

СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ для защиты взрывоопасных объектов

М.В. Рукин,
Генеральный директор
компании «Эрвист технологии безопасности»

Несмотря на многочисленные публикации в СМИ, проведение различных конференций и семинаров на выставках по безопасности, на разговоры о том, в каком состоянии находится у нас все, что связано с пожарной безопасностью, данная проблема продолжает оставаться актуальной. И в особенности в той своей части, которая касается построения систем пожарной защиты взрывоопасных объектов и зон.*

Достаточно посмотреть сводку происшествий хотя бы за летние месяцы 2008 года и можно увидеть следующие сообщения: «22 июля на московском хлебозаводе №12 произошел взрыв, в результате которого один рабочий погиб и еще двое тяжело пострадали. Согласно предварительной версии, причиной инцидента стало нарушение технологического процесса и техники безопасности на производстве»... «16 июля, загорелся одноэтажный ангар, находившийся на территории завода автоматических линий. Вспыхнули и взорвались лакокрасочные изделия, после чего огонь быстро распространился на площади около тысячи квадратных метров. Пожар был настолько сильным, что к тушению даже пришлось привлекать вертолет. Жертв



и пострадавших удалось избежать»... «В конце июня пострадал один из корпусов швейного завода Подмоскowie. Пламенем был обжат целый этаж небольшого здания»... «5 июня в г. Балтийске, на местном судоремонтном заводе. Во время огневых работ на сухогрузе «Енисей», стоявшем в доке, произошел взрыв, за которым последовал пожар, охвативший машинное отделение и трюм корабля. Погибли десять человек, трое получили травмы и сильные ожоги. Расследование показало, что работы были несанкционированными и проводились с грубыми нарушениями требований безопасности». ..

Не секрет, что основной причиной гибели людей при пожаре является их несвоевременная эвакуация, связанная с отсутствием информации о возгорании, особенно если объект является сложным инженерно-техническим сооружением, многофункциональным или многоэтажным зданием. Однако и наличие информации о пожаре, но поступающей в форме паники – это тоже фактор, приводящий к гибели людей.

Значительно снизить риски, связанные с несвоевременной и некорректной эвакуацией людей, а также обеспечить дополнительные функции передачи различной информации на современном предприятии или объекте позволяют системы аварийного и сервисного оповещения, называемые также Public Address.

В данной статье речь пойдет об основных принципах построения систем речевого (громкого) оповещения на взрывоопасных объектах, где в силу их специфики, связанной с условиями быстрого распространения пожара или даже вероятностью взрыва, своевременная информация об аварийной или чрезвычайной ситуации становится особенно актуальной.

Системы оповещения.

Определения, принципы построения, нормативная база

Основополагающим документом, регламентирующим применение на различных объектах систем оповещения о пожаре, на сегодняшний день является НПБ 104-03. «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях». Этот документ устанавливает требования пожарной безопасности к системам оповещения и эвакуации людей при пожарах в зданиях и сооружениях. В НПБ 104-03 установлены типы систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) и определен перечень зданий и сооружений, подлежащих оснащению этими системами.

Предметом НПБ 104-03 является тактика, технологии и техника, предназначенная для оповещения людей на различных объектах народного хозяйства, объектов бытового и социального назначения, жилья.

Автор не ставит задачу в рамках одной статьи осветить все многообразие технических средств, оборудования и устройств, применяемых для создания систем оповещения. Основным вопросом данного материала станет **анализ оборудования речевого (громкого) оповещения, тактики его применения и особенностей построения систем речевого оповещения во взрывоопасных зонах, а именно взрывозащищенное оборудование речевого оповещения**, присутствующее в настоящее время на российском рынке, а также оборудование, готовящееся к производству в 2008 году.

Приведем несколько определений из НПБ 104-03, необходимых для дальнейшего понимания материала данной статьи.



Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) – комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара и (или) необходимости и путях эвакуации.

Зона пожарного оповещения – часть здания, где проводится одновременное и одинаковое по способу оповещение людей о пожаре.

Технические средства оповещения – звуковые, речевые, световые и комбинированные пожарные оповещатели, приборы управления ими, а также эвакуационные знаки пожарной безопасности.

