

РАССТАНОВКА ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

И. Неплохов
к.т.н., эксперт

36

Сколько пожарных извещателей необходимо ставить в помещении, на нормативном расстоянии друг от друга или в два раза чаще, а как от стены, в каких системах какая расстановка извещателей требуется по нормам, если помещение прямоугольное или овальное, сработает ли пожаротушение при отказе одного извещателя? Во многих случаях даже опытные проектировщики не дадут одинаковые ответы. Попробуем прояснить ситуацию при использовании европейских критериев проектирования противопожарных систем.

ПЛОЩАДЬ, ЗАЩИЩАЕМАЯ ПОЖАРНЫМ ИЗВЕЩАТЕЛЕМ

Одна из основных причин, усложняющих проектирование в части расстановки пожарных извещателей, – это отсутствие в нашей нормативной базе определения площади, защищаемой пожарным извещателем. Начиная с 1984 года, в нормах указывается средняя площадь, контролируемая одним извещателем, а также максимальное расстояние между извещателями, извещателем и стеной, в зависимости от высоты защищаемого помещения. Например, при высоте до 3,5 м расстояние между дымовыми извещателями не должно превышать 9 м, а от стены – 4,5 м (рис. 1) и по СНиП 2.04.09-84 «Пожарная автоматика зданий и сооружений», и по действующему в настоящее время НПБ 88-2001* «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования». При этом указывается средняя площадь, контролируемая пожарным извещателем, равная 85 м², хотя в данных условиях она не может превышать 81 м². В 80-х годах прошлого века данная формулировка не вызы-

вала вопросов, так как практически все помещения имели прямоугольную форму. В настоящее время много зданий имеют овальные и косоугольные помещения.

Общепринятая физическая модель определения пожара на первом этапе в большом помещении с горизонтальным перекрытием – поток дыма с теплым воздухом от очага поднимается к потолку и расходится в горизонтальной плоскости (рис. 2). С увеличением расстояния от очага быстро снижается удельная оптическая плотность среды (близко к обратно квадратичной зависимости) и одновременно падает температура за счет разбавления чистым холодным воздухом. Максимальное расстояние между извещателями определяет допустимое расстояние очага от пожарного извещателя. В нашем примере максимально удаленная от извещателей точка находится в центре квадрата, образованного четырьмя извещателями, на расстоянии 6,36 м от каждого из них (рис. 1). Отсюда можно заключить, что один дымовой извещатель защищает круг радиусом 6,36 м, площадью 127 м².

В украинских нормах БДН В.2.5-13-98 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» наряду с расстановкой извещателей по прямоугольной решетке допускается расстановка по треугольной решетке с расстоянием между извещателями в ряду 11 м, между рядами – 9,54 м. В этом случае максимально удаленная от трех соседних извещателей точка находится также на расстоянии 6,36 м (рис. 3). Следовательно, время обнаружения пожара по сравнению с расстановкой извещателей по квадратной решетке 9 × 9 метров не увеличивается, но средняя площадь, защищаемая извещателем, возрастает почти на 30%, с 81 м² до 105 м².

Как известно из теории упадок и покрытий, решетка, ячейка которой образована правильным треугольником, является критической, т.е. при ее использовании обеспечивается максимальная средняя площадь, защищаемая извещателем при данном радиусе защищаемой площади.

В британском стандарте BS 5839 по системам обнаружения пожара и оповещения для зданий, часть 1 «Нормы и правила проектирования, установки и обслуживания

систем» конкретные варианты расстановки извещателей отсутствуют, а просто задан радиус зоны, защищаемой дымовым извещателем, равный 7,5 м. Такая формулировка, в отличие от максимальных расстояний между извещателями, позволяет не только использовать треугольную решетку, но и оптимально расставить извещатели в помещении произвольной формы: прямоугольном, круглом, с выпуклыми или вогнутыми стенами. В некоторых случаях разница в числе извещателей может быть более существенна, чем при переходе от квадратной решетки к треугольной. Например, исходя из радиуса защищаемой площади 6,36 м, круглое помещение диаметром до 12,7 м защищается одним дымовым извещателем, а для обеспечения требования максимального расстояния от стены 4,5 м при диаметре помещения более 9 м требуются уже четыре извещателя.

