

**Когда дублиер не нужен. Система самотестирования пожарных извещателей.  
Извещатели с подтверждением исправности.  
(«БДИ» № 2, 2005 г.)**

В соответствии с нормами и правилами проектирования установок пожаротушения и сигнализации НПБ 88-2001\* (п.12.16) в каждом защищаемом помещении следует устанавливать не менее двух пожарных извещателей. Дублирование извещателей применяется для обеспечения работоспособности в случае выхода из строя одного из извещателей. Однако для тех извещателей, которые работают в системах сигнализации, при выполнении требований к защищаемой площади в следующем п.12.17 предусматривается возможность установки одного извещателя в помещении, если он оборудован системой самотестирования. Как должна быть устроена система самотестирования, что она должна контролировать, и какие извещатели соответствуют этим требованиям?

Даже для самой надежной аппаратуры существует вероятность ее отказа, не равная нулю. Согласно нормам пожарной безопасности для пожарных извещателей это может случаться каждые 60000 часов, т.е. для объекта со 100 извещателями чаще, чем раз в месяц. В процессе ремонта системы сигнализации самая трудоемкая операция – обнаружение неисправных извещателей, поэтому автоматическая диагностика извещателей как часть технологии быстрого восстановления позволит постоянно поддерживать систему в работоспособном состоянии. Постоянная работоспособность и является основным результатом наших усилий по обеспечению надежности системы в процессе эксплуатации.

Согласно НПБ 88-2001\* наличие системы контроля исправности извещателей является основным и единственным условием, позволяющим отказаться от дублирования извещателей по неисправности.

Накопленный опыт производства и эксплуатации извещателей с подтверждением исправности нашел отражение в новых МГСН 4.19-05 «Многофункциональные высотные здания и комплексы». Однако и на обычных объектах извещатели с подтверждением исправности обеспечат практически бесперебойную эксплуатацию системы сигнализации при одновременном сокращении затрат за счет отказа от дублирования извещателей. В связи с этим анализ устройства и работы системы самотестирования извещателей представляет безусловный интерес.

### **СИСТЕМА САМОТЕСТИРОВАНИЯ**

#### **Что должна контролировать система самотестирования?**

Чтобы ответить на этот вопрос необходимо, прежде всего, определить, какой тип дублирования имеется в виду в п.п.12.16 и 12.17 НПБ 88-2001\*.



Рис. 1. Система самотестирования пожарного извещателя: основные узлы подлежащие контролю исправности. Здесь же показана наиболее важная для практики сервисная функция - контроль запыленности оптического тракта.

Существует два принципиально разных типа дублирования извещателей: один применяется для защиты от неисправностей, в результате которых система не выдает сигнал о пожаре, другой – для снижения вероятности ложных сигналов о пожаре. В первом случае число извещателей просто удваивают (логическое "или") в расчете на то, что вероятность выхода из строя одновременно двух извещателей существенно ниже, чем одного, во втором (его применяют только в системах управления) сигнал управления формируют при срабатывании двух пожарных извещателей (логическое "и") – это тоже разновидность дублирования.

Почему происходят ложные срабатывания? В точечных дымовых опто-электронных извещателях появление дыма приводит к быстрому увеличению выходного сигнала детектора извещателя, что и квалифицируется как пожар. Похожие сигналы высокого уровня на выходе детектора, связанные с неполадками или ошибками в его работе, воздействием помех, невозможно отличить от сигнала о пожаре никакими логическими средствами, т.е. извещатель, получив сигнал о пожаре от своего детектора, не в состоянии установить, истинный это сигнал или ложный. Так же и приемно-контрольный прибор, получив информацию о пожаре от извещателя, не в состоянии установить – ложная она или истинная. В связи с этим для одного извещателя проблема ложных срабатываний в принципе решена быть не может, и единственная возможность правильной оценки ситуации, которая необходима для работы систем управления пожарной автоматикой, заключается в дублировании извещателей. Таким образом, пуск устройств пожарной автоматики необходимо производить по сигналу не менее чем от двух извещателей, как этого и требует п.13.1 НПБ 88-2001\*.