Итак, современная система речевого оповещения состоит из стационарной и периферийной частей и кабельных линий связи, обеспечивающих электрическую связь между этими частями. Системы речевого оповещения можно разделить на две основные группы: локальные и централизованные.

Оборудование **локальных** систем оповещения имеет довольно простую конструкцию и может состоять из речевых автоматических пожарных модулей, которые, получая сигнал управления от систем пожарной сигнализации, усиливают и транслируют в зону пожарного оповещения заранее записанное сообщение об эвакуации, линии и вариантах поведения людей и т. п., в зависимости от чрезвычайной ситуации и задач, с ней связанных.

Локальные системы в большинстве случаев имеют стандартный набор записанных сообщений, небольшую мощность низкочастотной части, встроенный громкоговоритель, малые габариты. Такие системы работают в автоматическом режиме и не

требуют специального технического контроля со стороны человека. Такое оборудование, как правило, применяется на небольших объектах, имеющих в своем составе одну или несколько зон оповещения.

Недостатком локальных систем является невозможность оперативного управления процессом эвакуации, например, с помощью обычного микрофона, что крайне необходимо в условиях быстро изменяющейся ситуации или в нестандартных случаях.

Эти проблемы легко решаются **централизованными** системами речевого оповещения.

Стационарная часть централизованных систем оповещения, применяемых на объектах большой площади (этажности) и имеющих более разветвленную структуру, связанную с наличием не одной, а нескольких зон пожарного оповещения, имеет модульную структуру и обычно состоит из выделенных в отдельные блоки (модули): низкочастотную часть (усилитель или усилители мощности), коммутационную часть (матрицы, селекторы зон и т. п.), различные устройств управления, которые стыкуются с системами пожарной сигнализации, АСУ ТП и т. п., и обеспечивают тактику и логику передачи сообщений в различные зоны оповещения.

Модульное оборудование монтируется в специализированную стойку, в которую также входят источники питания, микрофоны и микрофонные усилители, сервисные устройства: тюнеры, CD-проигрыватели и т. д. Такая система, хоть и может работать автоматически, все-таки предполагает некий контроль со стороны оператора, на которого возложены функции управления и технического контроля.

Оборудование централизованных систем оповещения для применения на средних и малых объектах может состоять из настольного блока, сочетающего в одном корпусе элементы описанной выше модульной структуры, но в более ограниченной и компактной форме.

Следует отметить (и это важный фактор в вопросе применения оборудования во взрывоопасной зоне), что стационарное оборудование централизованных систем оповещения практически всегда размещается в отдельном помещении (операторской), которое может быть совмещено с общей пультовой охраны объекта, где, помимо оборудования оповещения, располагается станционная часть систем сигнализации, оборудование CCTV и т. п.

Оборудование локальных систем оповещения (автоматические речевые модули) располагаются непосредственно в зоне оповещения, т. е. в нашем случае во взрывоопасной зоне.

Взрывоопасные зоны, нормативная база, специфика применения электротехнического оборудования

Взрывоопасными объектами на сегодняшний день являются не только предприятия химической, горнорудной, нефтегазодобывающей, атомной промышленности. К взрыво- и пожароопасным относятся, например, предприятия по производству продуктов питания: зернохранилища (элеваторы), мукомольные, кондитерские, вино-водочные; а также деревообрабатывающие и целлюлозно-бумажные комбинаты, цементные и железобетонные заводы, и т. д. Кроме того, современное предприятие любой отрасли имеет в своей структуре взрывоопасные зоны, т. к. на любом современном производстве есть склады ГСМ и лакокрасочных изделий, участки



гальванической и высокой температурной обработки, покрасочные цеха или камеры и т. п.

Все электротехническое оборудование, устанавливаемое в таких взрывоопасных зонах, в том числе оборудование систем безопасности – пожарной сигнализации и автоматики, охранной сигнализации, **оповещения**, видеонаблюдения и т. д. - должно быть выполнено в специальном взрывозащищенном исполнении, т. е. само не должно являться источником воспламенения или взрыва.