РАССТАНОВКА ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ В КОРИДОРАХ

В относительно узких помещениях проявляется эффект повышения удельной оптической плотности среды за счет ограничения пространства. Это учитывается и в зарубежной и в отечественной нормативной базе, но в разной степени.

В британском стандарте BS 5839 к помещениям шире двух 2 м применяется общий принцип: ни одна точка помещения в горизонтальной проекции не должна находиться на расстоянии более 7,5 м от ближайшего дымового извещателя. Соответственно, если горизонтальная проекция помещения вписывается в круг радиуса 7,5 м, то устанавливается один извещатель. В общем случае с уменьшением ширины помещения расстояние между извещателями увеличивается. Например, в помещении шириной 6 м извещатели располагаются на расстоянии 13,75 м друг от друга и на расстоянии 6,87 м от стены (рис. 4). В коридоре шириной менее 2 м британский стандарт BS 5839 предписывает рассмотрение точек, расположенных только вдоль центральной оси. В этом случае расстояние между извещателями увеличивается до 15 м, а от крайних извещателей до стены – до 7,5 м (рис. 5).

В наших нормах нет монотонной за-

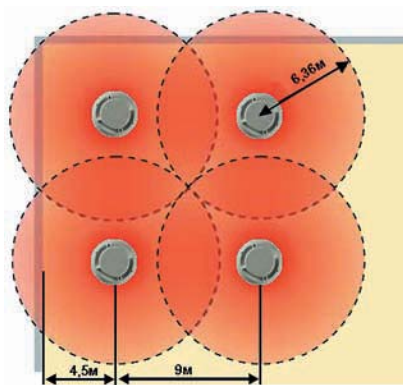


Рис. 1. Размещение дымовых извещателей и радиус контролируемой площади

Рис. 2. Распределение дыма в помещении



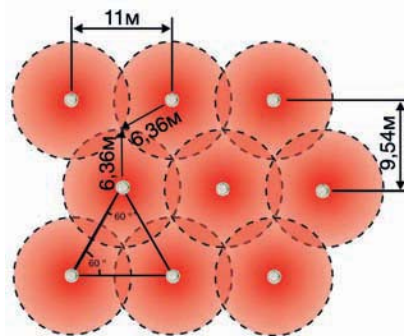


Рис. 3. Распределение дымовых извещателей по треугольной решетке

в зависимости расстояния между извещателями от ширины помещения. По НПБ 88-2001*, как и в предыдущей редакции НПБ 88-2001, по п. 12.22. допускается увеличение расстояний между извещателями в 1,5 раза при ширине помещения менее 3 м, а в СНиП 2.04.09-84 по п. 4.11. в помещениях шириной до 3 м расстояние между извещателями допускалось увеличить до 15 м независимо от высоты помещения. Относительно расстояния от стены до извещателя упоминания не было и нет, следовательно, его увеличение не допускается. Хотя очаг в конце коридора обнаруживается значительно быстрее, так как дым распространяется только в одну сторону, а не в две, как от очага в средней части коридора. Соответственно во втором случае концентрация дыма на том же расстоянии от очага будет примерно в два раза ниже.

Определим радиусы защищаемой площади для 3-метрового коридора, исходя из максимально удаленных точек от ближайшего извещателя. Получается, что по сравнению с радиусом защищаемой площади 6,36 м для большого помещения (рис. 6), для коридора в сторону его средней части радиус несколько увеличивается – примерно до 6,9 м, а в сторону торца, как ни странно, радиус уменьшается до 4,74 м, т.е. более чем на 30%.

