

Системы пожарной сигнализации. Аспекты надежности и живучести

Михаил Левчук,
руководитель департамента маркетинга и продаж
компании «Аргус-Спектр»

Сравнение структур систем пожарной сигнализации – дело хлопотное. У каждого решения есть свои плюсы и минусы. И все же давайте рассмотрим наиболее распространенные структуры, используя такие ключевые термины, как «надежность» и «живучесть». Чем определяется надежность систем пожарной сигнализации? Чем надежность системы отличается от ее живучести? И почему пожарная сигнализация обязана сохранять работоспособность даже после начала пожара?

Первоочередная задача системы пожарной сигнализации – обеспечить своевременную эвакуацию людей из здания при пожаре. Очевидно, что длительность эвакуации зависит от «сложности» объекта.

В начале подобной «шкалы сложности» можно поместить, например, небольшой магазин площадью порядка 500 м²: в него легко зайти, легко выбежать за одну минуту в случае пожара. Значительно дальше по шкале придется расположить детские сады, больницы с тяжелооболными, дома престарелых: эвакуация на подобных объектах может проводиться часами.

Что необходимо, чтобы пожарная сигнализация обеспечивала своевременный запуск системы оповещения людей о пожаре, а главное – позволяла управлять эвакуацией даже после начала пожара? Вероятно, две вещи: быть надежной – это раз, и живучей при возникновении чрезвычайной ситуации – это два.

В понятие **надежности** входит:

- достоверное обнаружение возгорания на начальной стадии развития пожара,
- отсутствие ложных тревог, снижающих доверие к системе.

Живучесть – это параметр, характеризующий способность системы пожарной сигнализации функционировать в процессе развития пожара в течение всего периода времени, необходимого для эвакуации людей из здания. Ранее в задачи систем пожарной сигнализации входило только обнаружение первичного очага возгорания, после чего предполагалась практически мгновенная эвакуация. А что если произошло неконтролируемое развитие пожара, появились вторичные очаги возгорания? Что если дым по межэтажным перекрытиям попал в помещения, где его никак не ожидали, и отрезал путь к эвакуации? Подходы к построению систем пожарной сигнализации меняются, мрачная статистика последних лет вынуждает.

Рассмотрим несколько наиболее распространенных структур систем пожарной сигнализации, принимая во внимание, прежде всего, их надежность и живучесть. Речь пойдет о системах:

- с горизонтально-вертикальной структурой,
- с распределенной структурой,
- с кольцевой структурой,
- беспроводных с динамической маршрутизацией.

Начнем с традиционной горизонтально-вертикальной структуры (см. рис. 1). Кабельная сеть, как правило, имеет один общий стояк с поэтажными ответвлениями. На горизонтальных участках кабеля подключаются кабельные коробки, от которых непосредственно отходят шлейфы сигнализации. Как показано на рисунке, при нарушении целостности (перегорании) кабеля между 1-м и 2-м этажами, из строя выходит вся система сигнализации на 2-м и 3-м этажах.

При построении систем пожарной сигнализации на базе приемно-контрольных приборов с распределенной структурой (рис. 2), в которой блоки или расширители связаны по стыку RS-485, как правило, прокладывается всего одна магистраль. При ее повреждении, например, на 2-м этаже – часть здания вновь остается без сигнализации.

Как первая, так и вторая структуры обладают минимальным запасом живучести при возникновении чрезвычайных ситуаций и могут выполнять свои функции только на начальном этапе пожара. Перегорание проводов или кабелей (на рисунках обозначено красным крестом) ведет к потере информации с большей части объекта и невозможности как-либо оперативно изменять пути эвакуации людей.

