

Министерство Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Академия Государственной противопожарной службы

А. С. Мальцев, О. В. Кочнов, А. М. Алешков, В. В. Доленко,
Д. В. Поляков, А. В. Мальцев, М. А. Колбашов

СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ И ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Учебное пособие

Допущено Министерством Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий в качестве
учебного пособия для курсантов, студентов и слушателей
образовательных организаций
МЧС России

Москва
2021

УДК 614.842.4
ББК 32.965
С34

Авторы:

А. С. Мальцев, О. В. Кочнов, А. М. Алешков, В. В. Доленко,
Д. В. Поляков, А. В. Мальцев, М. А. Колбашов

Рецензенты:

Л. Т. Тантлевский, заведующий кафедрой пожарной безопасности ФГАОУ
ВО «СПбПУ Петра Великого», доктор технических наук, профессор;
В. Е. Фадеев, старший инспектор отдела нормативно-технического
и перспективного развития пожарной безопасности Департамента
надзорной деятельности МЧС России

Системы оповещения и проводной связи: учеб. пособие /
С34 А. С. Мальцев, О. В. Кочнов, А. М. Алешков [и др.]. – М. : Академия
ГПС МЧС России, 2021. – 118 с.

ISBN 978-5-9229-0242-7

В учебном пособии даны основные понятия и определения, рассмотрены
особенности построения систем оповещения и проводной связи, приведены тех-
нические средства, входящие в состав систем оповещения, представлены методи-
ки, примеры и алгоритмы расчетов параметров систем оповещения.

Предназначено для студентов (курсантов), обучающихся в вузах МЧС Рос-
сии по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» и 20.03.01 «Техносферная
безопасность».

Учебное пособие создавалось совместно со специалистами компании
ООО «Эскорт Групп».

УДК 614.842.4
ББК 32.965

ISBN 978-5-9229-0242-7

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вводится в эксплуатацию, реконструируется и совершенствуется большое количество объектов строительства различного назначения. На каждом из них должна быть установлена и исправно функционировать система безопасности. Система безопасности объекта включает в себя различные подсистемы, обеспечивающие безопасность по своему направлению. Одной из подсистем системы безопасности объекта является система оповещения и проводной связи, которая стала неотъемлемой частью любой системы безопасности объекта. Очень важно не только своевременно обнаружить нештатную ситуацию на объекте защиты, но и в кратчайшие сроки оповестить об этом происшествии, о необходимости покинуть опасную зону посетителей, персонал, сотрудников, находящихся на объекте. Для осуществления этой функции применяются системы оповещения и проводной связи. Применение типа системы оповещения определяется из назначения объекта, этажности, количества людей, одновременно находящихся на его территории.

В учебном пособии даны основные понятия и определения, рассмотрены особенности построения систем оповещения и проводной связи, приведены технические средства, входящие в состав систем оповещения, представлены методики, примеры и алгоритмы расчетов параметров систем оповещения. В гл. 5 представлены варианты построения различных типов систем оповещения и проводной связи. Реализация задач по построению систем оповещения осуществляется с применением технических средств ROXTON.

Предназначено для студентов (курсантов), обучающихся в вузах МЧС России по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» и 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Для студентов, обучающихся по следующим специальностям: акустика, электроакустика, архитектурная акустика, проектирование слаботочных систем – систем связи, систем пожарной автоматики и систем комплексной безопасности.

Может стать руководством или дополнительным пособием для проектировщиков, эксплуатационников, электромонтажников систем оповещения различного назначения, а также инспекторов и специалистов в области систем противопожарной защиты.

Глава 1

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ОПОВЕЩЕНИЯ И ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

1.1. Определения, назначение, типы систем оповещения

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

Автоматическое управление – приведение в действие системы оповещения и управления эвакуацией людей командным сигналом от автоматических установок пожарной сигнализации или пожаротушения.

Полуавтоматическое управление – приведение в действие системы оповещения и управления эвакуацией людей диспетчером (оператором) при получении командного сигнала от автоматических установок пожарной сигнализации или пожаротушения.

Вариант организации эвакуации из каждой зоны пожарного оповещения – один из возможных сценариев движения людей к эвакуационным выходам, зависящий от места возникновения пожара, схемы распространения опасных факторов пожара, объемно-планировочных и конструктивных решений здания.

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

Соединительные линии – проводные и не проводные линии связи, обеспечивающие соединение между средствами пожарной автоматики.

Эвакуационные знаки пожарной безопасности – знаки пожарной безопасности, предназначенные для регулирования поведения людей при пожаре в целях обеспечения их безопасной эвакуации, в том числе световые пожарные оповещатели.

В зависимости от способа оповещения, деления здания на зоны оповещения и других характеристик СОУЭ подразделяется на 5 типов, представленных в нормативной документации.

Отличительными признаками является способ формирования сигналов оповещения, структура формирования зон оповещения, наличие обратной связи зон с помещением пожарного поста, возможности управления эвакуацией.

Основные характеристики СОУЭ III–V типов

1. В СОУЭ в отдельных зонах оповещения допускается использовать полуавтоматическое, ручное, дистанционное и местное включение и управление.
2. СОУЭ должна включаться автоматически от командного сигнала, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации или пожаротушения, блокируя при этом менее важные функции. Система должна быть приоритетной.
3. СОУЭ должна быть многозонной.
4. В СОУЭ должна быть обеспечена обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской.
5. СОУЭ должна иметь возможность реализации нескольких вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения.
6. Управление СОУЭ должно осуществляться из помещения пожарного поста, диспетчерской или другого специального помещения, отвечающего требованиям пожарной безопасности, предъявляемым к указанным помещениям.

Обязательными для выполнения являются следующие пункты:

- III тип – пп. 1, 2, 3;
- IV тип – пп. 1, 2, 3, 4, 5;
- V тип – пп. 1, 2, 3, 4, 5, 6.

При окончательном определении типа СОУЭ не следует исключать и перспектив, при которых может понадобиться реализация более высокого типа.

В соответствии с нормативными документами основными критериями для выбора типа СОУЭ (системы оповещения) являются: функциональное назначение защищаемого здания, количество постоянно или временно находящихся в здании людей, категории по взрывопожарной и пожарной опасности, конструктивные и объемно-планировочные решения – количество и площадь помещений, тип здания (секционного или коридорного, закрытого или открытого типов), количество этажей, особенности размещения помещений, дополнительные условия.

Подробные классификационные таблицы приводятся в нормативной документации.

Основные этапы проектирования систем оповещения представлены на рис. 1.1.

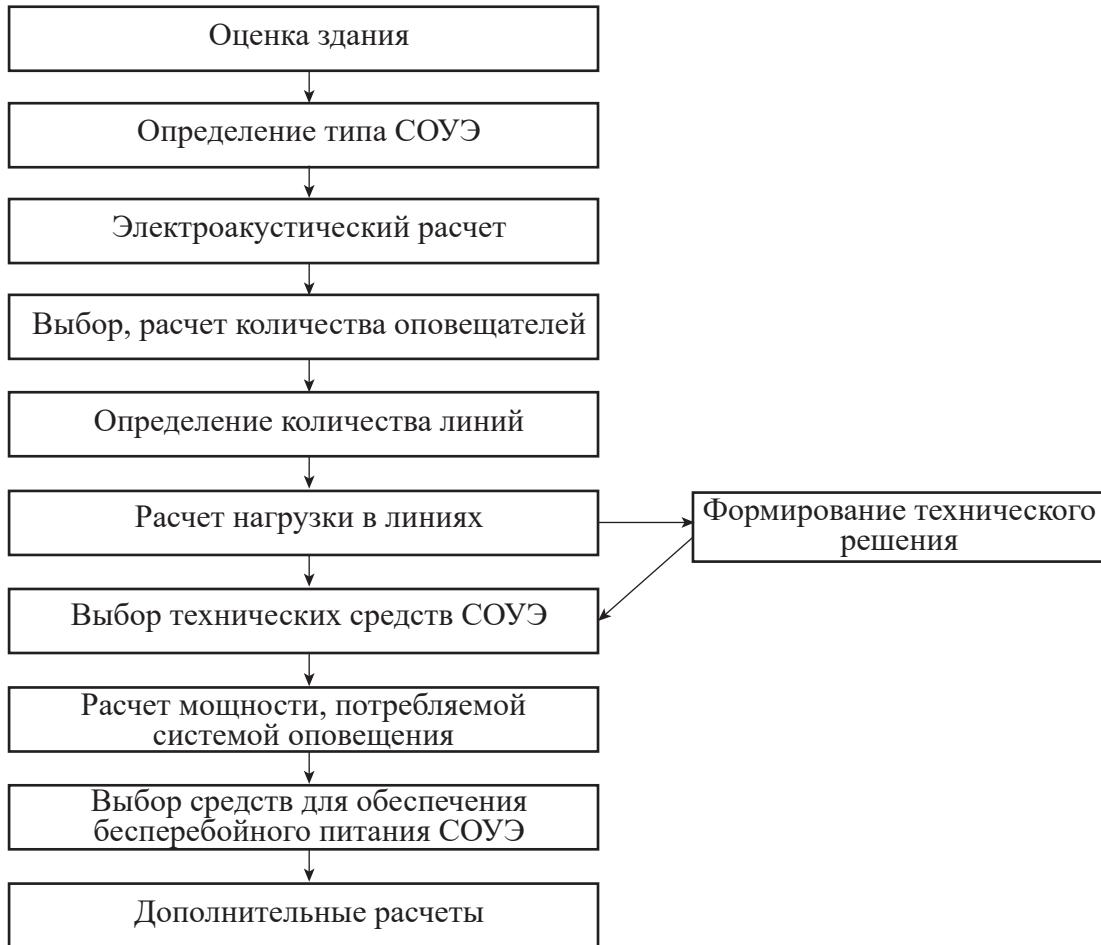


Рис. 1.1. Основные этапы проектирования систем оповещения

1.2. Классификация систем оповещения

Системы оповещения можно классифицировать по функциональному назначению, по способу управления, по способу передачи информации, по конструктивному исполнению, по области применения, по способу реализации. Классификация представлена на рис. 1.2. Рассмотрим более подробно приведенную классификацию.

По функциональному назначению

По функциональному назначению системы оповещения можно разделить на трансляционные, аварийные, комбинированные.

Трансляционные системы – позволяют транслировать информацию различного назначения с различных источников: речевые объявления, информационные сообщения, музыкальную (радио), рекламную информацию.

При помощи аварийных систем можно транслировать аварийные сообщения в тревожном режиме ручным или автоматическим способом.

Комбинированные системы – многофункциональные системы, имеющие несколько приоритетов. Аварийное сообщение в таких системах транслируется по высокому приоритету, блокируя низкие приоритеты (менее значимые функции), например, музыкальную трансляцию.



Рис. 1.2. Классификация систем оповещения

По способу управления

По способу управления системы оповещения можно разделить на полуавтоматические, автоматические, дистанционного управления.

Полуавтоматические системы – системы, в которых имеется возможность осуществлять (локальное или дистанционное) управление, вмешиваться в процесс оповещения в целях его приостановки или корректировки. Такие системы иногда называют системами ручного управления.