В настоящее время основными нормативными документами в области применения электротехнического оборудования во взрывоопасных зонах является ГОСТ Р 51330 «Электрооборудование взрывозащищенное», а также *Правила устройства электроустановок (ПУЭ)*. Кроме того, для различных отраслей народного хозяйства действуют некоторые ведомственные нормы и правила.

Опираясь на эти документы, дадим несколько основных определений.

Взрывоопасная зона - помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси. Взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

- **зона класса 0**, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени;
- **зона класса 1**, в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации;
- **зона класса 2**, в которой маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко, и существует очень непродолжительное время.

Взрывозащищенное электрооборудование - электрооборудование, в котором предусмотрены конструктивные меры по устранению или затруднению воз-

можности воспламенения окружающей его взрывоопасной среды вследствие эксплуатации этого электрооборудования. **Вид взрывозащиты** - специальные меры, предусмотренные в электрооборудовании с целью предотвращения воспламенения окружающей взрывоопасной газовой среды; совокупность средств взрывозащиты электрооборудования, установленная нормативными документами. **Уровень взрывозащиты** - степень взрывозащиты электрооборудования при установленных нормативными документами условиях.

Установлены следующие уровни взрывозащиты электрооборудования: «электрооборудование повышенной надежности против взрыва», «взрывобезопасное электрооборудование» и «особовзрывобезопасное электрооборудование».

Электрооборудование повышенной надежности против взрыва - взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается только в признанном нормальном режиме его работы. Знак уровня – «**2Ex**» или «**РПEx**» для рудничного оборудования.

Взрывобезопасное электрооборудование - взрывозащищенное электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений средств взрывозащиты. Знак уровня – «**1Ex**» или «**РВEx**» для рудничного оборудования.

Особовзрывобезопасное электрооборудование - взрывозащищенное электрооборудование, в котором, по отношению к взрывобезопасному электрооборудованию, приняты дополнительные средства взрывозащиты, предусмотренные стандартами на виды взрывозащиты. Знак уровня – «**0Ex**» или «**РОEx**» для рудничного оборудования.

Согласно ГОСТ Р 51330, взрывозащищенное электрооборудование может иметь следующие **виды** взрывозащиты:

- взрывонепроницаемая оболочка «**d**»; заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением «**p**»; кварцевое заполнение оболочки «**q**»; масляное заполнение оболочки «**o**»; защита вида «**e**»; искробезопасная электрическая цепь «**i**»; герметизация компаундом «**m**»; защита вида «**n**»; специальный вид взрывозащиты «**s**».

Более подробно с теорией взрывозащищенного электротехнического оборудования можно познакомиться, изучив ГОСТ Р 51330 или обратившись к статьям в журнале «Скрытая камера» за 2002 и 2003-й годы. Непосредственно об оповещателях для взрывоопасных зон можно прочитать в журнале «Грани безопасности» №1 (2005-й г.), об оборудовании охранной сигнализации во взрывоопасных зонах - в №5 (2005-й год).

Тем не менее, как отмечалось в этих статьях, для взрывозащищенного оборудования систем охранно-пожарной сигнализации наиболее характерно использование следующих видов взрывозащиты: «**i**» - «искробезопасная электрическая цепь», «**d**» - «взрывонепроницаемая оболочка», «**m**» - герметизация компаундом. С помощью каждого из этих видов взрывозащиты достигается одна и та же цель, но оборудование, выполненное с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь», является наиболее надежным и только его, согласно ГОСТ Р 51330 (а также вид взрывозащиты «**s**» - специальный), можно использовать во взрывоопасных зонах класса 0.

Однако применительно к оборудованию систем оповещения (усилители, громкоговорители) возникает достаточно серьезная проблема при конструировании оборудования с видом взрывозащиты «**i**». Суть проблемы состоит в том, что вид

взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» («i») основывается на методе предотвращения взрыва или воспламенения за счет ограничения электрической и тепловой энергии. Токи в цепях такого оборудования очень малы, также ограничены и реактивные элементы цепей приборов (индуктивности и емкости), являющиеся опасным источником накопления энергии. Задача систем оповещения состоит в том, чтобы обеспечить высокий уровень звукового давления на выходе оконечных устройств (громкоговорителей), что может быть достигнуто современными схемными решениями и с применением современной элементной базы только при условии подведения к этим устройствам электрической энергии большой мощности.