Обсуждаемый в настоящей статье п.12.17 НПБ 88-2001\* не относится к формированию команд управления пожарной автоматикой, как это прямо в нем и указано, и поэтому ложные срабатывания не имеют к нему отношения. Он посвящен только проблемам неисправностей, в результате которых система не выдает сигнал о пожаре. Этот вывод очень важен при определении функций, которые должна выполнять система самотестирования.

Все эти неисправности имеют в качестве результата отсутствие либо низкий уровень

сигнала детектора, и поэтому логические обработки как в извещателе, так и в приборе (например, контроль запыленности дымовой камеры, определение дыма сигарет и т.п.) здесь не могут быть использованы, так как нет сигнала, который можно обрабатывать.

Логические обработки не позволяют отказаться и от дублирования по ложному срабатыванию, т.е. являются, по сути, сервисными функциями, улучшающими потребительские качества извещателей, в том числе и достоверность определения факта пожара, но не связаны с вопросом дублирования извещателей.

Надежность системы пожарной сигнализации определяется только двумя факторами: совершенством детектора как устройства измерения физической величины и контролем отказов электронных узлов – ничего нового здесь не придумано. Это справедливо для всех конструкций извещателей, будь то адресно-аналоговые, интерактивные или обычные пороговые.

В связи с этим система самотестирования извещателя должна контролировать исправность:

- детектора извещателя (оптического тракта и усилителей);
- схемы логической обработки сигнала;
- схемы формирования сигнала о контролируемом факторе пожара;
- встроенного и выносного индикаторов;
- схемы питания извещателя.

Современная микропроцессорная техника позволяет оснастить извещатель недорогими средствами для контроля всех указанных его узлов. При этом извещатель должен формировать сигнал подтверждения исправности на приемно-контрольный прибор, отличный от сигнала о контролируемом факторе пожара. Этот сигнал должен прекращаться при частичном или полном отказе извещателя.

Запрос прибора не является обязательным условием для передачи сигнала подтверждения исправности на прибор, извещатель может это делать самостоятельно, поэтому так называемые «опросные» извещатели в вопросах дублирования не имеют преимуществ перед остальными.

### Способы передачи сигнала подтверждения исправности

Для передачи сигнала подтверждения исправности в извещателе должна быть предусмотрена схема формирования этого сигнала. Важным вопросом является контроль ее исправности. Рассмотрим, как это реализуется для различных конструкций извещателей.

Для формирования сигнала подтверждения исправности может быть использована уже существующая в извещателе схема формирования сигнала о контролируемом факторе пожара (совмещенный канал передачи) либо создана независимая электрическая схема (выделенный канал передачи). При наличии выделенного канала оба извещения – об исправности и о задымленности – передаются на прибор по одному шлейфу сигнализации.

Выделенный канал используется для неадресных систем сигнализации, а совмещенный – для адресных. Для совмещенного канала необходимо организовать его периодическую проверку путем передачи на прибор сигнала подтверждения исправности. Если такую проверку не проводить, то невозможно будет отличить полный отказ извещателя от его нормальной работы. Для выделенного канала в этом нет необходимости, т.к. его работоспособность обеспечивается за счет дублирования двух независимых электрических схем: передачи сигнала об исправности и о задымленности. При выходе из строя схемы передачи извещений о задымленности прибор получит извещение о неисправности, а в случае выхода из строя схемы передачи извещения об исправности вероятность одновременного отказа других узлов извещателя, в том числе схемы передачи извещений о задымленности пренебрежимо мала.

