

ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ПРИБОРОВ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И АВТОМАТИКИ

Опубликовано в ж. Алгоритме Безопасности №5 2003

В последнее время рынок изделий в области систем безопасности и, в первую очередь, охранных, охранно-пожарных и пожарных приборов, а так же аппаратуры пожарной автоматики охватил настоящий бум. Ежегодно разрабатывается десятки самых разнообразных образцов продукции этого направления. На потребителя как из рога изобилия сыплются лирические названия, строгие аббревиатуры, имена всех мыслимых крепостей и оборонительных сооружений, порождая ощущение, что весь цвет инженерной мысли страны сконцентрировался на этом пятачке рынка. Изготовители не жалея красок расписывают достоинства своей техники, окончательно лишая потребителей возможности здраво оценить то, что ему предлагают. Глядя на все это, поневоле возникает вопрос, а существуют ли объективные критерии этих творений, есть ли ориентиры, позволяющие выступать маяками в этом безбрежном море интеллектуального творчества?

Однозначно такие критерии есть, более того, такой критерий один - надежность. К сожалению надежность - показатель больше качественный чем количественный и не каждому по душе и по силам испробовать все созданное героями умственного труда, в поисках зерна среди плевел.

Цель этой статьи помочь определиться в поисках, попытаться сформулировать основные критерии, по которым проще судить о надежности изделий. Материал статьи не претендует на новизну, большая часть информации общеизвестна, просто она представлена в разрезе возможной классификации надежностных показателей приборов.

Известно, что качество и надежность любого изделия выступает как результат выполнения совокупности основных требований:

- обоснованным выбором физических принципов получения и преобразования сигналов;
- эффективными алгоритмами математической обработки информации;
- качеством схемной реализации;
- отлаженной системой организационно-технических мероприятий на стадии производства и контроля изделий, а так же его составных частей;

Недостаточная проработка любого из перечисленных показателей сводит на нет усилия в остальных направлениях, и практически исключает возможность получения изделий с заданными показателями качества. С точки зрения потребителя, прибор это «черный ящик» и оценить, к примеру, эффективность заложенных алгоритмов обработки информации или систему производственных мероприятий он не в состоянии, однако среди перечисленных требований есть и такие, которые лежат на поверхности и доступны для анализа. Обоснованный выбор физических принципов получения и преобразования информации не случайно указан на первом месте, практически он является основополагающим элементом всей системы обеспечения качества устройства. Алгоритмическая обработка информации позволяет улучшить или частично компенсировать недостатки выбранного физического принципа, однако полностью устранить все имеющиеся ограничения не в состоянии. Говоря проще, математика может улучшить восприятие и обработку сигнала, но не в состоянии превратить «плохой» сигнал в «хороший». В системах охранно-пожарной сигнализации и автоматики под физическими принципами следует понимать методы получения информации о состоянии извещателей в шлейфе сигнализации, т.е фактически метод контроля состояния шлейфа, все остальные функции и «навороты» являются логическими довес-

ками этой информации и как показатели качества или надежности всерьез рассматриваться не могут. Традиционно, существующие методы контроля состояния шлейфов можно свести к трем типам:

- контроль по напряжению;
- контроль по току;
- контроль при модуляции тока или напряжения.

Первые два метода используются для оценки состояния пороговых извещателей, третий – адресных и адресно-аналоговых. В ряде случаев применяется комбинация первого и второго типов. Рассмотрим более подробно методы контроля пороговых извещателей, отмечая их достоинства и недостатки.

В последнее время наибольшее распространение получил способ контроля шлейфов по напряжению (рис.1 а). Основная идея состоит в том, что внутреннее сопротивление прибора ($R_{пр}$) совместно с оконечным резистором ($R_{ок}$), резисторами извещателей ($R_{и}$), паразитными сопротивлениями утечки и цепей шлейфов образуют делитель напряжения, выходное напряжение которого ($U_{шс}$), зависит от состояния шлейфа. Метод является основным для приборов охранной сигнализации, но с развитием комбинированных охранно-пожарных приборов стал применяться не только в пожарной сигнализации, но и в приборах пожарной автоматики.