Кольцевая структура (рис. 3) с устройствами отключения короткозамкнутых участков является более живучей – при нарушении целостно-

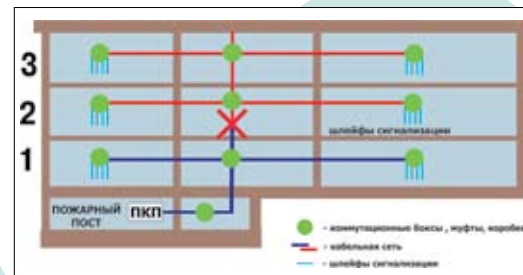


Рис. 1 Горизонтально-вертикальная структура систем пожарной сигнализации

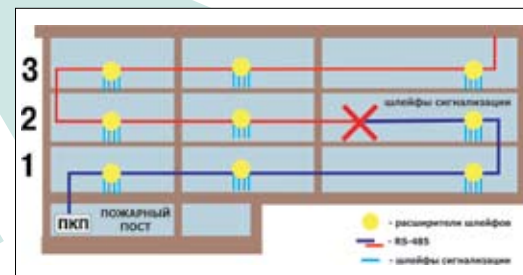


Рис. 2 Распределенная структура систем пожарной сигнализации

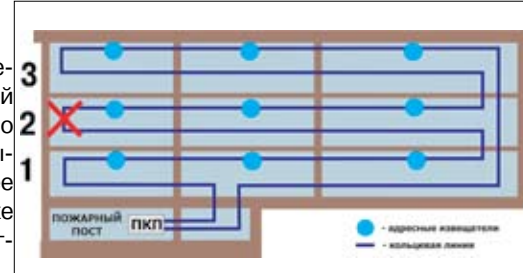


Рис. 3 Кольцевая структура систем пожарной сигнализации

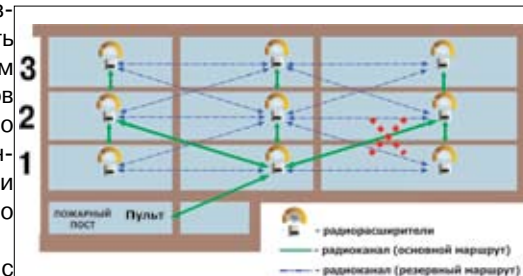


Рис. 4 Беспроводная структура систем пожарной сигнализации с динамической маршрутизацией

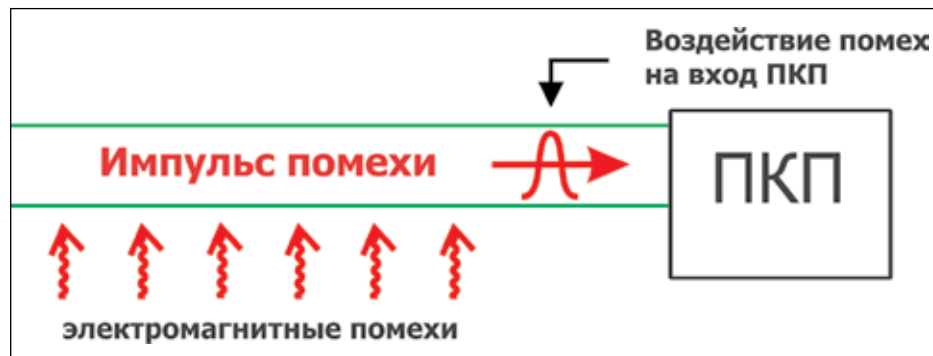


Рис. 5 Воздействие электромагнитных помех на проводные приемно-контрольные приборы

сти линии, например, на 2 этаже, сигналы от адресных извещателей, расположенных на 3-м этаже, пойдут через неповрежденное полукольцо.

Для максимального повышения уровня живучести систем пожарной сигнализации в профессиональных беспроводных системах реализован алгоритм динамической маршрутизации (рис. 4). Радиоканал, как известно, неперегораем, и даже если часть извещателей по мере развития пожара выйдет из строя, оставшееся оборудование продолжит функционировать в полном объеме, что позволит отслеживать динамику развития пожара и оперативно управлять эвакуацией людей в соответствии со складывающейся обстановкой.