Автоматические системы – системы, управляемые (включаемые) автоматически (без участия оператора) при активации средствами пожарного оповещения.

Системы дистанционного управления – многофункциональные системы, управляемые (полуавтоматически или автоматически) дополнительными средствами – дистанционно.

По способу передачи информации

По способу передачи информации системы оповещения можно разделить на проводные и беспроводные.

В беспроводных системах передача информации осуществляется по радиоканалам.

В проводных системах передача информации осуществляется по проводам (линиям). Проводные системы наиболее распространены, отличаются повышенной надежностью, удобством эксплуатации и обслуживания.

По конструктивному исполнению

По конструктивному исполнению системы оповещения можно разделить на настольные, стоечные, модульные.

Настольные системы – моноблоки, имеющие простое конструктивное исполнение, предназначены для установки на стол или на специальные полки. При наличии дополнительных креплений могут устанавливаться (монтироваться) непосредственно в стойки. Большинство настольных систем являются многофункциональными устройствами, но имеют ограничения, например, по мощности.

Стоечные системы – строятся (формируются) из набора блоков различного функционального назначения, выполненных в жестком металлическом корпусе (рэковом). Предназначены для установки в специализированные электротехнические шкафы или стойки.

Электротехнический шкаф защищает блоки от несанкционированного доступа, обеспечивает необходимый температурный режим, сохранность, увеличивает срок эксплуатации оборудования.

Модульные системы – многофункциональные системы, состоящие из отдельных, как правило, съемных (заменяемых) модулей. Данные модули могут монтироваться в одном или нескольких корпусах (кейсах) или электротехнических шкафах.

По принципу построения

По принципу построения системы оповещения можно разделить на многозонные, многоканальные, распределенные.

Многозонные системы – позволяют транслировать служебное или экстренное сообщение в конкретные (в одну, несколько, во все) зоны.

Многоканальные системы – позволяют одновременно или раздельно транслировать различную информацию в различные зоны по отдельным каналам. Если в системе предусмотрена возможность ручного или автоматического управления входными сигналами и перенаправления (переключения) их в различные (прямые или перекрестные) каналы, то такие системы называют *матричными* или *матрицами*.

Распределенные системы совмещают возможности многозонных и многоканальных систем с возможностью дистанционного управления. В таких системах основные исполнительные блоки, иногда называемые терминальными

или периферийными, могут выноситься на большие расстояния. Контроль и управление периферийными блоками осуществляется с централизованных постов. Сбор и анализ информации осуществляется в целях принятия оптимальных решений. Высокая функциональность и гибкость в таких решениях достигается за счет широкого использования программного обеспечения.

По способу реализации

По способу реализации системы оповещения можно разделить на аналоговые и цифровые.

Аналоговые системы – характеризуются высокой надежностью и доступностью по цене.

Цифровые системы – строятся по современным эффективным цифровым технологиям, позволяющим достигать высоких показателей по качеству, эргономичности (элементная база), минимизировать потребляемую энергию. Цифровые методы преобразования и кодирования позволяют передавать информацию на большие расстояния по различным каналам (сетям), в том числе оптоволоконным. Системы, построенные по цифровым технологиям, легко интегрируются с другими системами.

1.3. Требования, предъявляемые к СОУЭ

1. СОУЭ должна проектироваться в целях обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.

2. Информация, передаваемая системами оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, должна соответствовать информации, содержащейся в разработанных и размещенных на каждом этаже зданий планах эвакуации людей.

3. СОУЭ должна включаться автоматически от командного сигнала, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации или пожаротушения, за исключением случаев, приведенных ниже.

Дистанционное, ручное и местное включение СОУЭ допускается использовать, если в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности для данного вида зданий не требуется оснащение автоматическими установками пожаротушения и(или) автоматической пожарной сигнализацией. При этом пусковые элементы должны быть выполнены и размещены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ручным пожарным извещателям.

В СОУЭ III–V типов полуавтоматическое управление, а также ручное, дистанционное и местное включение допускается использовать только в отдельных зонах оповещения.

Выбор вида управления определяется проектировщиком в зависимости от функционального назначения, конструктивных и объемно-планировочных решений здания и исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.

4. Кабели, провода СОУЭ и способы их прокладки должны обеспечивать работоспособность соединительных линий в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону.

Радиоканальные соединительные линии, а также соединительные линии в СОУЭ с речевым оповещением должны быть обеспечены, кроме того, системой автоматического контроля их работоспособности.

5. Управление СОУЭ должно осуществляться из помещения пожарного поста, диспетчерской или другого специального помещения, отвечающего требованиям пожарной безопасности, предъявляемым к указанным помещениям.

Глава 2

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ, МИКРОФОНЫ И МИКРОФОННЫЕ КОНСОЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ

2.1. Громкоговорители

В системах оповещения о пожаре громкоговоритель является конечным исполнительным элементом. Его параметры оказывают решающее влияние на качество передачи аудиоинформации, а в конечном счете и на обеспечение безопасности людей.

Громкоговоритель (звуковой оповещатель) – это устройство, преобразующее электрический звуковой сигнал на входе в акустический сигнал в заданных динамическом и частотном диапазонах на выходе. Для обеспечения надлежащего качества громкоговоритель должен воспроизводить звуковой сигнал в допустимом частотном и динамическом диапазонах, с минимальной неравномерностью звукового поля.

Классификация громкоговорителей

Возможная классификация громкоговорителей, применяемых для построения систем звукового обеспечения (СЗО) и СОУЭ III–V типов, представлена на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Классификация громкоговорителей

Данная классификация весьма условна и позволяет охватить лишь наиболее существенные признаки, среди которых выделяют 3 основных:

- по степени защиты IP;
- по характеристикам;
- по конструктивному исполнению.

Классификация громкоговорителей по степени защиты IP

Громкоговорители – это электротехнические устройства, которые наряду с другим оборудованием классифицируются по степени защиты (International Protection – IP).

Под степенью защиты понимается способ, ограничивающий доступ к опасным частям (токоведущим, опасным механическим частям) и блокирующий попадание внешних твердых предметов и (или) воды внутрь оболочки.

Маркировка степени защиты оболочки электрооборудования осуществляется при помощи международного знака защиты (IP) и двух цифр, первая из которых означает защиту от попадания твердых предметов, вторая – от проникновения воды.

Наиболее распространеными для громкоговорителей являются 3 степени:

IP-41, где 4 – защита от посторонних предметов размером более 1 мм, 1 – вертикально капающая вода не должна нарушать работу устройства. Громкоговорители такого класса чаще всего устанавливаются в закрытых помещениях.

IP-54, где 5 – пылезащита (некоторое количество пыли может проникать внутрь, однако это не нарушает работу устройства), 4 – брызги (защита от брызг, падающих в любом направлении). Громкоговорители такого класса чаще всего устанавливаются на открытых площадках.

IP-67, где 6 – пыленепроницаемость (пыль не может попасть в устройство, полная защита от контакта), 7 – при кратковременном погружении вода не попадает в количествах, нарушающих работу устройства. Громкоговорители данного класса устанавливаются в местах, подверженных критическим воздействиям. Существуют и более высокие степени защиты.

В зависимости от условий применения громкоговорители можно разбить на 3 группы:

1. Громкоговорители внутреннего исполнения, которые используются в закрытых помещениях. Для данной группы громкоговорителей характерна невысокая степень защиты (IP-41).

2. Громкоговорители внешнего исполнения, используемые на открытых площадках. Такие громкоговорители иногда называют уличными. Для данной группы громкоговорителей характерна высокая степень защиты (IP-54).

3. Громкоговорители взрывозащищенного исполнения (или просто взрывозащищенные), которые применяются во взрывоопасных помещениях или на территориях с повышенным содержанием агрессивных (взрывоопасных) веществ. Для данной группы громкоговорителей характерна высокая степень защиты (IP-67). Такие громкоговорители применяются в нефтяной, газовой промышленности, на атомных станциях и т. д.

Классификация громкоговорителей по ширине амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)

Громкоговорители различают по ширине АЧХ. Иногда используют выражение *ширина частотного диапазона*.

Частотная характеристика – частотный диапазон эффективно воспроизводимых звуковых частот, Гц.

На практике используется термин *ширина АЧХ*, хотя большинство производителей для своих громкоговорителей предоставляют диаграммные зависимости частоты от звукового давления, а не от амплитуды (рис. 2.2). В этом случае подобную зависимость называют частотной характеристикой по звуковому давлению (ЧХЗД).

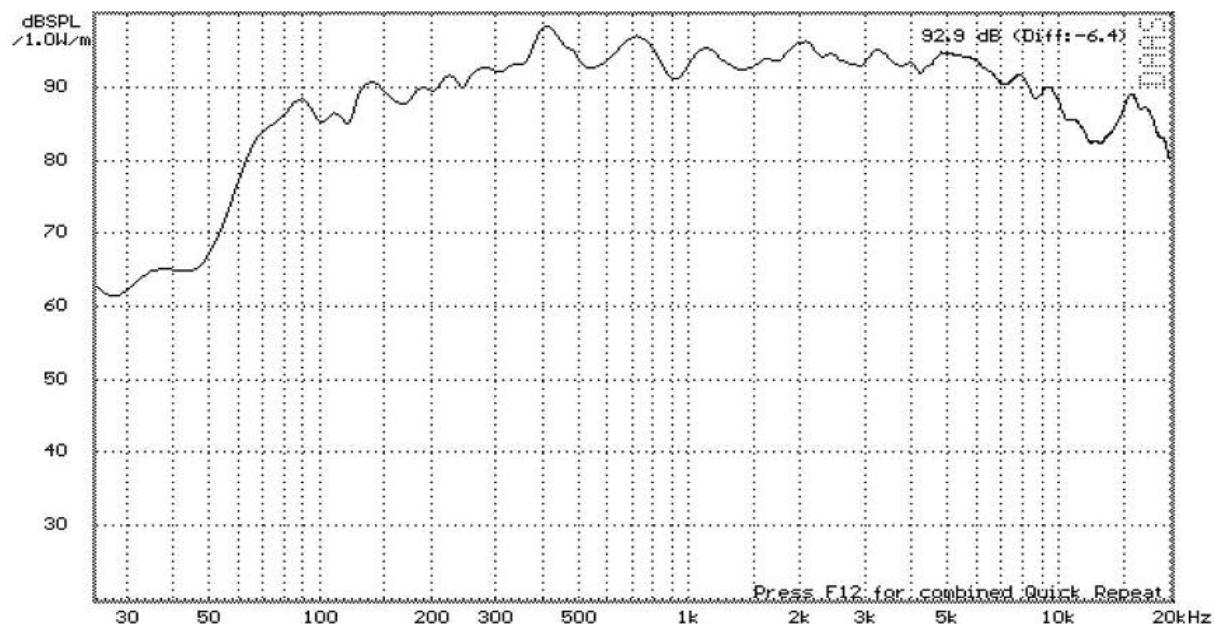


Рис. 2.2. АЧХ громкоговорителя ROXTON MS-40T

Частотная характеристика громкоговорителя по звуковому давлению – это графическая или численная зависимость уровня звукового давления от частоты сигнала, развиваемого громкоговорителем в определенной точке свободного поля, находящейся на определенном расстоянии от рабочего центра, при постоянном значении напряжения на выводах громкоговорителя.