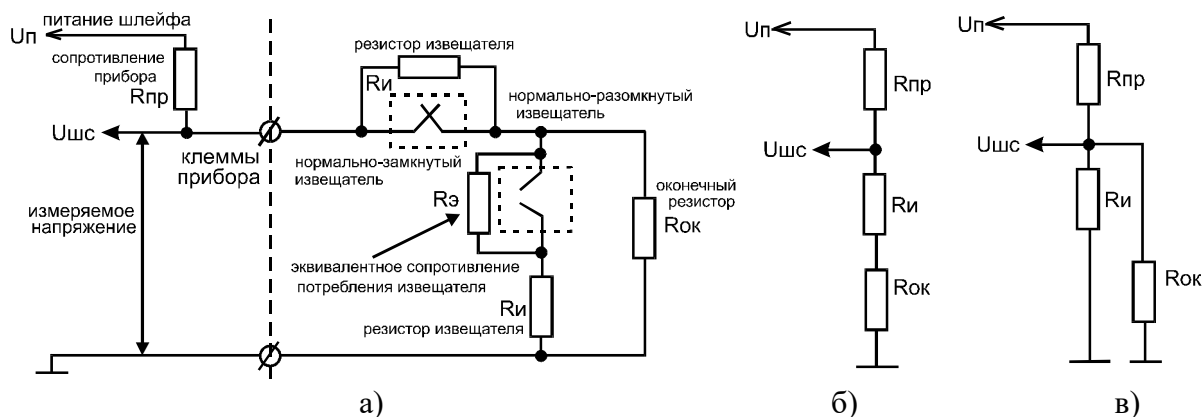


Рис.1

На рисунке 1 б) показана эквивалентная схема шлейфа при срабатывании нормально – замкнутого извещателя, на рисунке 1в) – нормально разомкнутого (паразитные сопротивления цепей шлейфа и утечки не показаны). Очевидно, что при срабатывании нормально – замкнутого извещателя напряжение в шлейфе увеличивается, а при срабатывании нормально-разомкнутого - уменьшается. С учетом границ на допуски распределение напряжения в шлейфе в зависимости от состояний, показано на рисунке 2.

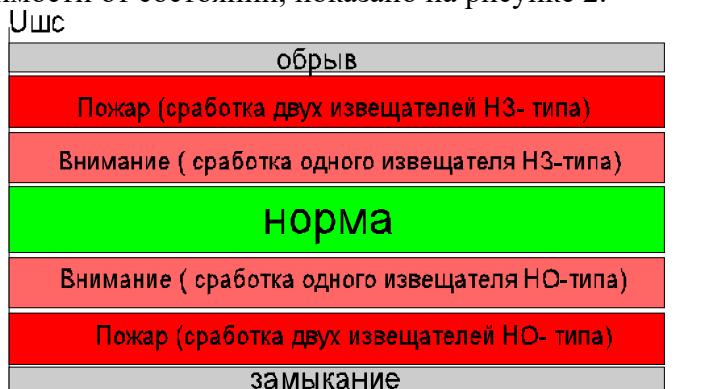


Рис.2

Даже самый поверхностный взгляд на структуру шлейфа позволяет судить о его качестве. Собственно, достоинство у него одно – простота схемной реализации, а вот о недостатках лучше поговорить особо:

очевидно, что в один шлейф невозможно включить извещатели с нормально-замкну-

тыми и нормально-разомкнутыми контактами (срабатывание нормально-замкнутого извещателя приводит к увеличению напряжения в шлейфе, а нормально-разомкнутого - к уменьшению, т.е. при одновременном срабатывании они взаимно компенсируют друг друга). Следует крайне осторожно относиться к рекомендациям производителей, допускающих одновременное включение в такой шлейф разных извещателей. Это предполагает, что принято допущение о невозможности их одновременной сработки и селекция производится по времени. Теоретически это конечно так, однако сам по себе подход свидетельствует о крайне легкомысленном отношении к надежности.