Надежность систем пожарной сигнализации

Как уже было сказано, надежность систем пожарной сигнализации определяется несколькими факторами. И если при современном уровне развития техники удовлетворительная достоверность обнаружения может быть достигнута при любом способе построения систем, то с **ложными тревогами** дело обстоит иначе.

Наглядный пример из ежедневной практики - лампы дневного света и пожарная сигнализация. Каждый из нас либо сталкивался лично, либо слышал о проблеме ложных срабатываний при близком расположении извещателей и ламп дневного света.

Также хотелось бы обратить внимание читателей на ложные тревоги, связанные с наведенными электромагнитными помехами в линиях связи, соединительных линиях и шлейфах сигнализации.

Прежде всего, это ложные тревоги, возникающие в результате реакции приемно-контрольного прибора на помехи, наведенные в шлейфе сигнализации (см. рис. 5). Только представьте себе подобную «гремучую смесь»: длинный шлейф, высокое входное сопротивление самого прибора, высокое сопротивление оконечного резистора шлейфа и режим контроля состояния шлейфа не по току, а по напряжению на входе. Результат: вместо пожарной сигнализации получаем очень хороший детекторный приемник с чувствительной антенной. Щелкнули выключателем освещения - пошла тревога. Отключили насос - пошла тревога. Включили сварочный аппарат - снова тревога...

Два других вида помех напрямую связаны с проводными дымовыми пороговыми из-

вещателями (см. рис. 6). Наведенная помеха по цепям питания может влиять как на входную, так и на выходную цепь извещателя. Выходные цепи этих извещателей всегда доступны для импульсных помех, тем более что хорошую фильтрацию в извещателе редко кто делает. Воздействие помехи из шлейфа на входную цепь питания может происходить реже и только в момент замера задымленности в камере извещателя, однако и чувствительность входной цепи больше, чем по выходной. Соответственно, подобная система сигнализации будет скорее постоянно беспокоить, чем обеспечивать пожарную безопасность заказчика.

Можно, разумеется, проложить шлейфы сигнализации минимальной длины и, как положено, на расстоянии не менее 0,5 м от силовых кабелей. Можно применить экранирование кабельных сетей... Но тогда стоимость работ возрастет при неизвестном конечном результате.

Выходом из подобного «замкнутого круга» является использование каналов связи, имеющих больший (по сравнению с традиционными проводными) «иммунитет» к электромагнитным помехам. Речь идет о профессиональных беспроводных системах сигнализации последнего поколения. Предвосхищая скептические оценки читателей, предлагаю обратить внимание на такой параметр, как «степень жесткости по устойчивости к электромагнитным колебаниям». Там, где проводные системы едва обеспечивают II степень, современные беспроводные – с легкостью IV степень. Антенны намного короче, соответственно и устойчивость к электромагнитным помехам значительно выше (см. рис. 7).

Таким образом, если взять извещатель с качественной дымовой камерой и обеспечить передачу сигналов по каналам связи без проводов (соответственно, без наведенных помех), то количество ложных тревог можно свести практически к нулю. Если при этом существует возможность передавать не просто сформированные извещения об обнаружении возгорания, а передавать еще в цифровом формате текущий уровень задымленности в помещении или запыленности дымовой камеры, который можно проанализировать и оценить, то речь идет о значительном повышении и качества обслуживания этих извещателей в процессе эксплуатации.

Выводы: надежность систем пожарной сигнализации:

- тем выше, чем короче общая длина проводных линий: антенны короче;
- тем выше, чем меньше используется «аналоговых» шлейфов и больше используется соединений по «цифровым» каналам: коррекция ошибок при передаче сигналов;
- беспроводных систем выше, чем проводных: существенно ниже влияние электромагнитных помех.