Таким образом, на современном этапе задача реализации системы оповещения на взрывоопасном объекте с применением приборов с «искробезопасными электрическими цепями» представляется затруднительной. В связи с чем, при реализации взрывозащищенного оборудования речевого оповещения на первый план выходит вид взрывозащиты, основанный на методе сдерживания взрыва, главный принцип которого - не дать взрыву распространиться за пределы оболочки прибора. Это вид взрывозащиты «**d**» - «взрывонепроницаемая оболочка». С использованием этого вида взрывозащиты, на параметры прибора уже не накладываются ограничения по току, тепловой энергии, емкостям и индуктивностям, но более жесткие требования предъявляются к конструкции и механической прочности корпуса прибора, а также к его монтажу.

В последнее время все большую практическую реализацию находят виды взрывозащиты с использованием метода изоляции, основанного на принципе физического разделения взрывоопасных частей и элементов прибора от взрывоопасной среды. Прежде всего, это вид взрывозащиты «герметизация компаундом» («**m**»). В настоящее время именно с этим видом взрывозащиты выпускается все большее количество приборов. Связано это с тем, что практическая реализация этого вида взрывозащиты не требует больших затрат и снижает себестоимость оборудования, однако наибольший уровень взрывозащиты который можно достичь используя данный вид взрывозащиты – это уровень 2Ex – оборудование повышенной надежности против взрыва, что ограничивает области применения данных приборов.

Взрывозащищенное оборудование речевого оповещения. Обзор, технические характеристики, области применения

Итак, как мы выяснили ранее, стационарное оборудование системы оповещения - усилители мощности, селекторы зон, микшеры и т. п. - в том числе и на взрывоопасном объекте располагается в отдельной пультовой или операторской.

На объектах, где имеются взрывоопасные зоны, такие пультовые тем более стараются обособлять от основного производства и выносить за пределы взрывоопасных зон.

Таким образом, стационарную усилительную часть системы оповещения на взрывоопасном объекте нет необходимости выполнять во взрывозащищенном исполнении, достаточно обеспечить (согласно ПУЭ) прокладку кабельных трасс до оконечных устройств – громкоговорителей, находящихся непосредственно во взрывоопасной зоне, а также обеспечить герметичный ввод кабеля непосредственно в оконечные устройства. Прокладку кабельных трасс следует вести с применением бронированного кабеля или трубной разводки, обеспечивая герметичный ввод ка-

беля во взрывоопасную зону и непосредственно в громкоговоритель. Для ввода кабеля в громкоговорители применяются специальные взрывозащищенные кабельные Ex-вводы (штуцера).

Такой вариант позволяет в качестве стационарного усилительного оборудования использовать оборудование в стандартном исполнении известных и популярных торговых марок, таких, например, как: Inter M, TOA, Jedia, Vellez и других, с уровнем напряжения выходного сигнала 100 – 120 Вольт.

Как отмечалось ранее, все электротехническое оборудование, находящиеся и работающее внутри взрывоопасной зоны, должно быть выполнено во взрывозащищенном исполнении.

Теперь перейдем к краткому обзору взрывозащищенных громкоговорителей и пожарных речевых модулей, получивших российские сертификаты на соответствие ГОСТ Р 51330 (сертификат по взрывозащите) и другие разрешительные документы и выпускаемые отечественными и зарубежными производителями.

Оповещатель пожарный речевой взрывозащищенный «Спикер» производства НПК «Эталон» (Россия) предназначен для обеспечения трансляции предварительно записанной речевой информации о действиях, направленных на обеспечение безопасности в системах пожарной сигнализации и пожаротушения при совместной работе с приемно-контрольными приборами. Оповещатель может быть применен во взрывоопасных зонах 1 и 2 классов.

Оповещатель «Спикер» запускается при подаче напряжения питания или внешними сигналами управления. Оповещатель выпускается в следующих основных модификациях: «Спикер-12», «Спикер-24», «Спикер-220», «Спикер-M-12», «Спикер-M-24», «Спикер-M-220».