В зависимости от ширины АЧХ громкоговорители можно разделить на узкополосные, полосы которых достаточно только для воспроизведения речевой информации (от 200 Гц до 5 кГц) и широкополосные, которые имеют широкую АЧХ (от 40 Гц до 20 кГц) и применяются для воспроизведения не только речи, но и музыки.

Узкополосные громкоговорители

Узкополосные громкоговорители характеризуются ограниченным значением АЧХ и, как правило, используются для воспроизведения речевой информации, находящейся в диапазоне от 200÷400 Гц – низкий мужской голос, до 5÷9 кГц – женское сопрано.

Зачастую ширина полосы пропускания находится в обратной зависимости от уровня звукового давления. Данное соотношение варьируется конструктивными особенностями громкоговорителей. В качестве примера узкополосного громкоговорителя может служить рупорный громкоговоритель (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Внешний вид рупорных громкоговорителей

Рупорные громкоговорители (рупоры) характеризуются способом формирования излучения. Их диафрагма связана с внешней средой через рупор, который концентрирует излучение. По сравнению с электродинамическими громкоговорителями рупорные громкоговорители обладают такими преимуществами, как высокая направленность излучения звуковых волн и высокий КПД (до 20%). Рупоры отличаются высокой концентрацией звуковой энергии в определенном направлении, что обеспечивает высокое звуковое давление. Конструктивно рупоры строятся таким образом, чтобы площадь их поперечного сечения изменялась по экспоненциальному закону. Рупоры имеют высокий класс защиты (IP-54) и применяются для использования на открытых площадках. К недостатку данного громкоговорителя относится узкий частотный диапазон, который делает их малопригодными для музыкальной трансляции.

Широкополосные громкоговорители

Широкополосные громкоговорители характеризуются широкой АЧХ. На качество звучания громкоговорителя, кроме ширины, влияет такой параметр, как неравномерность частотной характеристики.

Неравномерность частотной характеристики звукового давления – это разность максимального и минимального значений уровней звукового давления громкоговорителя, дБ, в заданном диапазоне частот. Данная величина самым непосредственным образом влияет на качество звучания громкоговорителя и, как следствие, на разборчивость речи. Из рис. 2.2 видно, что в диапазоне частот от 80 Гц до 18 кГц громкоговоритель ROXTON MS-40T обеспечивает минимальную неравномерность частотной характеристики.

В качестве музыкальных громкоговорителей наиболее широкое применение имеют электродинамические громкоговорители (диффузорные громкоговорители прямого излучения). Такие громкоговорители имеют хорошие характеристики, широкую диаграмму направленности, широкий частотный диапазон, приемлемый уровень звукового давления, что позволяет применять их для решения самого широкого класса задач – от музыкальной трансляции до аварийного оповещения. Данные громкоговорители чаще всего используются для внутреннего монтажа в закрытых отапливаемых помещениях.

Электродинамический громкоговоритель – это электроакустическое механическое устройство, служащее для воспроизведения звукового сигнала. Громкоговорители преобразуют электрический сигнал в звуковые волны, распространяющиеся в воздушной среде с помощью механической подвижной системы – диафрагмы или диффузора (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Устройство электродинамического громкоговорителя

Основным рабочим узлом электродинамического громкоговорителя является диффузор, который осуществляет преобразование механических колебаний в акустические.

Диффузор громкоговорителя приводится в движение силой, действующей на жестко скрепленную с ним катушку, находящуюся в радиальном магнитном поле. В катушке течет переменный ток, соответствующий аудиосигналу, который должен воспроизвести громкоговоритель. Магнитное поле в громкоговорителе создается кольцевым постоянным магнитом и магнитной цепью из двух фланцев и керна. Катушка под действием силы Ампера свободно движется в пределах кольцевого зазора между керном и верхним фланцем, а ее колебания передаются диффузору, который создает акустические колебания, распространяющиеся в воздушной среде.

Классификация громкоговорителей по ширине диаграммы направленности

Громкоговорители различают по ширине диаграммы направленности (ШДН).

Данный параметр зависит от типа и конструкции громкоговорителя и существенным образом от частотного диапазона.

Громкоговорители с узкой ШДН называют узконаправленными (рупорные громкоговорители, прожекторы). Узконаправленные громкоговорители характеризуются высоким звуковым давлением и узким частотным диапазоном.

Громкоговорители с широкой ШДН называют широконаправленными (акустические системы, звуковые колонны, корпусные громкоговорители). Широконаправленные громкоговорители, как правило, имеют широкий частотный диапазон, но меньшее звуковое давление.

Диаграмма направленности обеспечивается как конструктивными особенностями громкоговорителя, так и физическими свойствами звуковых волн. В области низких частот громкоговоритель имеет широкую, практически круговую диаграмму направленности. С увеличением частоты диаграмма заметно сужается.

Разные производители приводят как числовую, так и графическую зависимость величины звукового давления от частоты и угла раскрыва (ширины диаграммы направленности).

Классификация громкоговорителей по звуковому давлению

Громкоговорители различают по уровню звукового давления.

Уровень звукового давления (англ. *SPL*, Sound Pressure Level) – измеренное по относительной шкале значение звукового давления, отнесенное к

опорному давлению 20 мкПа, соответствующему порогу слышимости синусоидальной звуковой волны частотой 1 кГц.

SPL иногда называют чувствительностью громкоговорителя. Он измеряется в децибелах (дБ). Многие производители приводят для своих громкоговорителей значение *SPL*, подразумевая характеристическую чувствительность громкоговорителя.

Характеристическая чувствительность громкоговорителя – это среднее звуковое давление, развиваемое громкоговорителем в заданном диапазоне частот на рабочей оси, приведенное к расстоянию 1 м от рабочего центра громкоговорителя и электрической мощности 1 Вт.

Максимальный уровень звукового давления громкоговорителя служит для оценки способности громкоговорителя воспроизводить без искажений динамический диапазон музыкального или речевого сигнала.

Звуковое давление громкоговорителя – громкость, которая складывается из его чувствительности (*SPL*) и электрической мощности (Вт), переведенной в децибелы (дБ). Поэтому понятия низкого и высокого уровней лучше применять не к звуковому давлению, а к чувствительности (*SPL*) громкоговорителя.

Качественные (широкополосные) громкоговорители, как правило, имеют низкую чувствительность (*SPL* < 95 дБ). Повышение громкости таких громкоговорителей достигается увеличением уровня подводимой к ним электрической мощности.

Конструктивные особенности

На рис. 2.5 приведены примеры громкоговорителей различного конструктивного исполнения.



Потолочный широкополосный врезной громкоговоритель



Широкополосный рупорный громкоговоритель



Подвесной громкоговоритель



Акустическая система



Звуковые колонны

Рис. 2.5. Громкоговорители различного конструктивного исполнения

Потолочные громкоговорители предназначены для потолочного монтажа. Наиболее распространены широкополосные (электродинамические) громкоговорители врезного исполнения. Звуковая энергия, излучаемая потолочным громкоговорителем, направлена перпендикулярно полу, что позволяет, варьируя их количество, добиться равномерного и комфортного звучания в помещении. Потолочные громкоговорители применяются для озвучивания коридоров, холлов, торговых и офисных помещений, учебных заведений.

Звуковые колонны – громкоговорители корпусного исполнения, настенного монтажа, выполненные в виде колонны, в которую вмонтировано несколько громкоговорителей. Колонны чаще всего используются для озвучивания залов, бассейнов, открытых пространств. Варьируя количество вмонтированных громкоговорителей и углы наклона, можно получить различные величины ширины вертикальной и горизонтальной диаграмм направленностей, что, в свою очередь, позволяет применять колонны для различного назначения, например, для выравнивания звукового поля в определенных точках озвучиваемого помещения. Варьирование диаграмм направленностей позволяет адаптировать звуковые колонны к помещениям различной конфигурации, управлять спектром излучения и минимизировать паразитные обратные связи.

Подвесные громкоговорители – это корпусные громкоговорители, имеющие то же предназначение, что и потолочные громкоговорители, но отличающиеся от последних способом монтажа. Такие громкоговорители подвешиваются на шнурах (свешиваются с потолка). Применение подвесных громкоговорителей актуально в местах с высокими потолками или в местах, где по конструктивным или иным особенностям невозможно использовать врезные или накладные громкоговорители.

Прожекторы – громкоговорители, в которых за счет конструктивных особенностей обеспечивается высокая степень направленности звукового поля при сохранении надлежащего качества звучания. Следовательно, они обеспечивают высокий уровень звукового давления при узкой диаграмме направленности в широком частотном диапазоне. Прожекторы – это, как правило, корпусные громкоговорители для настенного монтажа. Наиболее часто применяются для озвучивания коридоров и (или) в местах с повышенным уровнем шума.

Двунаправленные прожекторы – два громкоговорителя в одном корпусе, направленные в разные стороны. Одного такого громкоговорителя достаточно для озвучивания коридора длиной 40 м (по 20 м в каждую сторону).

Акустические системы – широкополосные корпусные громкоговорители, предназначенные для качественного воспроизведения звука. Имеют

широкое применение от трансляционных систем до концертных площадок. Такие акустические системы иногда называют мониторами.

Акустические системы имеют более сложное исполнение, могут строиться как многополосные, комплектоваться ВЧ-динамиками (твиттерами), НЧ-динамиками (вуферами), фазоинверторами и разделительными фильтрами.

Как уже было отмечено выше, повышение громкости таких громкоговорителей достигается увеличением уровня подводимой к ним электрической мощности.

Дополнительные характеристики громкоговорителей

Громкоговорители характеризуются целым рядом параметров. Для различных производителей имеют место разнотечения по некоторым параметрам, например, мощности громкоговорителя. Поэтому для того чтобы их ликвидировать, Международный Электротехнический Комитет (МЭК) опубликовал рекомендации 268-5 «Элементы электроакустических систем. Громкоговорители» и 581-7 «Минимальные требования к аппаратуре Hi-Fi. Громкоговорители». В этих рекомендациях приводятся следующие определения:

Характеристическая мощность громкоговорителя – это мощность, при которой громкоговоритель создает характеристический уровень звукового давления 94 дБ на расстоянии 1 м в диапазоне частот 100–8 000 Гц. Чем выше чувствительность громкоговорителя, тем ниже его характеристическая мощность.

Шумовая мощность определяется по результатам испытаний громкоговорителя на специальном шумовом сигнале в течение 100 ч. Значение шумовой мощности громкоговорителя совпадает со значением паспортной мощности, определяемой по ГОСТ 16122-78, поскольку при определении этих видов мощности используется один и тот же сигнал.

Максимальная синусоидальная мощность громкоговорителя – это мощность непрерывного синусоидального сигнала в заданном диапазоне частот, которую громкоговоритель может выдержать без механических и термических повреждений в течение промежутка времени (не менее 1 ч), указанного в спецификации.

Номинальная мощность громкоговорителя – это электрическая мощность, при которой нелинейные искажения громкоговорителя не превышают требуемых значений.