Необходимо отметить, что все приведенные выше рассуждения справедливы только для высоконадежных пожарных извещателей, не требующих резервирования. На Западе выпускаются пожарные извещатели с наработкой на отказ порядка 400 000 часов (45 лет) и более. При этом резервирование извещателей не требуется даже в системах автоматического пожаротушения при работе по двум извещателям.

РАССТАНОВКА ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ ПРИ РЕЗЕРВИРОВАНИИ

По различным причинам надежность отечественной продукции на этапе разработки нормативов была значительно ниже европейских аналогов, да и в настоящее время по НПБ 78-98 от пожарного извещателя требуется средняя наработка на отказ только 60 000 часов, т.е. около 7 лет при среднем сроке службы не менее 10 лет. Это привело к необходимости введения в нормы требования установки в каждом помещении не менее двух пожарных извещателей.

Рис. 4. Расстановка извещателей по стандарту BS 5839

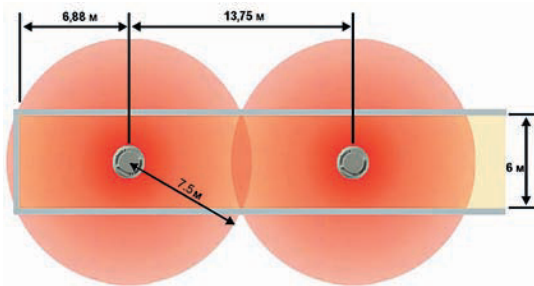


Рис. 5. Расстановка извещателей в коридоре шириной 2 м

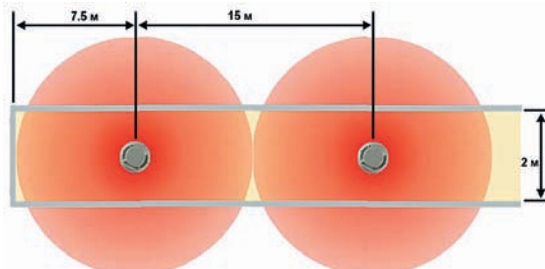
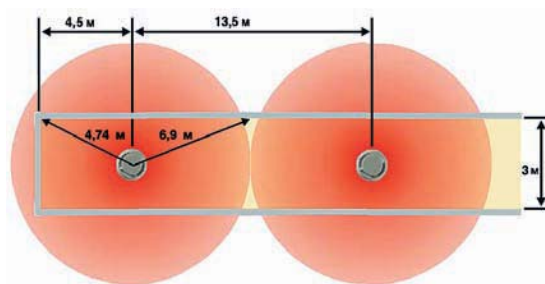


Рис. 6. Расстановка извещателей в коридоре шириной 3 м



УНИКАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ SYSTEM SENSOR®



- ✓ Серверные, узлы связи, вычислительные центры, системы управления
- ✓ Музеи, банки, архивы
- ✓ Школы, стадионы
- ✓ Торговые и развлекательные центры, кинотеатры
- ✓ Атриумы, склады, цеха
- ✓ Гидро и атомные электростанции
- ✓ Пространства за подвесным потолком, под фальшполом
- ✓ Взрывоопасные зоны классов В-1а, В-1б, В-1г, В-1а
- ✓ Объекты ФСИН РФ и т.д.



NEW!