Особые проблемы возникают при включении в шлейф активных токопотребляющих извещателей. Дело в том, что для питания извещателей необходимо обеспечить запас по напряжению в шлейфе и в том числе, для работы последующих извещателей, после срабатывания первого. Кроме того, при отсутствии сетевого напряжения работа осуществляется от аккумуляторов резерва, а это предполагает значительное снижение напряжения питания. Поднять напряжение в шлейфе можно двумя способами: увеличить номинал Rок или снизить Rпр (собственно по этому признаку легко определить, что в приборе используется именно такой шлейф, как правило, изготовитель рекомендует сменить номинал оконечного резистора или установить (снять) джампер на плате при работе с активными извещателями). Распределение напряжений в шлейфе в этом случае показано на рисунке 3.

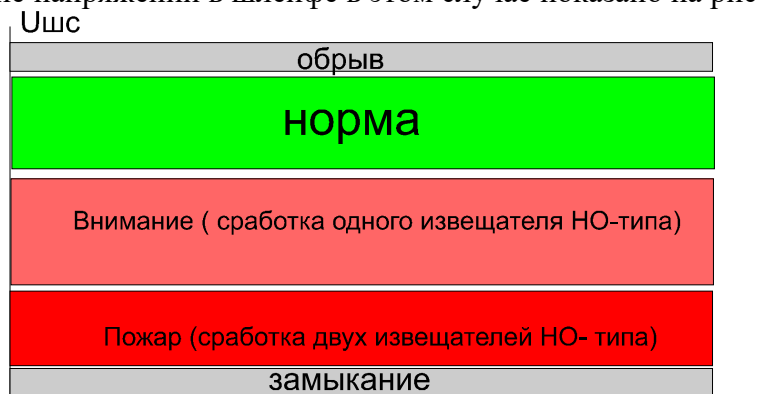


Рис.3

Решение проблемы питания извещателей автоматически порождает массу других проблем: значительное увеличение напряжения в шлейфе делает «малозаметной» разницу между «обрывом» и «нормой». При малом числе извещателей прибор может периодически обнаруживать «обрыв», при большом - последние понижают напряжение в шлейфе за счет собственного тока потребления так, что частичный обрыв шлейфа вместе с оконечным резистором может оказаться «незаметным» (оставшиеся извещатели своими сопротивлениями $R_э$ будут имитировать «оконечку»). И наконец, при большом количестве извещателей они просто могут «просадить» шлейф до состояния сработки (особенно это заметно при большом числе извещателей, когда флуктуация их тока потребления или сопротивления утечки будут периодически давать «ложняки», относя их появление для потребителей к разряду «непознанное»). К слову, это именно та причина, по которой производители не рекомендуют подключать в такой шлейф более 20 извещателей.

Есть у этого шлейфа и еще один недостаток, из разряда тех, о которых много говорят, но мало оценивают, а именно помехоустойчивость. Ее качественное влияние легко представить, если рассмотреть взаимосвязь шлейфа и источника помехи в виде электрической схемы (рис.4):



Рис.4

Эквивалентное сопротивление цепи переноса помехи моделирует затухание электромагнитных (электрических или магнитных) полей, при переносе от источника помехи к приемнику. Эквивалентным сопротивлением цепи шлейфа является сопротивление наведенным токам и складывается из $R_{пр}$ и $R_{ок}$. Так как эквивалентное сопротивление цепи шлейфа велико, то даже при больших сопротивлениях цепи переноса помехи влияние источника помехи на шлейф достаточно заметно (кстати, одним из основных способов повышения помехоустойчивости является снижение сопротивления цепей приемника помехи). Автору доводилось наблюдать, как при включении локатора «дальнего привода» большинство шлейфов прибора сигнализации в аэропорту переходило в режим «внимание», «пожар», «неисправность» и далее со всеми остановками.

Альтернативным методом контроля пороговых извещателей является контроль по току. Собственно, для пожарной сигнализации и автоматики он являлся классическим и незаслуженно отодвинут в последнее время на второй план. Перейти от контроля по напряжению к контролю по току достаточно просто, для этого требуется убрать сопротивление $R_{пр}$ и установить низкоомный датчик тока R_d (рис.5).