В комплект оповещателей «Спикер-12», «Спикер-24», «Спикер-220» входит: речевой блок, один или два рупорных взрывозащищенных громкоговорителя типа ГРВ-10П-БТр.

Выбранное речевое сообщение или звуковой сигнал транслируется непрерывно до отключения питания оповещателя или до снятия сигнала управления. Выбор речевого сообщения производится переключателями на плате речевого блока или внешними сигналами управления. Регулировка громкости производится при монтаже речевого блока.

Запись речевых сообщений производится на предприятии-изготовителе по заказу потребителя. Кроме того, подключение оповещателя «Спикер» к компьютеру через двухпроводную линию связи RS-485 позволяет потребителю: записать с микрофона в память компьютера новые речевые сообщения и переписать их в память оповещателя с присвоением номера; транслировать речевые сообщения с микрофона или из памяти компьютера без записи в память оповещателя.

Оповещатели моделей «Спикер-M-12», «Спикер-M-24», «Спикер-M-220» выполнены



Оповещатель пожарный речевой взрывозащищенный «Спикер»

без отдельного речевого блока. Плата речевого блока располагается непосредственно в корпусе рупорного громкоговорителя. Выбор речевого сообщения производится переключателями на плате оповещателя. Регулировка громкости производится при монтаже оповещателя. Запись речевых сообщений производится на предприятии-изготовителе по заказу потребителя.



Громкоговоритель ГРВ-25А

Громкоговорители ГРВ-25А, ГРВ-10П, ГРВ-25П производства НПК «Эталон» (Россия) и их модификации без трансформаторов ГРВ-25А-БТр, ГРВ-10П-БТр, ГРВ-25П-БТр предназначены для непрерывной круглосуточной работы (трансляции речевой информации о действиях, направленных на обеспечение безопасности) в системах пожарной, охранной сигнализации и других видов оповещения при совместной работе с приемно-контрольными устройствами и усилителями.

Громкоговорители выполнены во взрывозащищенном исполнении и могут быть применены во взрывоопасных зонах 1 и 2 классов по ГОСТ Р 51330.9-99 и ГОСТ Р 51330.13-99, и во взрывоопасных зонах и помещениях всех классов в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и другими нормативно-техническими документами, регламентирующими применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.



Громкоговоритель 12ГР-38В

Громкоговорители рупорные взрывозащищенные 12ГР-38В, 12ГР-41В, 25ГР-34В производства компании «Элат» (Россия) с маркировкой взрывозащиты 1ExdmIIBT6 X (2ExdmIIBT6 X) предназначены для использования в качестве источника звука в системах производственно-технологической громкоговорящей связи, оповещения о пожаре, аварийного оповещения и озвучивания во взрывоопасных зонах всех классов кроме зоны 0, где по условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей, отнесенных к категориям IIA, IIB и группам T1-T6.

Громкоговорители конструктивно состоят из головки, согласующего трансформатора, рупора и кожуха. Головка и трансформатор находятся внутри кожуха, залиты компаундом и представляют собой неразборную конструкцию. Конструкция громкоговорителя предусматривает возможность крепления его на любую поверхность, для чего он снабжен поворотным устройством в виде скобы.

Громкоговорители выпускаются для подключения к сети проводного вещания с

номинальным напряжением 120 В. Изменение потребителем подводимого к входу громкоговорителя напряжения не предусмотрено.

Громкоговорители рупорные взрывозащищенные DB4L производства компании MEDC (Великобритания) с маркировкой взрывозащиты 1ExdIICT4 (ExdellCT4) предназначены для использования в качестве источника звука в системах производственно-технологической громкоговорящей связи, оповещения о пожаре, аварийного оповещения и озвучивания во взрывоопасных зонах.



Громкоговорители DB4L

Громкоговорители конструктивно состоят из головки, согласующего трансформатора, рупора и кожуха. Громкоговорители выпускаются в пластиковом корпусе (пластик GRP), армированном стекловолокном.