## **КОНСТРУКЦИИ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ**

### **Адресные извещатели с подтверждением исправности**

С появлением и развитием микроконтроллеров стало возможным создавать в извещателях эффективную систему самодиагностики, в первую очередь оптического канала извещателя с помощью контроля аналогового (непрерывно изменяющегося) значения фактора пожара. Проблема передачи сигнала подтверждения исправности не вызывает технических трудностей в адресных системах сигнализации, в частности, интерактивных (например, Esser, AlgoRex, Autronica и др.) и адресно-аналоговых, в которых между извещателем и приемно-контрольным прибором происходит сложный цифровой обмен данными.

Однако для того, чтобы система сигнализации обеспечивала требуемую безопасность при установке одного извещателя в помещении, и в соответствии с п.12.17 НПБ88-2001\*, извещатели должны быть оснащены системой самотестирования всех своих узлов.

Мнение о том, что свидетельством исправности адресно-аналогового извещателя является уже сам факт передачи на прибор сигнала о значении оптической плотности среды, является ошибочным. Прием такого сигнала может подтвердить исправность выходной электрической цепи, однако для передачи информации об исправности всех узлов извещателя необходимо формировать отдельный сигнал.

### **Неадресные извещатели с подтверждением исправности**

В то же время большое количество объектов сегодня оборудуется неадресными системами сигнализации, а для малых объектов применение адресных систем экономически не оправдано. Для оснащения таких объектов системами пожарной сигнализации быстрого восстановления целесообразно применять неадресные дымовые извещатели с подтверждением исправности.

Передача сигнала подтверждения исправности на прибор в неадресных извещателях осуществляется способом, использующим уже существующий механизм передачи сообщений в шлейфе. При обнаружении неисправности

извещатель производит автоматическое изъятие самого себя из шлейфа сигнализации, и это позволяет использовать его совместно с любым пультом пожарной сигнализации, так как контроль изъятия извещателя является обязательным требованием норм пожарной безопасности для всех ПКП.

Выделенный канал передачи сигнала подтверждения исправности формируется с помощью нормально-разомкнутого коммутатора, который включается в разрыв шлейфа сигнализации (рис. 2, 3). В исправном извещателе микроконтроллер его замыкает, обеспечивая целостность шлейфа сигнализации, чем и передает постоянно действующий сигнал подтверждения исправности. И если в шлейфе много извещателей, ситуация не меняется. Если все они передают сигнал об исправности, шлейф сохраняет целостность. При неисправности извещатель размыкает контакты, и ПКП формирует сигнал о неисправности в шлейфе. Поиск неисправного извещателя не представляет труда благодаря его оптической индикации.

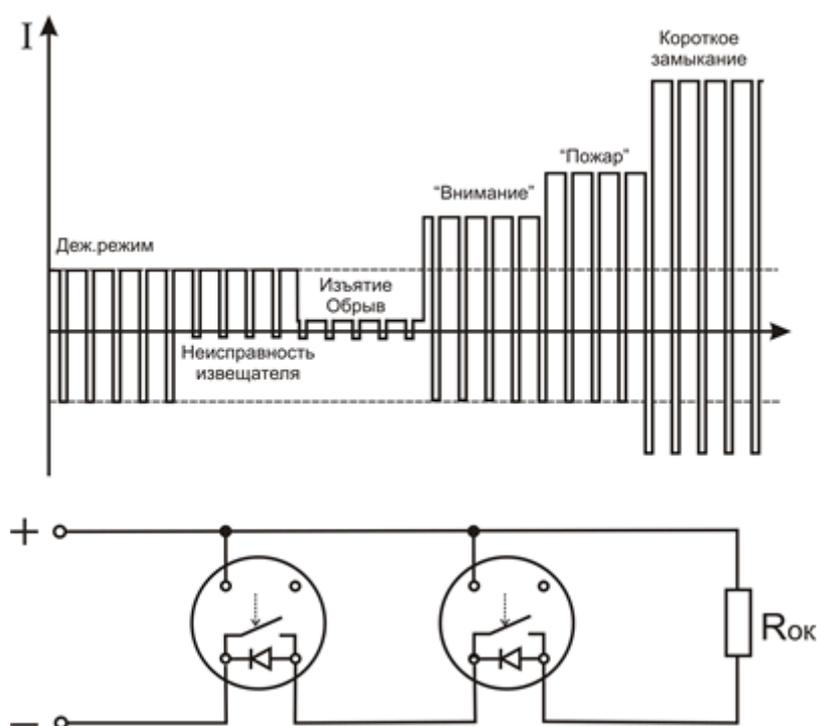


Рис. 2. Передача сигнала подтверждения исправности от неадресного извещателя в двухполярном шлейфе сигнализации. С помощью диода сохраняется питание всех извещателей при размыкании коммутатора.