Серия 6500 - однокомпонентный линейный дымовой пожарный извещатель

Серия LASD и ASD - аспирационные ультрачувствительные (класс A/B/C) и высокочувствительные извещатели (класс B/C)

Высокая эффективность независимо от типа дыма
Приемопередатчик - моноблок и пассивный отражатель
Юстировка за 5-10 минут
Дизайн визуально уменьшает габариты
Экономическая эффективность: подвод кабеля в одну точку (только к приемопередатчику)
Простота технического обслуживания
Защита от влаги и коррозии, степень защиты IP54

Максимально быстрое обнаружение пожароопасной ситуации
Высший уровень защиты особо ответственных объектов
Программирование сигналов ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ и ПОЖАР
Простота монтажа и технического обслуживания
Отсутствие шлейфов и электроники в защищаемом помещении
Большая площадь контролируемой зоны (до 1000 м²)
Защита оболочки IP50 (опция IP65)
Доступная цена

НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА ПРИ МЕНЬШИХ ЗАТРАТАХ
(по сравнению с обычными извещателями)

Комплект технической документации и обучение на семинарах
График семинаров на www.systemsensor.ru
Запись по телефону (495) 937-7982

SYSTEM SENSOR®



Рис. 7. Расстановка извещателей для двойного контроля помещения

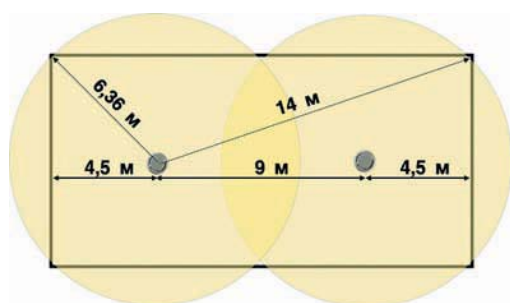


Рис. 8. Два извещателя – резервирование отсутствует почти на половине площади

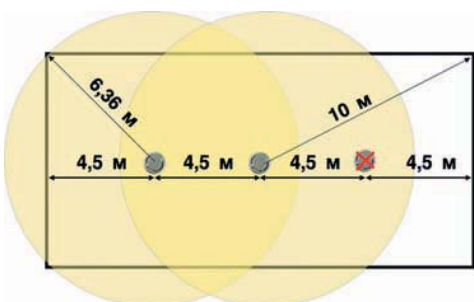


Рис. 9. Три извещателя – неполное резервирование крайних извещателей

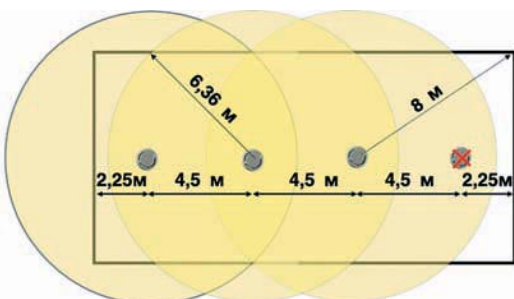
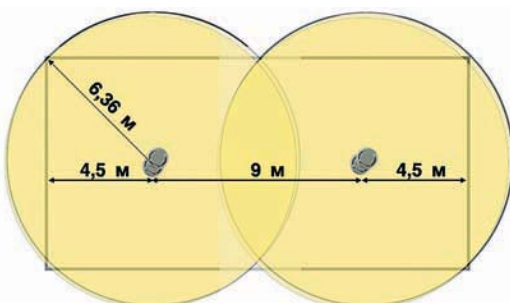


Рис. 10. Четыре извещателя – необеспечивается двойной контроль помещения

Рис. 11. Обеспечение контроля каждой точки 2-мя извещателями



зателей и контроля каждой точки помещения одновременно не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями (по п. 4.1 СНиП 2.04.09-84, «если установка пожарной сигнализации предназначена для управления автоматическими установками пожаротушения, дымоудаления и оповещения о пожаре, каждую точку защищаемой поверхности необходимо контролировать не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями»). Это так называемое горячее резервирование – одновременная работа нескольких устройств по логике «или». Устройства выполняют одну и ту же функцию, и при отказе одного из них работоспособность системы в целом полностью сохраняется.