Паспортная мощность громкоговорителя – определяется как наибольшая электрическая мощность, при которой громкоговоритель может длительное время удовлетворительно работать на реальном звуковом сигнале без тепловых и механических повреждений.

Номинальное электрическое сопротивление громкоговорителя – активное сопротивление громкоговорителя при определении подводимой к нему электрической мощности.

Подключение громкоговорителей

Звуковой тракт

Основой любой трансляционной системы является звуковой тракт – набор функциональных устройств, преобразующих, ретранслирующих и усиливающих звуковой сигнал (рис. 2.6).

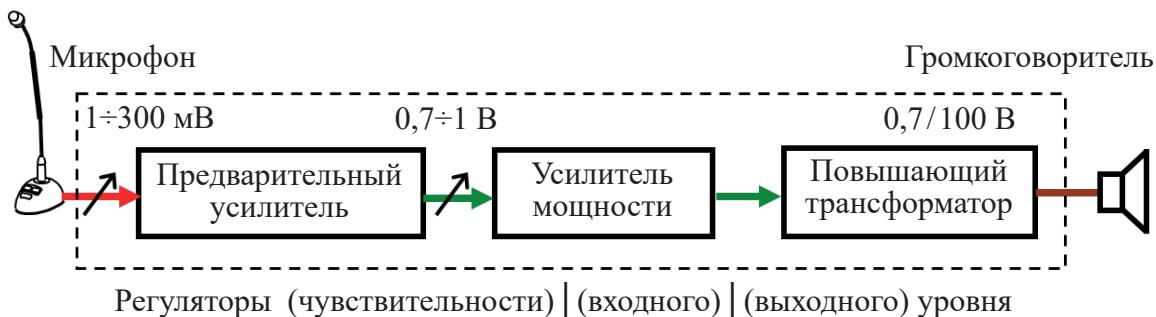


Рис. 2.6. Звуковой тракт

Из рис. 2.6 видно, что звуковой тракт состоит из:

1) предварительного усилителя – предназначен для предварительного усиления звукового сигнала от $1\div300$ мВ/600 Ом на входе до $0,7\div1$ В/10–15 кОм на выходе. Если предварительный усилитель имеет дополнительные аудио или микрофонные входы, то его могут называть микшером;

2) усилителя мощности (УМ) – предназначен для усиления звукового сигнала. В бытовой аппаратуре акустические системы (АС) подключают непосредственно к низкоомному выходу УМ. Для этого используют низкоомные АС. Трансляционный усилитель (в отличие от бытового) снабжается дополнительным повышающим трансформатором;

3) повышающего трансформатора, который используется для дополнительного повышения напряжения звукового сигнала в целях его дальнейшей трансляции на громкоговоритель или линию, к которой подключаются несколько громкоговорителей. Трансформатор обеспечивает гальваническую развязку с линией громкоговорителей и используется для повышения напряжения звукового сигнала. Повышение напряжения позволяет минимизировать потери в проводах за счет уменьшения тока в линии при сохранении величины передаваемой мощности. Примером может служить передача энергии в высоковольтных ЛЭП.

Трансформаторное согласование

Трансформаторные громкоговорители – громкоговорители с встроенным трансформатором. Предназначены для применения в трансляционных системах, имеющих в своем составе трансляционные усилители, а также содержащие трансформатор.

В трансформаторном громкоговорителе осуществляется 2 этапа преобразования. На первом этапе при помощи трансформатора происходит понижение напряжения высоковольтного звукового электрического сигнала (до 10 В), на втором этапе осуществляется преобразование электрического сигнала в слышимый акустический звуковой сигнал.

Трансформаторное согласование показано на рис. 2.7.

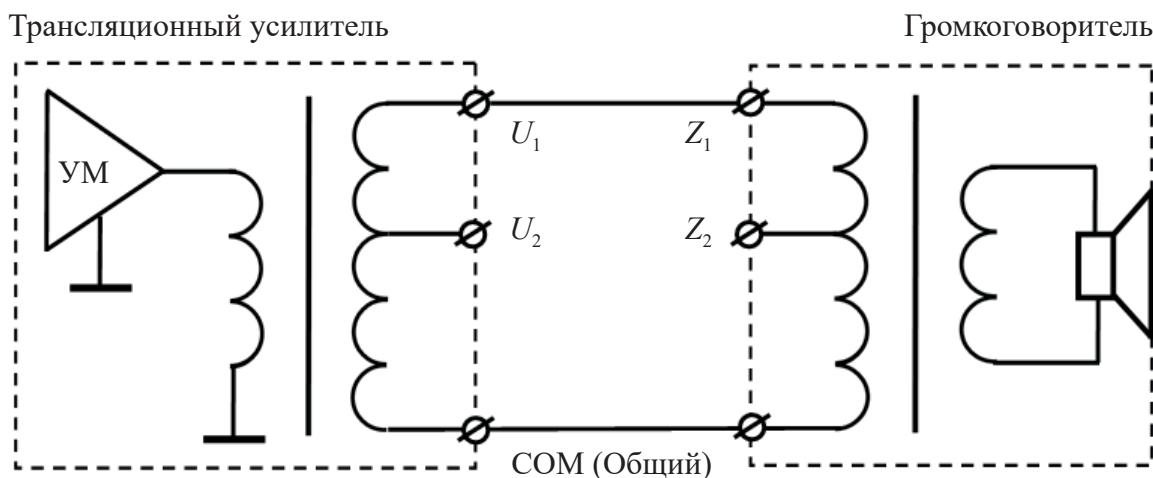


Рис. 2.7. Трансформаторное согласование

Как правило, первичная обмотка трансформатора громкоговорителя содержит несколько отводов, соответствующих различным входным (комплексным) сопротивлениям, что позволяет, выбирая то или иное подключение, варьировать мощность громкоговорителя.

Входное сопротивление трансформаторных громкоговорителей – комплексное сопротивление первичной обмотки трансформатора. Такое сопротивление часто называют *импедансом*.

Многие производители трансформаторных громкоговорителей указывают импеданс трансформаторного громкоговорителя, измеренный на частоте 1 кГц.

Примечание 1. Упрощенно импеданс трансформаторного громкоговорителя (Z) можно представить так:

$$Z = \sqrt{Re^2 + Im^2},$$

где Re – активное сопротивление первичной обмотки трансформатора, Ом; Im – реактивное сопротивление первичной обмотки трансформатора, Ом.

Примечание 2. Величина Im для первичной обмотки трансформатора имеет ярко выраженный индуктивный характер и зависит от частоты. С увеличением частоты до 5 кГц при индуктивности $L = 10 \div 100$ мГн импеданс первичной обмотки трансформатора незначительно увеличивается.

На практике широко распространена следующая зависимость:

$$P_{\text{пп}} \sim U_{\text{л}}^2 / Z, \quad (2.1)$$

где $P_{\text{пп}}$ – паспортная мощность громкоговорителя, Вт; $U_{\text{л}}$ – напряжение в линии, В; Z – импеданс громкоговорителя, Ом.

Примечание 3. Данная формула вытекает из закона Ома $I = U/R$, который можно применять только как допущение, так как он справедлив для постоянного тока I и активного сопротивления R (см. прим. 1). Тем не менее зависимость (2.1) дает хорошее приближение и поэтому применяется на практике.

Из зависимости (2.1) видно, что при неизменном импедансе громкоговорителя и уменьшении напряжения в линии в N раз (например, при переключении линии с клеммы U_1 на клемму U_2 , см. рис. 2.7) мощность громкоговорителя уменьшается в N^2 раз.

Подключение трансформаторных громкоговорителей

В трансляционных системах наиболее распространен вариант, когда к одному трансляционному усилителю необходимо подключить несколько трансформаторных громкоговорителей, например, для увеличения громкости или площади покрытия.

При большом количестве громкоговорителей удобней всего подключать их не к усилителю, а к линии, которая, в свою очередь, подключена к усилителю. Длина таких линий может достигать 1 км. К одному усилителю может быть подключено несколько таких линий. При этом следует соблюдать следующие правила:

1. Трансформаторные громкоговорители подключаются к трансляционному усилителю только параллельно.
2. Суммарная мощность всех громкоговорителей, подключаемых к трансляционному усилителю (в том числе через релейный модуль), не должна превышать максимальной мощности трансляционного усилителя.

Для удобства и надежности подключения используются специальные проходные клеммники (KL) рис. 2.8.

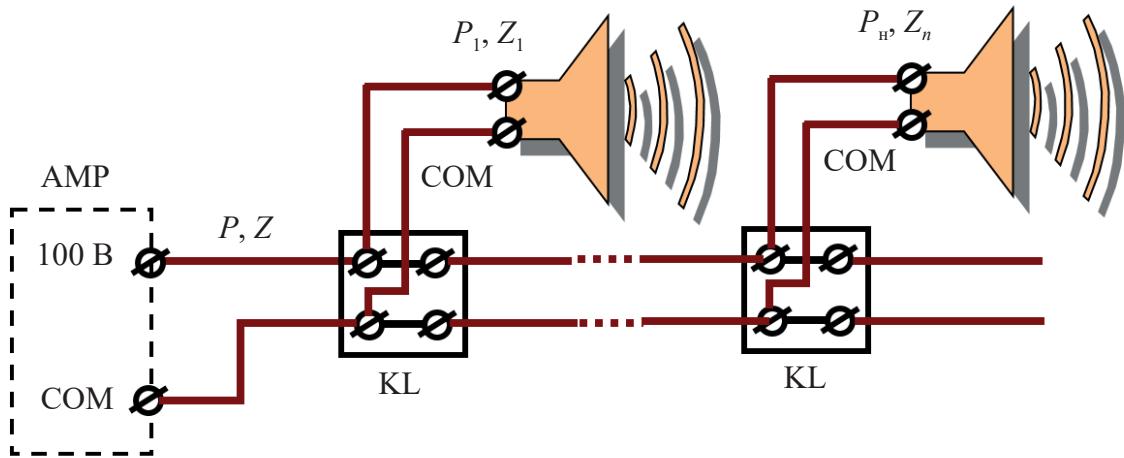


Рис. 2.8. Подключение трансформаторных громкоговорителей

При параллельном подключении суммарная мощность нагрузки P_n складывается из мощности каждого громкоговорителя:

$$P_n = \sum_i^n P_i, \quad (2.2)$$

где P_i – мощность i -го громкоговорителя, Вт; i – приобретает значение от 1 до n , где n – количество громкоговорителей.

Для случая, когда вместо мощности громкоговорителя указан его импеданс, необходимо оперировать следующими зависимостями:

$$1/Z = 1/Z_1 + 1/Z_2 + \dots + 1/Z_n, \quad (2.3)$$

где Z_i – импеданс i -го громкоговорителя, Ом; n – количество громкоговорителей.

При параллельном подключении n громкоговорителей с одинаковым импедансом Z_{rp} ($Z_1 = Z_2 = \dots = Z_i = \dots = Z_{n-1} = Z_n$) результирующий импеданс уменьшится N раз:

$$Z = Z_{rp}/N, \quad (2.4)$$

где N – количество громкоговорителей.

Рассчитав результирующий импеданс, нужно снова вернуться к мощности (см. формулу (2.1)).

