail: info@academygps.ru)

## **МЕТОД И УСТРОЙСТВО ГРУППОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

*Показаны возможности уменьшения времени обнаружения пожара в адресно-аналоговой системе пожарной сигнализации. Даны предложения по структуре группового пожарного извещателя.*

*Ключевые слова: система пожарной сигнализации, обнаружение пожара, пожарный извещатель.*

**V.Yu. Fedorov**

## **METHOD AND DEVICE FOR GROUP PROCESSING OF SIGNAL FROM DETECTORS IN FIRE ALARM SYSTEM**

*The possibilities of decrease the time detection of fire in address-analog fire alarm system are presented. Proposals on the structure of the detector group are given*

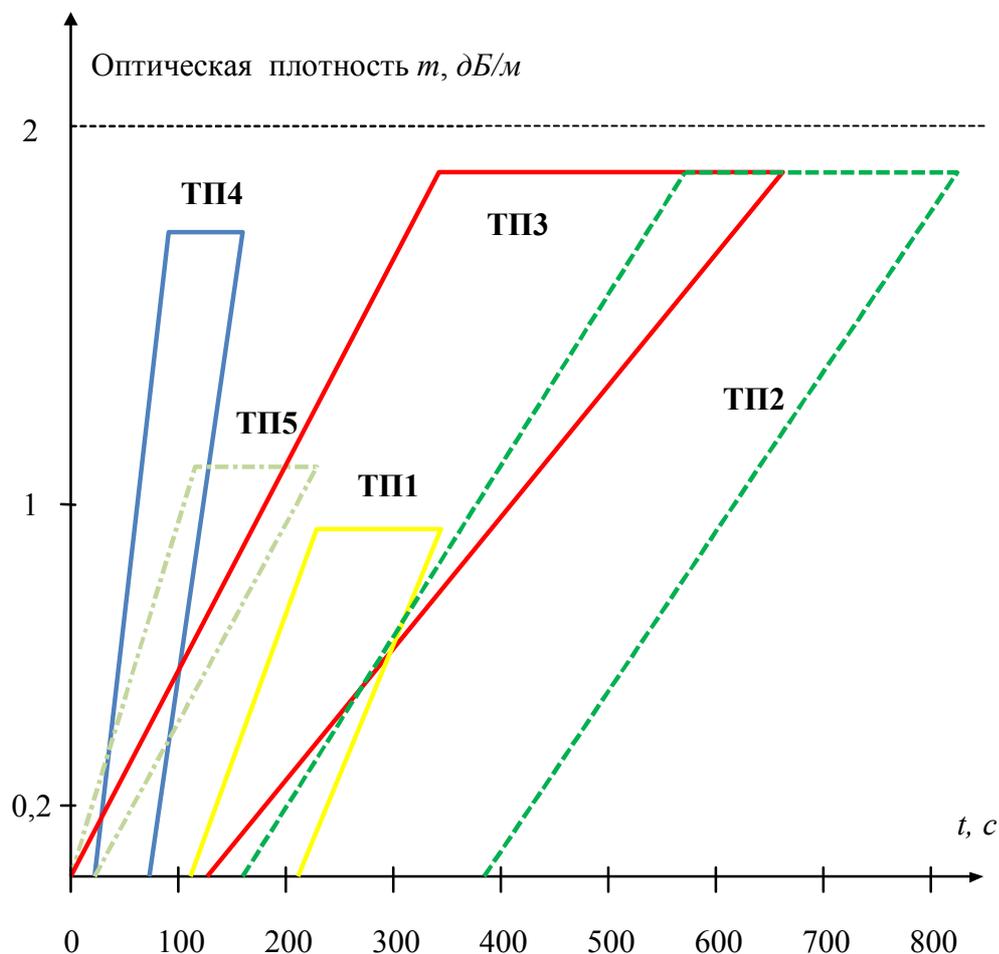
*Key words: fire alarm system, detection the fire, fire detector.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 18 марта 2011 г.

Известно, что одним из преимуществ адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации (ААСПС) является возможность сверххраненного обнаружения пожара при низкой вероятности ложных тревог, поскольку приёмно-контрольный прибор (ПКП) системы, обрабатывая текущую информацию о значениях контролируемого параметра в любом месте защищаемого объекта, может выдавать сигнал о наличии пожара, используя информацию от нескольких извещателей, расположенных в одной зоне. Выигрыш во времени обнаружения в зависимости от условий применения и выбора технических средств может оказаться определяющим для минимизации нанесенного ущерба [1].