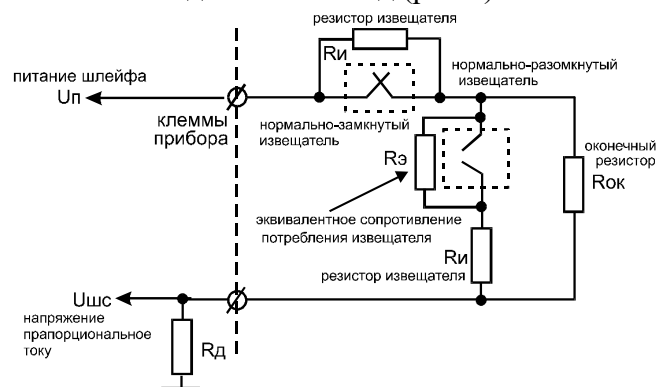


Рис.5

Внешне схема похожа на предыдущую, однако низкоомное сопротивление R_d не оказывает заметного влияния на распределение напряжений в шлейфе. Это обстоятельство позволяет избавиться от проблем подключения активных извещателей, поскольку их количество, а так же сработки не влияют на изменение напряжения в шлейфе и определяются только нагрузочной способностью схемы источника питания шлейфа. Распределение уровней токов в таком униполярном шлейфе инверсно по отношению к шлейфу с контролем по напряжению (Рис.6) и не лишено существенных недостатков, в частности: приходится постоянно обеспечивать значительный тестовый ток контроля шлейфа (ухудшение энергетических показателей), отсутствует возможность подключения различных типов извещателей, плохо решаются задачи разграничения состояний шлейфа (аналогично как и в шлейфе с контролем по напряжению).

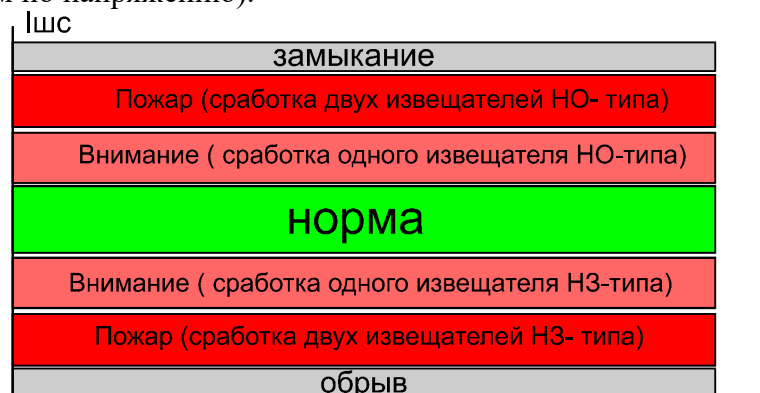


Рис.6

В силу этих проблем униполярные токовые шлейфы не получили практического применения. Развитием токовой технологии стали знакопеременные шлейфы, исключаящие все вышеперечисленные недостатки. Полярность напряжения в шлейфе в каждом такте измерения меняется на противоположную, как показано на рисунке 7.

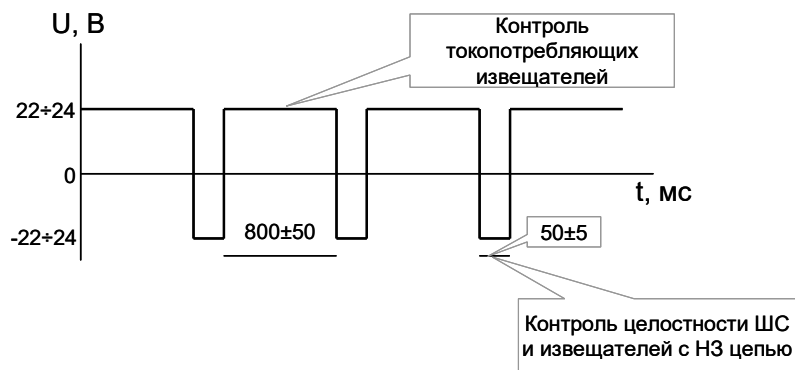


Рис.7

В прямом цикле напряжения (порядка 800 мс) производится питание нормально-разомкнутых токопотребляющих извещателей и контроль шлейфа на замыкание. В цикле обратной полярности (примерно 50 мс) осуществляется контроль нормально-замкнутых извещателей и цепей шлейфа на обрыв. В качестве окончательного элемента в знакопеременном шлейфе обязательно присутствует диод, в прямом цикле напряжения он включен в обратном направлении и потери на нем отсутствуют. В обратном цикле из-за его короткой длительности потери энергии незначительны.