Примечание. Формула (2.3) не используется на практике. Для расчета суммарной нагрузки в линии для каждого громкоговорителя переводят размерность Ом в Ватт (см. формулу (2.1)), а затем суммируют последние (формула (2.2)).

Для повышения надежности в трансляционных системах мощность усилителя определяется так:

$$P_{yc} = 1,3 P_n.$$

Пример. Система оповещения построена. На выходы усилителей подключены линии, суммарная мощность которых составляет $0,7 \div 0,8$ от мощности усилителя.

Можно ли увеличить нагрузку на существующий усилитель?

Ответ. Увеличить мощность нагрузки нельзя. Но при переключении линии громкоговорителей с выходных клемм $U_1 = 100$ В усилителя на выходные клеммы $U_2 = 70$ В мощность всей линии снизится в 2 раза (см. формулу (2.1)), что высвободит 50 % мощности усилителя. При этом не следует забывать, что звуковое давление каждого громкоговорителя уменьшится на 3 дБ (что необходимо учесть при электроакустических расчетах, см. гл. 2).

2.2. Микрофоны. Микрофонные консоли

Микрофон – электроакустический прибор, преобразовывающий звуковые колебания в колебания электрического тока.

В основе работы микрофонов лежит преобразование акустического давления на входе в электрический сигнал на выходе. Другими словами, он преобразует звук в электрическую энергию.

Микрофоны различаются по типу, направленности, исполнению.

На сегодняшний день наибольшее распространение получили два типа микрофонов: динамический и конденсаторный (электретный). Внешний вид данных микрофонов показан на рис. 2.9.



Рис. 2.9. Внешний вид динамического, электретного микрофонов, микрофонной консоли

Основной компонентой *динамического микрофона* является мембрана с катушкой, движущейся в магнитном поле. Звуковое давление приводит мембранны в движение, катушка начинает двигаться в магнитном поле, при этом вырабатывается электрический ток. Динамические микрофоны имеют свои преимущества и недостатки. Например, массивность мембранны приводит к ухудшению восприятия верхних частот (искажению АЧХ), а также

восприятию коротких, острых сигналов. К преимуществам можно отнести то, что они менее подвержены возбуждению от обратной связи (Feedback).

Конденсаторные микрофоны представляют собой конденсатор, одна из обкладок которого закреплена жестко, а другая – подвижно. Подвижная обкладка и есть мембрана микрофона. Звук попадает на мембрану и заставляет ее колебаться. При колебании мембранные расстояние между обкладками изменяется, что и приводит к изменению емкости конденсатора и электрического сигнала на выходе. Для работы такого микрофона необходимо на обкладки конденсатора подать напряжение, которое называется фантомным. Из-за того что мембрана изготовлена из тончайшей металлической фольги и имеет очень маленькую массу, такие микрофоны очень чувствительны к высоким частотам и имеют гладкую АЧХ. Все это можно отнести к преимуществам конденсаторного микрофона. Недостатком является наличие тонкой и чувствительной мембранны, поэтому конденсаторные микрофоны также чувствительны и к перегрузкам по входу (легко возбуждаются). Конденсаторные микрофоны отличаются по способам подачи и уровням фантомного питания, поэтому при использовании конденсаторного микрофона необходимо строго соблюдать требования инструкции по эксплуатации.

При работе с микрофоном в звуковом тракте могут возникнуть паразитные обратные связи, проявлением которых является резкое повышение уровня звука (например, свист) на какой-либо частоте. Такие частоты называют резонансными или частотами завязки. Обратные связи проявляются в тех случаях, когда микрофон устанавливается в непосредственной близи от громкоговорителя (при неправильной расстановке оборудования). При этом последствия могут быть различными: от неприятных свистов до выхода оборудования из строя. В отдельных случаях или при использовании большого количества микрофонов может понадобиться дополнительный прибор – подавитель обратной связи.

Еще одной важной характеристикой микрофона является *диаграмма направленности*. Наиболее распространенными являются два типа диаграмм – кардиоидная и круговая. Для кардиоидной диаграммы характерна максимальная чувствительность в направлении микрофона (рис. 2.10).

Микрофон является частью звукового тракта. Для улучшения качества восприятия, т. е. минимизации фоновых и паразитных эффектов, звуковой тракт от микрофона до усилителя мощности необходимо нормировать, привести в соответствие регуляторы входных (чувствительность) и выходных уровней предварительного усилителя и усилителя мощности (примерные значения уровней показаны на рис. 2.10).

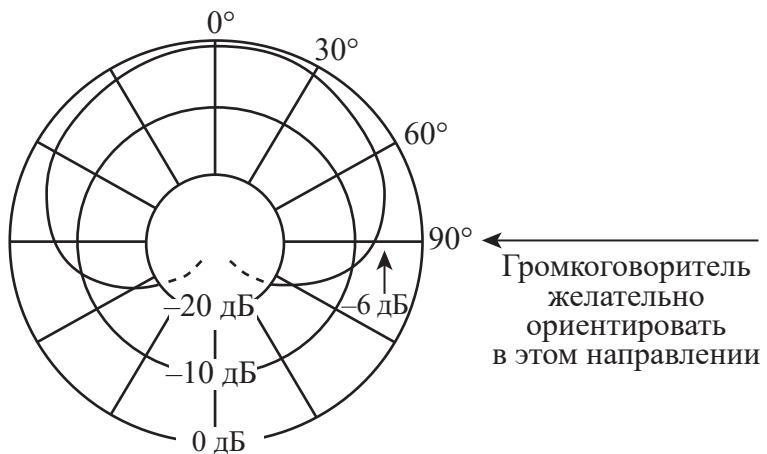


Рис. 2.10. Кардиоидная диаграмма направленности микрофона

Регуляторы должны быть установлены в такое положение, при котором отсутствует искажение звукового сигнала и при этом достигается максимальная громкость на громкоговорителе. Настройка происходит при соблюдении определенных правил эксплуатации микрофона. При объявлении через микрофон расстояние от губ диктора до головки микрофона должно быть нормированным (30–50 см). Эти и другие моменты необходимо отражать в документации на СЗО.

Еще одним распространенным инструментом для ручного (полуавтоматического) управления являются микрофонные консоли.

Микрофонная консоль – это устройство, совмещающее в себе функции микрофона, микшера (предварительного усилителя) и селектора зон. Консоль предназначена для дистанционного управления системой оповещения, выбора зон и передачи в них речевого сообщения. К аудиовходу консоли возможно подключение различных источников сигнала, в том числе компьютера, CD-проигрывателя, радиоприемника.

На сегодняшний день большинство микрофонных консолей работают по протоколам RS-422/RS-485, что позволяет использовать их в различных конфигурациях, а также выносить на большие расстояния.

Глава 3

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ

3.1. Многозонные системы звукового оповещения

Термин *многозонные системы оповещения* часто используется на практике. На начальном этапе проектирования определяется количество зон, в процессе электроакустического расчета определяется количество и мощности линий громкоговорителей. При этом количество линий должно быть не меньше количества зон, а максимальное количество линий определяется задачами, и в зависимости от этого подбирается система оповещения с определенными функциональными возможностями.

Многозонные системы оповещения иногда называют распределенными или системами с централизованным управлением.

Наибольшее распространение получила система оповещения с одним звуковым трактом (каналом), сигнал которого разветвляется по нескольким линиям селектором зон (рис. 3.1).

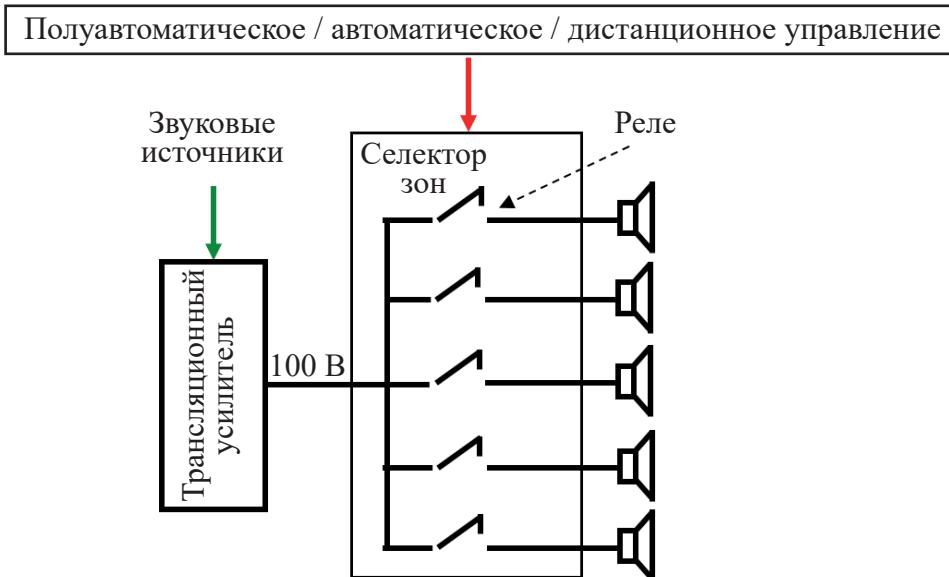


Рис. 3.1. Многозонная одноканальная система

Селектор зон коммутирует выход трансляционного усилителя к выбранной (нужной) линии громкоговорителей. В данном решении в качестве исполнительного элемента применены реле, рассчитанные на соответствующую мощность. Селектор управляет сигналом от системы пожарной сигнализации (СПС) или встроенными кнопками.

При проектировании систем оповещения необходимо обращать внимание на характеристики используемых селекторов, например, на коммутационные характеристики реле. Нагрузка в линии, которую коммутирует данное реле, не должна превышать его возможности.

Преимуществом такого способа реализации является простота.

3.2. Многоприоритетные системы оповещения

Системам оповещения присущее понятие многофункциональности, важным свойством которой является *многоприоритетность*.

Сигналы управления, поступающие на систему оповещения, в том числе от других систем, могут различаться по степени важности или по приоритетности. Система оповещения должна уметь различать эти сигналы и обрабатывать их в определенной последовательности. В самом простом случае для каждого сигнала управления должен быть предусмотрен соответствующий вход, имеющий соответствующий приоритет.

Понятие приоритетности наиболее актуально для одноканальных систем, в которых высокоприоритетный сигнал отключает (в зависимости от способа реализации блокирует или приглушает) низкоприоритетный сигнал.

Пример приоритетов:

- 1) тревожное сообщение имеет высокий приоритет, фоновое музыкальное звучание – низкий;
- 2) сигналы гражданской обороны должны приглушать (блокировать) не только музыкальную трансляцию, но и внутренние служебные сообщения (объявления, рекламу).

На рис. 3.2 приведена возможная (примерная) градация приоритетов.