Рассмотрим практические возможности реализации этих преимуществ ААСПС. В качестве модели для определения граничных условий временных параметров обнаружения пожара по изменению оптической плотности среды могут служить зависимости, получаемые при проведении огневых испытаний пожарных извещателей (ПИ) по нормативным документам [2] с использованием тестовых пожаров. Данные зависимости обобщают многолетний опыт моделирования возгораний с пожарной нагрузкой различного вида.

На рис. 1 приведены области изменения оптической плотности среды в зависимости от времени для тестовых пожаров ТП1-ТП5. Вычисленный по данным графикам диапазон скоростей изменения оптической плотности среды приведён в табл. 1.



**Рис. 1.** Зависимость изменения оптической плотности среды от времени для тестовых пожаров ТП1-ТП5

Из рис. 1 следует, что область, характеризуемая повышенной скоростью нарастания оптической плотности, находится на начальном временном участке, примерно 0-100 с. Она определяется типовыми пожарами ТП4 и ТП5 и вызвана повышенной выделяемой температурой при горении пенополиуретана или гептана. Учитывая, что данная область связана с образованием так называемых "темных" дымов, которые труднее обнаруживаются оптико-электронными ПИ, в этой области особенно целесообразно использовать скорость нарастания оптической плотности как дополнительный признак пожара для его достоверного обнаружения.

Таблица 1

**Диапазон скоростей изменения оптической плотности среды для типовых пожаров**

Вид пожара	Характеристика	$V_{\text{макс}}, \text{дБ/м}\cdot\text{с}$	$V_{\text{мин}}, \text{дБ/м}\cdot\text{с}$
ТП1	Горение древесины	0,005	0,004
ТП2	Тление древесины	0,0046	0,0045
ТП3	Тление хлопка	0,007	0,0038
ТП4	Горение пенополиуретана	0,0175	0,012
ТП5	Горение гептана (97 %) и толуола (3 %)	0,0087	0,005
ТП1-ТП5	-	0,0175	0,0038

В противоположность этому, развитие ТП2 характеризуется минимальной скоростью нарастания оптической плотности, что приводит к значительному увеличению времени обнаружения пожара. Поэтому для достоверного обнаружения необходимо увеличение времени усреднения значений контролируемого параметра.

Рассмотренные процессы развития пожара на тестовых очагах пожара в помещении позволяют определить минимальную необходимую частоту опроса каждого ПИ для создания достоверной картины контролируемого процесса. Так, при обнаружении пожара на начальной стадии по появлению дыма период между опросами должен составлять не более 3-5 с [3].

Анализ динамики изменения контролируемого признака может осуществляться путем определения первой производной функции изменения признака во времени или оценки изменения автокорреляционной функции.

Однако, если динамический анализ текущих значений контролируемого признака еще можно проводить в одном извещателе, то корреляцию между параметрами среды, определяемыми различными извещателями, можно проводить только при групповой обработке поступающей от них информации.

В реальных условиях развития пожара в одном помещении в результате перемещения дыма текущие значения контролируемой оптической плотности, поступающие от различных извещателей, будут отличаться в каждый момент времени, но скорость её нарастания будет идентична. Это связано с одним видом горючей нагрузки и одинаковыми для всех извещателей условиями распространения факторов пожара: температуры окружающей среды, атмосферного давления, влажности.

Статистической характеристикой связи между случайными величинами может быть коэффициент их взаимной корреляции. Значение коэффициента взаимной корреляции  $R$  вычисляется по формуле [1]:

$$R = \frac{S_{XY}}{\sqrt{S_X S_Y}}, \quad (1)$$

$$S_X = \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2; \quad (2)$$

$$S_Y = \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2; \quad (3)$$

$$S_{XY} = \left[ \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) \right] - N \bar{X} \bar{Y}, \quad (4)$$

где  $X_i, Y_i$  – измеренные значения уровня задымленности и температуры соответственно в  $i$ -ый момент времени;

$\bar{X}, \bar{Y}$  – средние значения уровня задымленности и температуры соответственно;

$N$  – количество измерений.

Извещения о пожаре может быть сформировано при условии, что коэффициент взаимной корреляции достигнет установленного порогового значения.