Достоинства шлейфов подобного типа очевидны: контроль большого числа активных извещателей с одновременным включением извещателей с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, простота и надежность контроля исправности цепей и определения количества сработавших извещателей, высокая помехоустойчивость (о потенциальной возможности таких шлейфов можно судить хотя бы потому, что в большинстве приборов где они используются, в шлейф без особых проблем можно включать 100 и более дымовых извещателей). К недостаткам, можно отнести только сложность и т.н. «дороговизну» схемной реализации, но это уже, как говорится, проблемы изготовителей.

Дополнительно можно упомянуть комбинированные знакопеременные шлейфы как компромисс между сложностью и качеством. В этих шлейфах контроль и питание активных извещателей осуществляется по току, а пассивных нормально-замкнутых - по напряжению. По основным функционально-надежностным показателям они практически идентичны полнотокковым шлейфам, а платой за упрощение является снижение помехоустойчивости при контроле нормально-замкнутых извещателей.

Возвращаясь к теме алгоритмических методов повышения надежности можно отметить, что их основной задачей является выделение набора признаков, соответствующих достоверному или ложному факту и их сопоставление для принятия решения. При контроле извещателей можно выделить ряд событий, которые должны быть исключены для снижения вероятности ошибки. Эти события классифицируются следующим образом:

- ложное срабатывание извещателей;
- воздействие электромагнитных помех;
- влияние нежелательных эксплуатационных факторов: ухудшение сопротивления контактов, возрастание токов утечки и т.п.

Причина ложного срабатывания извещателей кроется в самих извещателях и единственным способом ее исключения является верификация, т.е. снятие напряжения шлейфа с его последующим восстановлением и повторным контролем сработки (пересброс извещателей).

Воздействие электромагнитных помех может проявляться по-разному, в рамках программной обработки, как правило, используется удаление аномальных выбросов сигнала, цифровая фильтрация наводок питающей сети, увеличение времени контроля (увеличение числа опросов состояния). Не следует полагать, что подобные меры являются панацеей. Постоянно действующее электромагнитное поле помехи с частотой отличной от сетевой,

наведенное в проводах шлейфа, может детектироваться на нелинейных элементах схемы прибора и извещателей и прикладываться к измерительной цепи в виде постоянного смещения (вот, где требуется низкоимпедансный шлейф).

Для исключения нежелательных эксплуатационных факторов наиболее распространенным является алгоритм адаптивного контроля состояния шлейфов. Принцип его работы показан на рисунке 8.

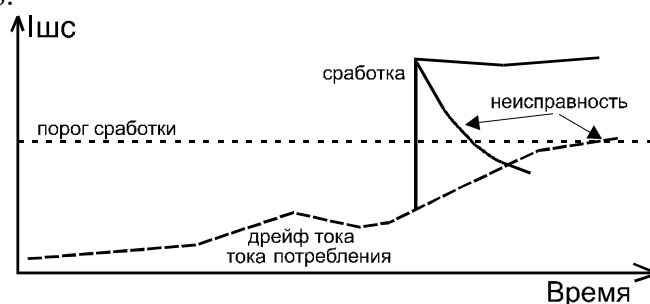


Рис.8

Прибор постоянно отслеживает медленно изменяющиеся уровни тока (напряжения) в шлейфе и, вычисляя его средний уровень, использует как точку привязки (похоже на принцип автокомпенсации запыленности камеры в дымовых извещателях). Фактом срабатывания считается бросок сигнала относительно среднего уровня на требуемую величину и его последующая фиксация. Дрейф сигнала вследствие утечек, ухудшения контактов или деградации извещателей медленно достигающий порога срабатывания, идентифицируется как неисправность.

И в заключение следует отметить, что выбор качественных и надежных приборов по силам самому потребителю, несомненно, большое значение имеют зарекомендовавшие себя производители, но при выборе нового интересного оборудования целесообразно произвести хотя бы первичную оценку возможностей техники, тем более, что и у известных брендов зачастую не так хорошо с качеством как этого бы хотелось.