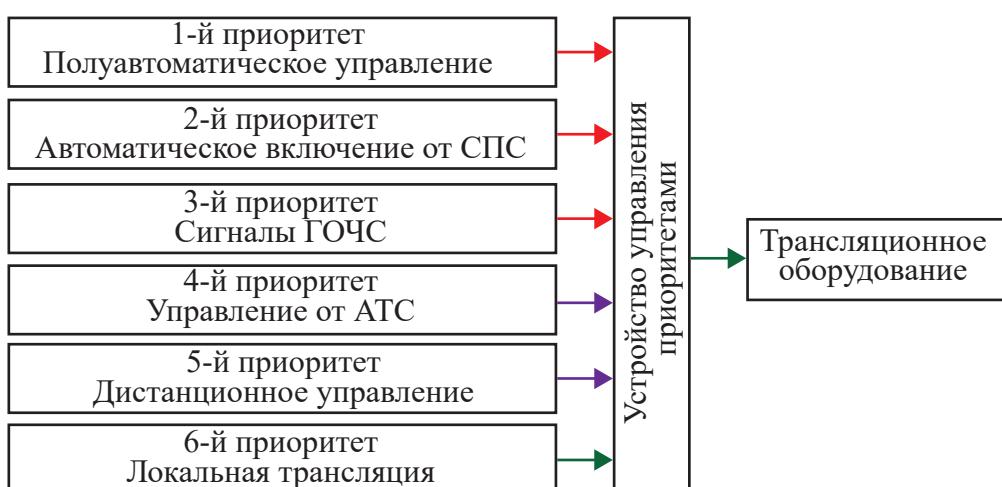


Рис. 3.2. Примерная градация приоритетов в системе оповещения:
СПС – система пожарной сигнализации; ГОЧС – система гражданской обороны и чрезвычайные ситуации; АТС – автоматическая телефонная станция (система)

Наиболее высокий приоритет отводится дежурному оператору (или другому ответственному лицу), который при нестандартном развитии событий должен иметь возможность приостановить и при необходимости скорректировать процесс аварийного оповещения.

На рис 3.3 изображен пример схемы управления приоритетами на базе трехприоритетного устройства.

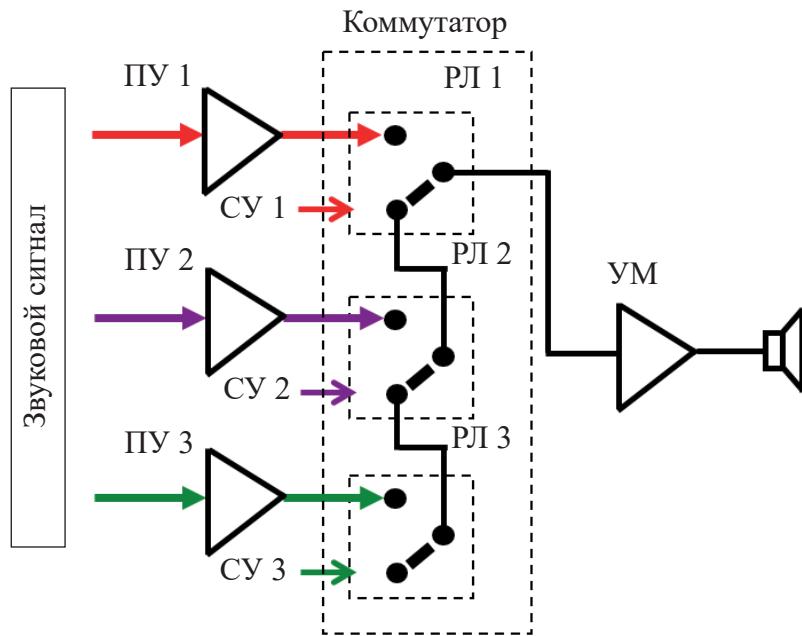


Рис. 3.3. Схема управления приоритетами:
ПУ – предварительный усилитель; СУ – сигнал управления;
РЛ – трехпозиционное реле; УМ – усилитель мощности

Коммутатор приоритетов выполнен на базе трехпозиционных реле, управляемых сухим контактом (англ. Short circuit).

При поступлении сигналов управления (СУ 1–3) на соответствующие входы (с 1 по 3) происходит переключение соответствующих контактов.

В начальном положении, при отсутствии управляющего сигнала, к входу усилителя мощности (УМ) звуковые источники не подключены.

Низкий приоритет: при поступлении сигнала управления СУ 3 на реле РЛ 3 происходит коммутация звукового источника (3) к усилителю мощности УМ, звуковой источник 3 отключается.

Средний приоритет: при поступлении сигнала управления СУ 2 на реле РЛ 2 происходит коммутация звукового источника (2) к усилителю мощности УМ, звуковые источники 2, 3 отключаются.

Высокий приоритет: при поступлении сигнала управления СУ 1 на реле РЛ 1 происходит коммутация звукового источника (1) к усилителю мощности УМ, звуковые источники 2, 3 отключаются.

3.3. Комбинированные СОУЗ

В комбинированных системах оповещения объединяются различные возможности – автоматическое, полуавтоматическое управление, многозонность, контроль линий, дистанционное управление, радиотрансляция (фоновое озвучивание) и т. д.

На рис. 3.4 представлена типовая структурная схема комбинированной системы оповещения.

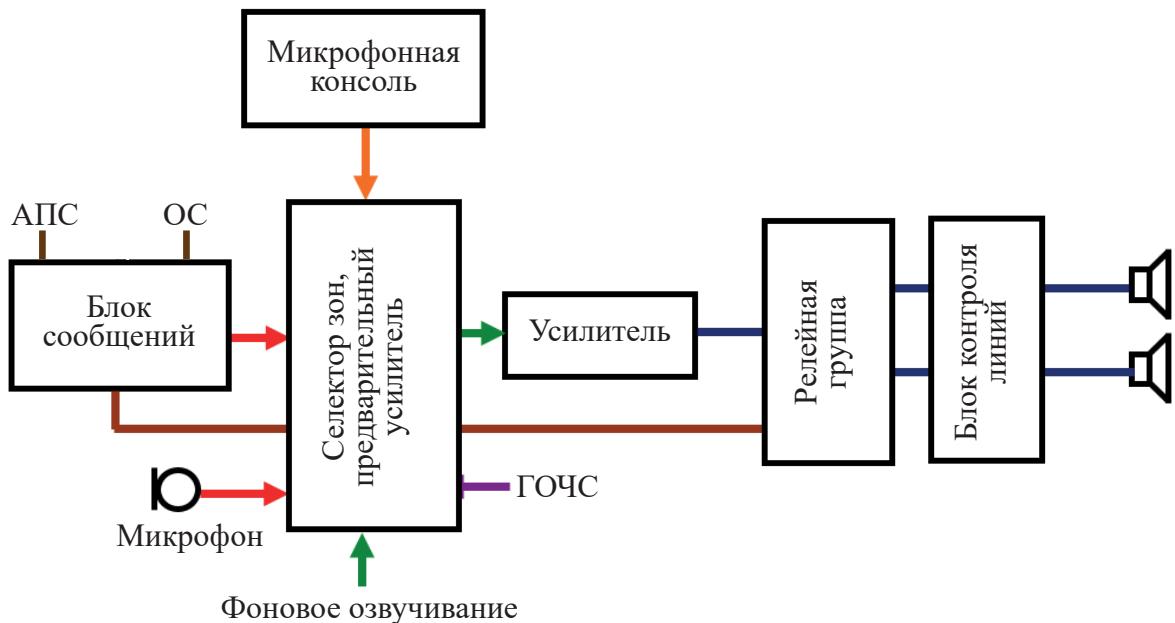


Рис. 3.4. Структурная схема комбинированной системы оповещения:
АПС – автоматическая пожарная сигнализация; ОС – охранная сигнализация

Самый высокий приоритет в данной системе имеет аварийный микрофон, звуковое сообщение с которого через высокоприоритетный (микрофонный) вход предварительного усилителя (входящего в состав селектора) поступает в зоны, выбранные при помощи кнопок селектора. Аудиосигнал с выхода предварительного усилителя поступает на вход усилителя мощности и далее в линию, соответствующую номеру кнопки нажатой (выбранной) на селекторе.

В автоматическом режиме сигнал от системы пожарной сигнализации запускает блок сообщений (источник сигнала). На выходе селектора зон формируется контакт для включения соответствующего реле (активация релейной группы), коммутирующего высоковольтный выход усилителя к линии громкоговорителей (см. рис. 3.4).

Дистанционное управление осуществляется при помощи микрофонной консоли.

Предварительный усилитель имеет аудиовход, к которому можно подключить любой источник звука (компьютер, тюнер). Данный вход имеет низкий приоритет.

В системе предусмотрен блок контроля линий, который включается между релейной группой и громкоговорителями.

3.4. Многоканальные системы оповещения

Многоканальная система – система, состоящая из нескольких (более одного) звуковых каналов. Каждый канал представляет собой отдельный звуковой тракт с индивидуальной звуковой трансляцией. Многоканальная система может быть многозонной (число зон равно или превышает число каналов).

Преимуществом многоканальных систем является то, что музыкальная трансляция не прерывается в тех линиях (зонах), куда не предполагалась подача информационно-аварийных сообщений. Информационно-аварийные сообщения прерывают низкоприоритетную трансляцию только в тех зонах, где это необходимо.

Возможная структура такой системы приведена на рис. 3.5.

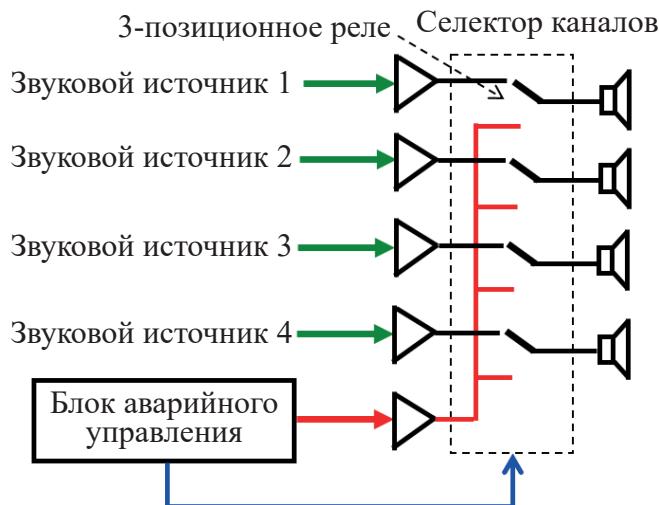


Рис. 3.5. Вариант реализации многоканальной трансляционной системы

Здесь каждый канал представляет собой независимый звуковой тракт, который коммутируется к линии громкоговорителей при помощи селектора, снабженного трехпозиционными реле. Включение реле осуществляется как вручную (при помощи кнопок), так и автоматически (подачей сухого контакта). В нормальном режиме контакты реле соединяют 100 В выходы усилителей с нужной линией, в каждую из которых поступает независимый звуковой (например, музыкальный) сигнал от отдельного звукового источника. Для аварийного режима предусмотрен дополнительный (аварийный)

усилитель, который при необходимости коммутируется к нужному каналу блоком аварийного управления, отключая при этом соответствующий звуковой источник.

В данной реализации мощность аварийного усилителя должна быть не ниже суммарной мощности всех каналов.

В данной схеме присутствует аппаратная избыточность. Подобного недостатка лишены схемы, в которых используются только 4 усилителя вместо 5, источник аварийного сигнала коммутируется к входу нужного усилителя в зависимости от необходимости. Такие решения существуют и реализуются при помощи аудиоматриц или многоканальных предварительных усилителей.