Выпускается три типа громкоговорителей (DB4L-8, DB4L-15, DB4L-25), отличающихся мощностью выходного звукового сигнала. Кроме того, мощность каждого из громкоговорителей может изменяться ступенчато за счет выбора соответствующих отводов трансформатора.

Схема подключения громкоговорителей - двухпроводная.

Отверстия под кабельные вводы громкоговорителей имеют резьбовое соединение M20 и позволяют комплектовать громкоговорители кабельными вводами различных исполнений: для открытой прокладки присоединяемого кабеля, для трубной прокладки присоединяемого кабеля, а также для присоединения бронированного кабеля. Громкоговорители кабельными вводами не комплектуются.

На протяжении всего срока эксплуатации практически не требуется выполнять техническое обслуживание громкоговорителей.

Громкоговорители рупорные взрывозащищенные HS-8 и HS-15 производства компании DNH (Норвегия) с маркировкой взрывозащиты 2ExdemIIBT6/H2 предназначены для использования в качестве источника звука в системах производственно-технологической громкоговорящей связи, оповещения о пожаре, аварийного оповещения во взрывоопасных зонах класса 2.

Громкоговорители серии HS конструктивно состоят из головки, согласующего трансформатора, рупора и кожуха. Взрывозащищенные громкоговорители HS-8 выполнены из анодированного сплава алюминия DS 4261 (эквивалент LM-6) с покрытием из полиэстера.

Громкоговорители данного класса разработаны специально для применения на военных и гражданских промышленных объектах, где в силу присутствия взрывоопасных газов и взвесей требуется особые меры предосторожности.

Громкоговорители серии HS прошли сертификацию в ведущих мировых лабора-



Громкоговоритель HS-8

ториях по сертификации взрывозащищенного оборудования.



Громкоговоритель 10 ГРВ30

Громкоговорители рупорные взрывозащищенные 6ГРВ30 и 10ГРВ30 производства компании «Электроприлад» (Украина), торговая марка «Веллез», с маркировкой взрывозащиты 2ExedIIAT5 (1ExedII BT5) предназначены для использования в качестве источника звука в системах производственно-технологической громкоговорящей связи, оповещения о пожаре, аварийного оповещения во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, а также в рудниках и шахтах.

Взрывозащищенные громкоговорители торговой марки «Веллез» выгодно отличаются

от других, перечисленных выше громкоговорителей тем, что они могут применяться в составе комплекса речевого оповещения, также производимого компанией «Электроприлад».

Комплекс речевого оповещения о пожаре торговой марки «Веллез» - это многофункциональное оборудование, которое позволяет передавать сообщения о возникновении пожара, как в ручном, так и в автоматическом режимах, передавать объявления через микрофон, осуществлять поисковую связь, трансляцию музыкальных программ, работать в автономном режиме при отсутствии напряжения в сети питания и другие функции.

Громкоговорители 6ГРВ30 и 10ГРВ30 соответствуют ГОСТ Р 51330 «Электрооборудование взрывозащищенное» и имеют российские сертификаты.

Подробнее ознакомиться с техническими характеристиками перечисленных выше изделий можно на стр. 45-46 (в «Справочном листке проектировщика»).

Заключение

1. Важной составляющей в решении задачи обеспечения противопожарной безопасности на взрывоопасных объектах являются системы речевого оповещения (Public Address).

2. При проектировании систем речевого оповещения на взрывоопасном объекте, стационарное оборудование (усилители, микшеры, селекторы зон и т. п.) следует располагать вне взрывоопасной зоны. В этом случае допускается применение оборудования в стандартном исполнении, т. е. без средств взрывозащиты, например оборудование торговых марок: Inter M, TOA, Jedia, Vellez и других.

3. Во взрывоопасных зонах необходимо применять громкоговорители или автоматические речевые пожарные модули только во взрывозащищенном исполнении. Монтаж этих приборов и кабельных трасс к ним следует вести строго с соблюдением ГОСТ Р 51330 и ПУЭ.

4. На сегодняшний день на российском рынке имеется достаточный выбор громкоговорителей во взрывозащищенном исполнении для создания систем оповещения на взрывоопасных объектах.