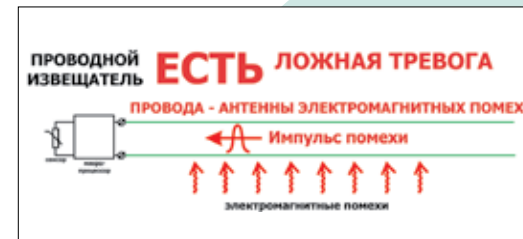


Рис. 6 Воздействие электромагнитных помех на проводные пожарные извещатели



Рис. 7 Нечувствительность беспроводных пожарных извещателей к электромагнитным помехам

Живучесть систем пожарной сигнализации

Давайте проанализируем живучесть систем пожарной сигнализации в течение двух временных интервалов:

- во время развития пожара на объекте,
- день за днем в процессе текущей эксплуатации.

За последние несколько лет упрощенный взгляд на живучесть системы пожарной сигнализации был пересмотрен. Пришло понимание необходимости обеспечения работоспособности системы пожарной сигнализации (а не только системы оповещения!) на все время, необходимое для эвакуации людей из зданий и помещений. Данные изменения отражены в «Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности» - новом основополагающем Федеральном законе в области пожарной безопасности.

Как уже было рассмотрено, из магазина при пожаре вслед за продавцами люди выбегут максимум за пару минут - попробуйте тут задержаться! С объектами социального значения ситуация намного сложнее - сколько будет продолжаться эвакуация из четырехэтажного дома престарелых? Не меньше часа, а то и двух-трех, подсчитать достаточно трудно. За это время большая часть проводов пожарной сигнализации, естественно, выйдет из строя, и вторичные очаги возгораний в соседнем крыле здания не будут обнаружены. Через лестницы и вентиляционные каналы дым попадает на пути эвакуации, исключая возможность покинуть здание (рис. 8). Необходимо срочно изменить порядок и очередность эвакуации, а также, возможно, и режим работы системы дымоудаления на путях эвакуации. Именно по этой причине в 2008 г. в НПБ 104 введена норма на негорючесть соединительных линий в системах оповещения. Однако одной негорючести недостаточно - для спасения людей из возникающих дымовых ловушек необходимо отслеживать распространение дыма по зданию и соответственно менять пути подъезда пожарных расчетов, что под силу только беспроводным системам сигнализации (рис. 9).

Итак, как же можно повысить живучесть системы пожарной сигнализации в соответствии с современными требованиями? Рассмотрим опыт телекоммуникационных сетей.



Рис. 8 Отсутствие возможности управлять эвакуацией после начала пожара

Принципиальное качество телекоммуникационных систем – их «многосвязанность», другим словами, сигнал из точки А в точку В может прийти больше чем по одному пути следования. Применяются специальные устройства – маршрутизаторы – со встроенной системой автопоиска пути, позволяющие сетям выполнять свои функции даже при выходе из строя нескольких участков. Для этого в маршрутизаторах предусмотрен специальный алгоритм поиска пути передачи сигнала от устройства с одним адресом к другому. При наличии нескольких связанных уровней с кольцевыми линиями появляется достаточное количество резервных обходных путей, следовательно, значительно повышается живучесть сетей.

В системах охранной и пожарной сигнализации, как в проводном, так и в беспроводном вариантах, эта проблема до сих пор не решалась. Для проводных систем ОПС это относительно дорогое удовольствие, и дальше устройств отключения короткозамкнутых участков или использования кольцевых линий дело не пошло (рис. 3). В беспроводных системах таких задач вообще не ставилось ввиду того, что в своем подавляющем большинстве это были небольшие «любительские» системы.

С появлением на рынке профессиональных беспроводных систем вопрос динамической маршрутизации стал актуальным. Уже на начальном этапе разработки ставилась задача максимально повысить уровень живучести беспроводных систем пожарной сигнализации при возникновении любых нештатных ситуаций на объекте (рис. 4). Конечно, часть оборудования по мере развития пожара может выходить из строя, но та часть помещений, где еще нет открытого огня (а скорость его распространения на два порядка ниже скорости распространения дыма), будет под контролем, что позволит отслеживать динамику развития пожара и принимать адекватные решения.

Иными словами, одним из главных условий динамической маршрутизации в профессиональных беспроводных системах является автоматический поиск кратчайшего маршрута доставки сигнала при изменении условий распространения радиосигнала или выходе из строя тех или иных узлов.