Таким образом, если наблюдается устойчивое совместное увеличение контролируемых факторов, возможно принятие решения о пожаре на его ранней стадии.

Следовательно, процесс принятия решения о возникновении пожара должен проходить в режиме реального времени, для этого быстрое действие ААСПС должна быть относительно высоким.

Вместе с тем, скорость обмена информацией между аналоговыми ПКП и ПИ в современных ААСПС, как правило, не превышает  $1200 \text{ бум/с}$ , иначе длина адресной сигнальной линии значительно сокращается [3]. При этом для количества опрашиваемых устройств в системе около 150 суммарное время опроса может составить до 60 с.

Следует отметить, что в настоящее время разрабатываются методы сокращения времени анализа в ААСПС. При этом, как правило, предлагаются варианты опроса с приоритетом и/или подекадный опрос с уточнением адреса, путем объединения устройств в логические группы по месторасположению и функциям [3, 4]. Положительный эффект даёт также построение структуры системы сигнализации по схеме "двойное кольцо" в ААСПС "Сфера 2001" [5]. Возможность создания такой структуры рассматривалась ранее специалистами в [6]. Здесь в первую двухпроводную кольцевую линию связи подключаются модули расширения адресно-аналогового шлейфа (СФ-МАО-1), за счет чего предварительная обработка сигналов от извещателей осуществляется в модуле, а адрес модуля указывает на контролируемую пожарную зону.

Автором разработано техническое решение, при котором роль адресного расширителя играет ПИ, к которому подключаются другие ПИ, расположенные в контролируемой зоне. Применение современных микроконтроллеров в ПИ позволяет существенно расширить его функции по обработке сигналов.

Структурная схема такого объектового модуля обнаружения адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации представлена на рис. 2.

Первый выход блока подключения соединен с первым входом формирователя извещений и первым входом блока групповой обработки, с входом блока обнаружения; выход блока групповой обработки подключен ко второму входу формирователя извещений, первый выход которого подключен к первому входу блока подключения; второй выход формирователя извещений подключен ко входу блока индикации; выход блока обнаружения подключен ко второму входу блока групповой обработки и второму входу блока подключения, остальные выходы которого подключены к остальным входам блока групповой обработки.

Блок групповой обработки содержит блоки сравнения, блок формирования порогов, блок логический и блок сопряжения. Первый вход блока групповой обработки подключен к первым входам блоков сравнения, блока формирования порогов, блока логического и блока сопряжения. Второй вход блока групповой обработки является вторым входом первого блока сравнения, остальные входы блока групповой обработки являются соответствующими вторыми входами второго и третьего блоков сравнения, выходы блока формирова-



их анализ в соответствии с установленным алгоритмом. Вариантом такого алгоритма может быть анализ динамики совместного изменения контролируемого фактора от группы с учетом их размещения в пределах контролируемой пожарной зоны. Может быть использована "нежесткая" мажоритарная логика, при которой формирование извещения о пожаре будет осуществляться при превышении установленных порогов не менее, чем  $n$  близкорасположенными извещателями из  $m$  установленных.

Преимуществом такой обработки является уменьшение времени анализа пожароопасной ситуации в конкретном защищаемом помещении. При этом не исключается одновременная передача текущих значений контролируемого параметра от каждого извещателя непосредственно на приёмно-контрольный прибор адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации.

### Литература

1. **Членов А.Н., Фомин В.И., Буцынская Т.А., Демёхин Ф.В.** Новые методы и технические средства обнаружения пожара: монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. 186 с.
2. **ГОСТ Р 50898-96.** Извещатели пожарные. Огневые испытания.
3. **Варламова Т.** Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации как средство раннего обнаружения пожара // Алгоритм безопасности. № 1. 2009. С. 12-16.
4. **Caravaggio** – новое слово в эффективных адресно-аналоговых системах // Пожарная безопасность – 2010. Специализированный каталог. М.: Гротек, 2010. С. 47.
5. **ПКП "Сфера 2001".** Надёжность и эффективность использования // Системы безопасности ОПС – 2009. Специализированный каталог. М.: Гротек, 2009. С. 61.
6. **Членов А.Н., Дровникова И.Г., Буцынская Т.А.** Технические средства систем охранной и пожарной сигнализации. Часть 1. Охранная сигнализация. Учеб.-справочн. пособие. М.: Пожнаука, 2009. 318 с.