Пример реализации многоканальной системы

На рис. 3.6 изображена 8-канальная система музыкальной трансляции и аварийного оповещения, построенная на базе 8-канального микшера (ITC-ESCORT T-6240).

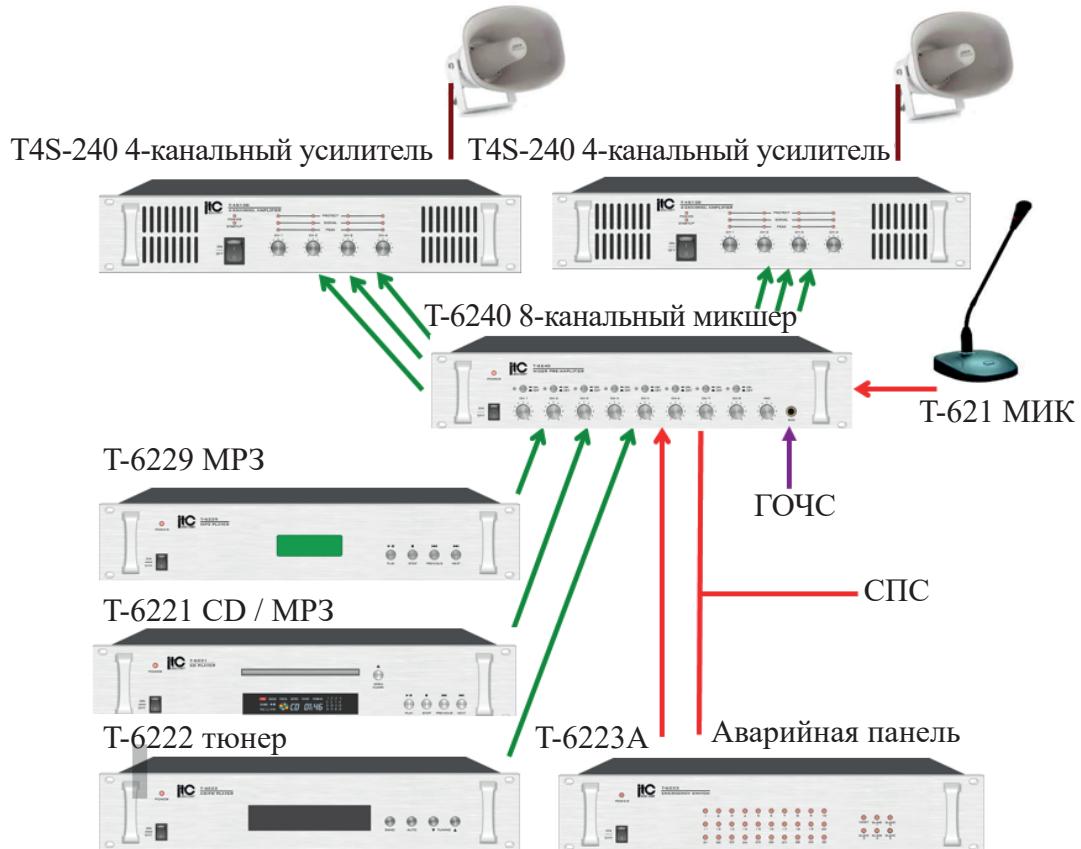


Рис. 3.6. Пример построения многоканальной системы оповещения

Оборудование ITC-ESCORT – это инновационное решение, состоящее из широкого набора различных устройств и блоков, предназначенных для построения систем звукового оповещения.

Входы микшера имеют три приоритета.

Низкий приоритет. К входу микшера можно подключить до 8 низкоприоритетных звуковых источников (музыкальная трансляция, реклама), к выходу до 8 усилителей мощности (на схеме изображены два 4-канальных усилителя). Каждый звуковой источник подключен к соответствующему входу усилителя через отдельный независимый и регулируемый звуковой канал микшера.

Средний приоритет. Более высокий приоритет имеет микрофонный вход. Объявления с микрофона, подключенного к данному входу, поступают в канал, номер которого соответствует номеру кнопки, расположенной на передней панели блока. При нажатии соответствующей кнопки трансляция в данном канале блокируется (отключается) на время объявления.

Высокий приоритет. Самый высокий приоритет имеют 2 аудиовхода (на задней панели), к которым подключаются высокоприоритетные источники звукового сигнала. При появлении звукового сигнала (уровнем 0,7 В) на входе 1, трансляция во всех каналах прекращается (приглушается) и замещается данным звуковым сигналом. Звуковой сигнал с входа 2 поступает в канал, номер которого определяется (и соответствует) номеру клеммы, замыкаемой (активируемой) сухим контактом. Трансляция в данном канале отключается на время присутствия сухого контакта на данной клемме.

Режим тревоги – сигнал (в виде сухого контакта) от СПС одновременно поступает на аварийную панель Т-6223А, на выходе которой формируется соответствующее звуковое сообщение. На микшере Т-6240 имеется 8 пар клемм, соответствующих номерам каналов. При поступлении (подаче) сухого контакта на определенную клемму в канале, соответствующему номеру этой клеммы, музыкальная трансляция блокируется и замещается аварийным (тревожным) сообщением, поступившим с аварийной панели. Тревожное сообщение поступает на соответствующий вход 4-канального усилителя Т4S-240, нагруженного линиями громкоговорителей.

Данная схема эффективна в задачах многоканальной музыкальной трансляции с необходимостью включения аварийного оповещения (в тревожном режиме) и применяется на объектах, где необходима раздельная музыкальная трансляция, например, в гостиницах, ресторанах, спортивных сооружениях и на базах отдыха).

3.5. Сопряжение систем оповещения с сигналами ГОЧС

Одной из актуальных на сегодняшний день задач является возможность сопряжения СОУЭ с системой оповещения гражданской обороны.

Приведем основные требования, которые при этом должны быть присущи системе оповещения:

1. Управление локальной системой оповещения на потенциально опасном объекте осуществляется с выносных пультов.

2. Рабочее место дежурного диспетчера оборудуется техническими средствами, обеспечивающими:

- управление системой оповещения;
- прямую телефонную и, при необходимости, радиосвязь с оперативными дежурными;
- прямую проводную и радиосвязь дежурного диспетчера с оперативным персоналом;
- контроль прохождения сигналов и информации, передаваемых по системе оповещения;
- телефонную связь общего пользования.

3. Технические средства систем оповещения должны находиться в режиме постоянной готовности к передаче сигналов и информации оповещения и обеспечивать автоматизированное включение оконечных средств оповещения по сигналам территориальной автоматизированной системы централизованного оповещения и от дежурного диспетчера.

В системе ГОЧС по аварийному каналу (в том числе радио) передается аварийная информация. При этом требования к системе оповещения минимальны, а именно ей достаточно иметь только дополнительный приоритетный аудиовход. В том случае, когда по одному каналу передается и служебная и аварийная информация, удобнее всего пользоваться возможностями полуавтоматического режима. Аварийная информация отделяется от служебной словами «Внимание всем!». В любом варианте как автоматическом, так и полуавтоматическом в системе оповещения должен быть предусмотрен дополнительный канал или приоритет.

Наиболее простым способом сопряжения сигналов ГОЧС с системой оповещения является применение блока централизованного запуска (БЦЗ). Такой блок является частью оборудования П-166. При возникновении чрезвычайной ситуации на выходе БЦЗ формируется аварийный аудио и управляющий сигналы. Системе оповещения при этом достаточно иметь дополнительный аудиовход с определенным приоритетом.

В качестве примера рассмотрим блок ROXTON PS-8208 на рис. 3.7.

Данный блок совмещает функции процессора, микшера аудиосигналов и селектора на 8 линий. Как микшер блок принимает и транслирует на выход 3 линейных, 1 микрофонный аудиосигнал, а также сигнал от радиотрансляционного фидера 15/30 В. Как селектор данный блок осуществляет управление дополнительными устройствами (MX-8108, RG-8108).

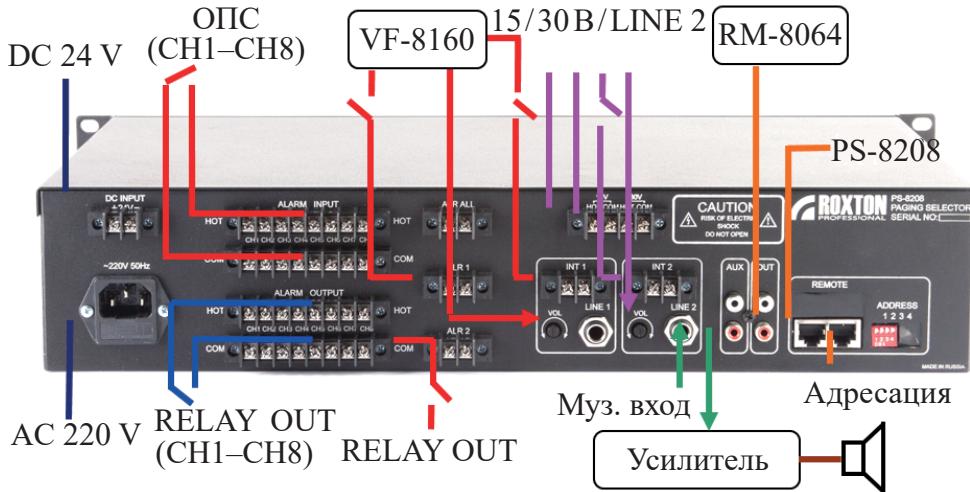


Рис. 3.7. Схема управления процессором-селектором ROXTON PS-8208

В процессоре реализованы 12 приоритетов, 8 из которых отведены выносным микрофонным консолям RM-8064, работающим по протоколу RS-485. При помощи одной микрофонной консоли можно управлять 8 процессорами (64 линиями).

В блок встроен модуль сопряжения с трансляционной линией 15/30 В, по которой передаются сигналы ГОЧС. В блоке имеются два композиционных входа разной приоритетности, на любой из которых можно подключить БЦЗ. Для принудительной активации в блоке предусмотрены дополнительные клеммы.

Данный процессор стыкуется практически с любыми (аналоговыми) СПС. На передней панели блока расположены индикаторы режимов работы, кнопки селектора, регуляторы громкости и тембра звука. Для активации аварийного оповещения по самому высокому приоритету предусмотрена кнопка аварийного включения всех зон.

Данный малобюджетный блок может применяться в составе практически любой СОУЭ как отечественного, так и импортного производства.

3.6. Реализация обратной связи зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской

В связи с растущими темпами строительства все чаще используются СОУЭ IV–V типов. По существующим нормам в этих системах должна быть реализована обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской. Обратная связь может быть построена на доступных технических средствах, в том числе на местной АТС. Примером может служить обратная связь *пассажир – машинист*, имеющаяся в каждом

электропоезде. При помощи системы обратной связи осуществляется экстренная двусторонняя (дуплексная) связь между зоной пожара и диспетчерской. Инициатором связи может быть как абонент, так и оператор.

К системе обратной связи предъявляются повышенные требования, такие как надежность, полный дуплекс, вандалозащита, функционирование в экстремальных условиях (например, при повышенном шуме), обеспечение бесперебойного питания, контроль шлейфов и др. На сегодняшний день наиболее удачной и продуманной, на наш взгляд, является система аварийной голосовой связи «VoCALL» (EVCS-система), которая полностью удовлетворяет СП 3.13130-2009.