Это позволяет говорить о качественно новом уровне живучести систем пожар-



Рис. 9 Беспроводные системы: управление эвакуацией после начала пожара

ной сигнализации при чрезвычайных ситуациях. Появилась уникальная возможность получения сигналов о возгорании в помещениях до тех пор, пока существует хотя бы один пожарный извещатель, и оперативного управления эвакуацией до тех пор, пока существует хотя бы один речевой оповещатель.

Коротко о жизни системы пожарной сигнализации «день за днем»: сколько времени может находиться объект без проведения перепланировок или обычного косметического ремонта отдельных помещений? Год – два. А зачастую даже через пару-тройку месяцев после сдачи объекта в эксплуатацию требуется изменить конфигурацию системы сигнализации, например, часть помещений второго этажа решено перестроить. При этом проводная система пожарной сигнализацией постоянно находится в отключенном состоянии - то там шлейф надо временно демонтировать, а это сразу несколько помещений без контроля, то здесь оборудование надо перенести: еще целая группа помещений оказалась без защиты. Зачастую действительность такова, что заказчик не вызывает специалистов, которые будут своевременно проводить восстановительные работы. Вот и стоит почти новая, но не работающая система сигнализации по несколько лет. Как говорят связисты: «Связь есть, но она не работает».

Использование беспроводных систем пожарной сигнализации снижает риск возникновения подобных ситуаций. Начался ремонт – извещатель с потолка сняли и положили в ящик стола. Закончился ремонт – извещатель повесили обратно. Система в целом от этого не страдает, никто никаких соединительных линий и шлейфов не обрезают.

Вышесказанное касается отделочных работ, но есть еще электрические сети, компьютерные сети, в конце концов, промышленная автоматика. Каждый из специалистов в своей области, протягивая свои линии связи, так или иначе, соприкасается с линиями связи пожарной сигнализации. Не по злему умыслу, но в силу своей недостаточной квалификации, он оставляет неизгладимый след на работоспособности системы пожарной сигнализации. И это изо дня в день, круглый год.

Если учесть, что «под ключ» установить систему пожарной сигнализации в проводном и беспроводном варианте на одном и том же объекте можно при одинаковых затратах, то можно смело утверждать, что переход от проводных систем пожарной сигнализации к беспроводным так же неотвратим, как был неотвратим массовый переход к мобильным средствам связи.

Для крупных распределенных объектов целесообразно применение гибридных (проводных и радиоканальных) систем пожарной сигнализации. При использовании такой структуры прокладывается максимально защищенная кольцевая сигнальная линия-магистраль с радиорасширениями, охватывающими отдельные здания, этажи и помещения. Таким образом, обеспечивается максимальная надежность и живучесть всех уровней системы сигнализации при минимальных затратах.

Выводы: живучесть систем пожарной сигнализации:

- выше у систем, устройства которой могут отправить сигнал тревоги более чем по одному маршруту. Например, использующие кольцевые линии (**рис. 3**) или динамическую маршрутизацию (**рис. 4**);
- значительно выше у профессиональных систем, использующих беспроводные технологии, которые по-настоящему являются «неперегораемыми» (**рис. 4**).

Данная статья является первой попыткой анализа наиболее распространенных структур и классов систем пожарной сигнализации с точки зрения их живучести и надежности:

- выбор системы сигнализации должен проводиться с учетом конфигурации и назначения охраняемого здания, чтобы избежать риска нестабильной работы в жизни «день за днем» и полного отказа оборудования в случае ЧП. Например, для небольшого магазина достаточно будет традиционной проводной системы, а в областной больнице необходимо установить максимально надежную и живучую систему, позволяющую отслеживать динамику развития пожара и оперативно управлять эвакуацией даже после начала пожара;

- именно в области пожарной безопасности проявляются наиболее яркие преимущества современных профессиональных беспроводных систем сигнализации и оповещения.