Для контроля каждой точки помещения одновременно двумя дымовыми извещателями они должны быть расставлены определенным образом. Никаких сложностей не возникло бы при указании в нормах радиуса площади, контролируемой пожарным извещателем в помещениях различной высоты, вместо мало информативной средней площади. Например, в британском стандарте BS 7273-1:2006 содержится требование контроля каждой точки двумя извещателями для запуска пожаротушения в автоматическом режиме по сигналам от двух извещателей. При этом расстановка пожарных извещателей производится таким образом, чтобы любая точка в горизонтальной проекции находилась на расстоянии не более 7,5 м от двух извещателей, исходя из того, что каждый дымовой извещатель защищает круг радиусом 7,5 м.

В СНиП 2.04.09-84 для контроля каждой точки помещения двумя извещателями по п.4.2 предписывалось: «Максимальное расстояние между дублирующими дымовыми или тепловыми пожарными извещателями должно быть равно половине нормативного». В п. 13.3. НПБ 88-2001 формулировка была изменена на более гибкую: «на расстоянии не более половины нормативного, определяемого по таблицам 5 – 9 соответственно, если система пожарной сигнализации предназначена для управления автоматическими установками пожаротушения или дымоудаления, или оповещения о пожаре» – что позволяло устанавливать извещатели в непосредственной близости друг от друга и действительно контролировать каждую точку помещения одновременно двумя извещателями (рис. 7). Однако такое размещение несколько ухудшает дизайн помещения и обычно используется на промышленных объектах, складах и т.п.

Если исходить из радиуса защищаемой площади, равного для дымового извещателя 6,36 м, в помещении размером 9х18 м с двумя дымовыми извещателями, получаем, что резервирование обеспечивается только в небольшой центральной части помещения и при отказе одного извещателя практически половина помещения остается без защиты (рис. 8). Расчеты показывают, что

двойной контроль каждой точки данного помещения обеспечивается при радиусе защищаемой площади каждого извещателя порядка 14 м, что превышает все разумные пределы. Если в этом помещении установить три извещателя с шагом 4,5 м (рис. 9), то радиус должен быть не менее 10 м! И даже при установке четырех извещателей с уменьшенными в два раза расстояниями – от стены по 2,25 м, между извещателями по 4,5 метра, радиус защищаемой площади должен быть примерно 8 м, что не соответствует даже европейским требованиям (рис. 10). Строгое выполнение требования контроля двумя извещателями каждой точки помещения 9х18 м обеспечивается при установке двух пар извещателей (рис. 11) или при установке не менее пяти извещателей, распределенных по помещению.

ДЕЙСТВУЮЩИЕ НОРМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВО АДРЕСНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

В настоящее время расстановка пожарных извещателей регламентируется последней редакцией НПБ 88-2001*, где запуск пожаротушения, дымоудаления и оповещения 4-го и 5-го типа предписывается производить по сработке двух извещателей, и для резерва в каждом шлейфе устанавливать минимум по одному извещателю. Естественно, для работы системы по данному алгоритму необходимо обеспечить контроль каждой точки помещения не менее чем тремя извещателями при использовании одного двухпорогового шлейфа и не менее чем четырьмя извещателями при использовании двух однопороговых шлейфов. Предписывается, как уже было в СНиП 2.04.09-84, для обеспечения двойного контроля установка извещателей на расстояниях, в два раза меньших по сравнению с нормативными. Тройного контроля помещения при использовании данного способа расстановки (рис. 10) нет – как было показано выше, даже двойной контроль обеспечивается не во всем помещении. В рассматриваемом примере для корректной работы системы необходимо предположить, что извещатели обеспечивают контроль площади радиусом более 12 м. А, исходя из реальной защищаемой площади радиусом 6,36 м, при отказе среднего извещателя контроль одновременно двумя извещателями обеспечивается только на 53,4% площади (рис. 12), а при отказе крайнего извещателя – на 64,2% площади (рис. 13). Таким образом, в рассматриваемом примере при отказе одного извещателя вероятность включения системы, например, пожаротушения менее 0,6. Неутешительный результат.