При полном отказе извещателя коммутатор (нормально-разомкнутый) также размыкается и передает тем самым сигнал о неисправности на прибор.

Далее, о взаимодействии с другими извещателями в шлейфе. Здесь надо рассмотреть три варианта использования извещателя:

- в двухполярном шлейфе сигнализации с одним или несколькими извещателями;
- в однополярном шлейфе с одним извещателем;
- в однополярном шлейфе с несколькими извещателями.

В неадресных системах быстрого восстановления целесообразно использовать приборы, работающие с двухполярным шлейфом сигнализации, например, ПКП Минитроник. В этом случае извещатель включается таким образом, что при неисправности он разрывает шлейф только на обратной полярности, и это не мешает полноценной работе других извещателей в том же шлейфе (рис. 2). Реальный обрыв шлейфа происходит одновременно на двух полярностях, и это позволяет отличать его от извещения о неисправности – прибор выдает в этих случаях разные извещения.

Для приборов с однополярным шлейфом неисправность извещателя вызывает его автоматическое изъятие (рис. 3).

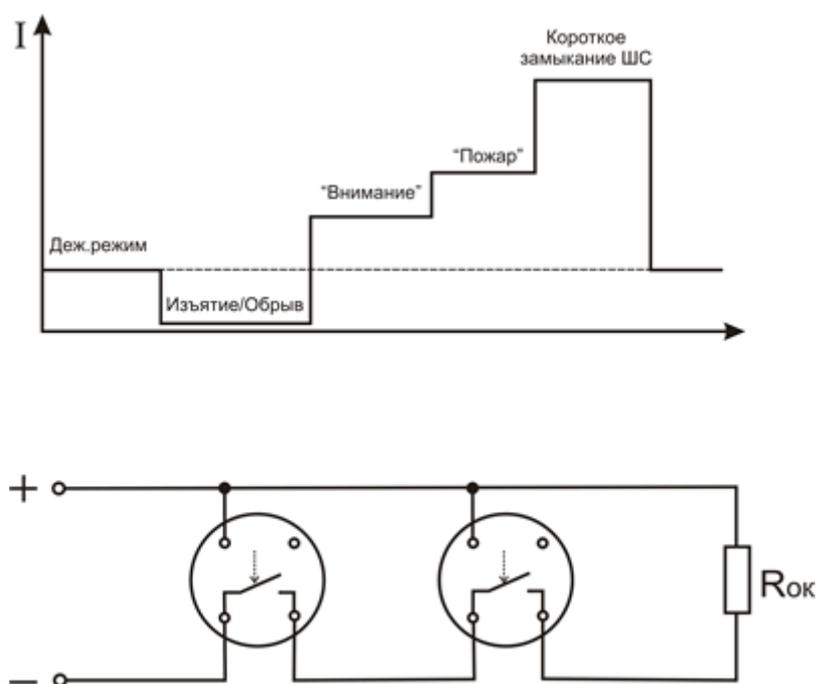


Рис. 3. Передача сигнала подтверждения исправности от неадресного извещателя в однополярном шлейфе сигнализации.