Что можно рекомендовать для обеспечения достаточно высокой надежности системы? Можно применять высоконадежные пожарные извещатели известных мировых производителей, которые за рубежом ставят по одному на помещение. Например, с успехом можно использовать неадресные извещатели «Систем Сенсор»

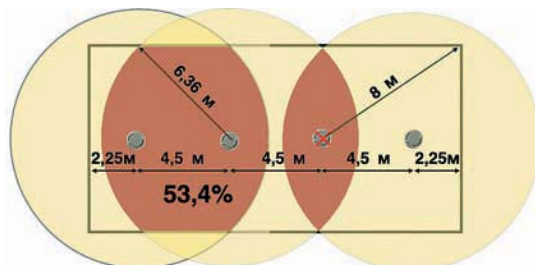
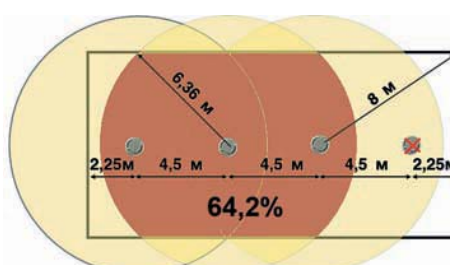


Рис. 12.
При отказе
среднего
извещателя
пожаротушением
защищено 53,4%
площади

Рис. 13.
При отказе
крайнего
извещателя
пожаротушением
защищено 64,2%
площади



серий ЕСО1000 и «ПРОФИ». Но более интересен вариант использования адресных извещателей с контролем работоспособности или адресно-аналоговых извещателей, что исключает неконтролируемый отказ извещателей. Кроме того, по действующим нормам (п.п. 12.17, 13.2* НПБ 88-2001*), при использовании адресных извещателей с автоматическим контролем работоспособности для формирования сигналов оповещения 1-го, 2-го, 3-го типа по НПБ 104 и блокировки инженерных систем резервирование извещателей не требуется. Таким образом, к проектированию данных систем применимы положения, приведенные в первых двух разделах статьи. Несмотря на несколько высокую стоимость оборудования за счет установки одного извещателя на помещение, разветвленного шлейфа с большим числом извещате-

лей (порядка сотни), включения запотолочных извещателей в ответвления, а не в отдельный шлейф, даже на небольшом объекте с несколькими зонами обеспечивается экономия общих затрат по сравнению с неадресными системами.

В качестве примера можно рассмотреть адресный ППКОПА «Сигнал-99» с адресными извещателями «Систем Сенсор» серии «Леонардо». Адресный шлейф произвольной структуры на 99 извещателей плюс 8 неадресных шлейфов для подключения линейных и аспирационных извещателей обеспечивают широкие возможности применения данной системы.

Использование адресных извещателей с автоматическим контролем работоспособности в сложных системах, например, с пожаротушением обеспечивает надежную работу при любой расстановке,

соответствующей требованиям действующих норм, благодаря исключению неконтролируемого отказа извещателя.

Вместо заключения: конечно, остается самый простой вариант – считать, что логика работы противопожарной системы подчиняется каким-то иным законам, и продолжать спорить о том, как трактовать различные положения норм в каждом конкретном случае.

Для справки: «Расстояние от точки до плоскости равно длине перпендикуляра, опущенного из точки на эту плоскость. Расстояние от точки до поверхности вращения, независимо от ее вида определяется длиной перпендикуляра, опущенного из точки на ближайшую к ней образующую поверхности» из курса геометрии.

ХОМБИ
СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОСТАВКА МОНТАЖ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ

123007 г. Москва, ул. 3-я Магистральная, д.38, стр.1, Тел. (495) 258-89-62/63/64, Web: www.hombi.ru, E-mail: hombi@hombi.ru

ХОМБИ-СПб 194100 г. Санкт-Петербург, ул. Новолитовская, д.5, Тел. (812) 295-85-97