Если в шлейфе установлено несколько извещателей, то изъятие одного из них нарушает работу других извещателей, установленных позади него. Это общая проблема контроля изъятия извещателей в однополярных шлейфах. Здесь мы должны выбрать одно из двух: либо мы соглашаемся на бесконтрольную в плане надежности систему сигнализации и не знаем, сколько извещателей в каждый момент времени являются работоспособными, т.е. по существу имеем неработоспособную систему, либо применяем извещатель с подтверждением исправности и можем иметь неработоспособным только один шлейф, да и то в течение короткого контролируемого промежутка времени (неисправный шлейф существует только во время его ремонта, т.к. ремонт начинается сразу после появления неисправности). Это напоминает жертву пешки в шахматах ради более крупного выигрыша.

## Сравнительный анализ извещателей по времени восстановления системы сигнализации

В процессе эксплуатации в результате отказов извещателей объект временно остается без охраны. Для объекта, оборудованного двумя обычными извещателями, Масловым А.И. (БДИ №5, 2004 г.) было рассчитано среднее время пребывания объекта без охраны (среднее суммарное время восстановления) за период срока службы извещателей 10 лет. При условии периодичности обслуживания один раз в 6 месяцев для извещателей со стандартной наработкой на отказ 60000 часов это время составило 6,2 суток. Для иллюстрации эффективности дублирования извещателей: для одного обычного извещателя в помещении это время составляет 4,5 месяца.

Определим среднее время восстановления для случая установки в помещении одного извещателя с подтверждением исправности. Время с момента возникновения неисправности до момента ее отображения на пульте дежурного оператора является пренебрежимо малым. Если считать, что замену извещателя может произвести только обслуживающая организация, время пребывания объекта без охраны будет практически равно времени прибытия специалистов. Это время в рабочие дни составит одни сутки, в воскресенье – двое суток, в пятницу и субботу – трое суток. Среднее время одного ремонта составит  $(1 \times 4 + 2 \times 3 + 2) / 7 = 1,71$  суток.

За период 10 лет (в среднем 87660 часов) среднее время пребывания объекта без охраны составит  $1,71 \times 87660 / 60000 = 2,5$  суток.

Полученный результат распространяется на адресные извещатели с подтверждением исправности, неадресные в двухполярном шлейфе сигнализации или в однополярном с одним извещателем. Во всех этих случаях суммарное время пребывания объекта без охраны оказывается меньше, чем при обычном дублировании извещателей, что показывает высокую эффективность работы извещателей с подтверждением исправности.

При работе в однополярном шлейфе с несколькими извещателями отказ одного из них приводит к неработоспособности других, поэтому полученное значение необходимо умножить на число извещателей в шлейфе. Если в шлейфе 10 извещателей, то время составит 25 суток за 10 лет, что также является неплохим результатом и вполне приемлемо. К тому же эти 25 суток качественно отличаются от тех шести, которые имеют место при дублировании обычных извещателей. Если при использовании обычных извещателей мы можем только догадываться о наличии среди них неисправных, доверяясь среднестатистическим данным от производителя, то для извещателей с подтверждением исправности мы знаем наверняка о фактическом отказе определенного извещателя, и объект находится под пристальным вниманием персонала, т.е. нельзя сказать, что он находится без охраны.

Кроме того, автоматизация диагностики, наиболее сложного этапа процесса восстановления системы сигнализации, позволяет упростить ремонт и снижает требования к квалификации персонала. Сама замена неадресного извещателя проще, чем замена электрической лампочки, и может быть произведена даже без

вмешательства профессионалов. Если задачу диагностики решает сама аппаратура, суммарное время восстановления (время пребывания объекта без автоматической охраны) можно сократить с 2,5 или с 25 суток до нескольких десятков минут за период 10 лет.

Извещатели с подтверждением исправности позволяют создавать системы пожарной сигнализации быстрого восстановления, действительно обеспечивающие безопасность охраняемых объектов, и помогают постоянно поддерживать систему сигнализации в работоспособном состоянии. Автоматизация процесса диагностики делает ремонт системы более простым и доступным широкому кругу людей. В соответствии с нормами пожарной безопасности эти извещатели позволяют не производить дублирование по неисправности, что стимулирует их применение.

*Кандидат технических наук*

*В. В. Овчинников*