«VoCALL» является проводной полнодуплексной системой голосовой связи, предназначеннной для организации связи с пожарными службами во время чрезвычайных ситуаций в высотных зданиях или на больших территориальных объектах, где работа радиосвязных средств не может быть гарантирована из-за высокого уровня помех, влияния строительных конструкций и интерференции радиоволн.

Типовая структурная схема данной системы изображена на рис. 3.8.

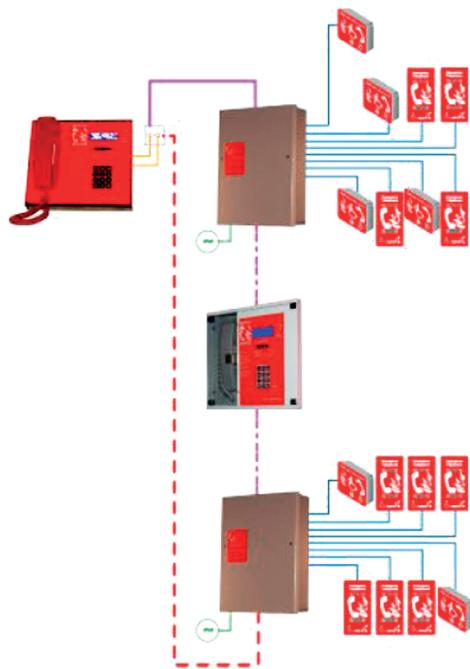


Рис. 3.8. Типовая структурная схема системы «VoCALL»

Сетевая система аварийной связи «VoCALL» состоит из трех функциональных блоков: системного телефона (CFVCM), блока расширения на 8 абонентских линий (CFVCX8) и абонентских устройств (типа А, типа В или розеток). Количество этих базовых блоков может увеличиваться в зависимости от особенностей применения системы на том или ином объекте.

Каждый блок расширения «CFVCX8» подключается к высокоскоростной магистрали и питается электроэнергией локально (по месту установки). Также он снабжен резервным питанием от контролируемой, герметизированной свинцово-кислотной батареи. К каждому блоку расширения можно подключить до 8 абонентских линий, каждая из которых автоматически контролируется на наличие обрывов, замыканий и утечек на землю.

Использование сетевых технологий связи в комбинации с технологией абонентских телефонных линий сеть «VoCALL» обеспечивает масштабную экономию кабеля, не требует дополнительных помещений для размещения электротехнических шкафов.

В систему «VoCALL» могут быть подключены до 32 блоков расширения, что обеспечивает увеличение емкости системы до 256 независимых абонентских линий.

Организация нескольких вариантов эвакуации из каждой зоны оповещения

При возникновении пожара в защищаемом здании дежурный оператор должен иметь возможность вмешаться в процесс автоматического оповещения. При этом само автоматическое оповещение может выполняться по так называемому сложному алгоритму, в котором реализуется несколько вариантов эвакуации из каждой зоны оповещения. Задача организации такой эвакуации решается как организационными (планы, пути эвакуации), так и техническими средствами. Технические средства должны иметь возможность полуавтоматического и автоматического управления. Полуавтоматическое управление используется в целях корректировки (при необходимости) возможных путей эвакуации. Автоматическое – для реализации сложного алгоритма оповещения.

Для решения данной задачи могут использоваться аппаратные, программные и комбинированные средства.

Реализация сложного алгоритма аппаратными средствами

Под аппаратными средствами понимают те или иные блоки или устройства, входящие в состав системы оповещения, способные реализовывать множество алгоритмов оповещения. Различным системам присущи свои особенности и нюансы, но основным критерием обычно выступает соотношение *функциональность – цена*.

В качестве примера рассмотрим малобюджетные системы, применяемые на практике и эффективно решающие данные задачи.

На рис. 3.9 изображен фрагмент функциональной схемы (на базе оборудования ITC-ESCORT), реализующий сложный алгоритм оповещения.

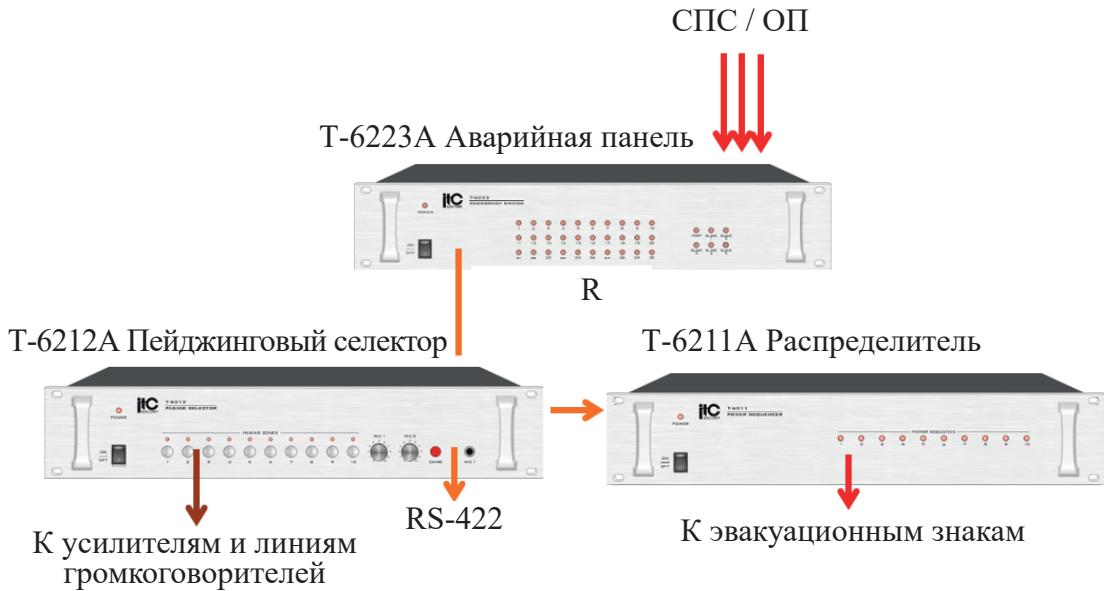


Рис. 3.9. Фрагмент блок-схемы, реализующей сложный алгоритм оповещения

В данном примере алгоритм управления реализуется (программируется) средствами (возможностями) системы пожарной сигнализации (СПС), на выходе которой формируется определенная временная последовательность управляющих сигналов (импульсов или статических сухих контактов). Данная (временная) последовательность сигналов поступает на аварийную панель Т-6223А. В зависимости от номера управляющего сигнала аварийная панель формирует различные звуковые сообщения (заранее записанные), транслирует их на усилитель и далее в линию, соответствующую номеру управляющего сигнала. Временем оповещения заданной зоны можно управлять двумя способами – программированием СПС при статическом запуске или варьированием длительностью сообщений при импульсном управлении от СПС.

Реализация сложного алгоритма программными средствами

Реализацию сложного алгоритма оповещения программными средствами рассмотрим на примере аппаратно-программного комплекса АПК ROXTON, в состав которого входит блок резервирования работы компьютера (EC-8116) и пакет программного обеспечения (ROXTON-SOFT).

Назначение. АПК позволяет, используя персональный компьютер, принимать аварийный сигнал от системы пожарной сигнализации и транслировать сигнал оповещения о пожаре в заданные линии по гибкому (сложному) алгоритму, отвечающему нормативным требованиям. В комплексе предусмотрена возможность оперативного вмешательства и корректировки процесса автоматического аварийного оповещения. События в аварийном режиме и действия оператора записываются в протокол.

Состав. Базовый комплект представляет набор технических средств: мультимедийный компьютер с установленным 16-32-64-канальным промышленным контроллером, программное обеспечение (ПО), платы клеммников.

Функционирование. Графический интерфейс программы управления изображен на рис. 3.10.

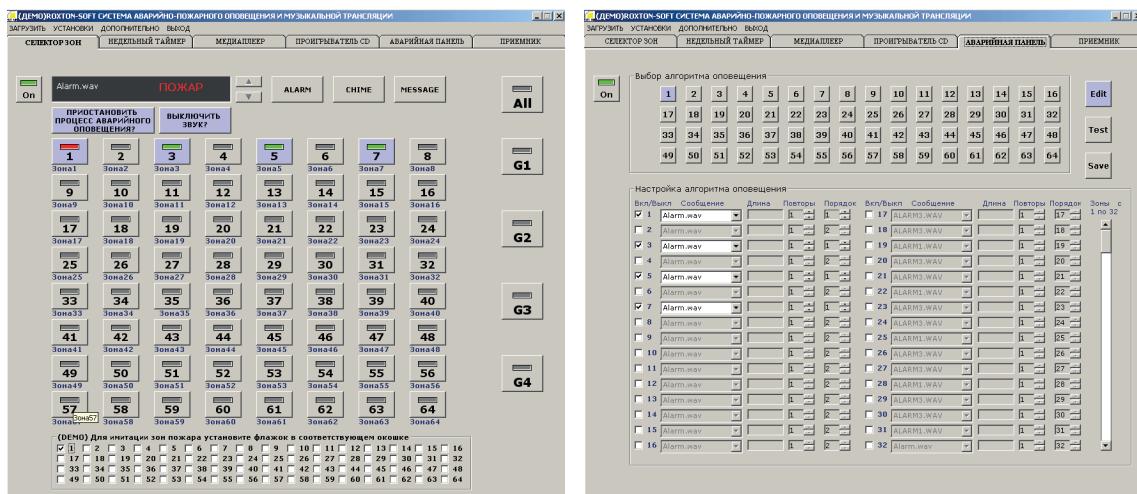


Рис. 3.10. Программное обеспечение для контроля и управления цифро-аналоговыми системами оповещения (INTER-M, ROXTON, ROXTON-INKEL, ITC-ESCORT)

Сценарии оповещения настраиваются заранее и хранятся на жестком диске компьютера.

В режиме тревоги сигналы от СПС (12–24 В, сухой контакт), поступают на входы промышленного контроллера. Программа регистрирует данный сигнал, запуская алгоритм, номер которого соответствует номеру сигнала (фактически номеру клеммы контроллера, на которую данный сигнал должен быть подан). При этом низкие приоритеты, реализованные в программе (например, таймер или встроенный проигрыватель) отключаются, начинается отработка соответствующего сценария, который при необходимости можно скорректировать или приостановить.

Пример алгоритма. Пусть необходимо реализовать алгоритм (сценарий) оповещения для эвакуации из 10-этажного здания. Предположим, что произошло возгорание на n -м этаже здания. В этом случае алгоритм может выглядеть следующим образом. Вначале оповещается персонал здания. Персонал может приостановить алгоритм в целях выяснения ситуации. При наличии угрозы алгоритм продолжается. Оповещается зона возгорания n , затем последовательно этажи 10, 9, ..., $n + 2$, $n + 1$, а затем этажи $n - 1$, $n - 2$, ..., 2, 1. Всего в программе можно записать до 3 600 различных сценариев.

3.7. Интеграция нескольких систем звукового оповещения

Под интеграцией предполагается возможность совместного функционирования нескольких систем для решения определенного класса задач.

Так, в конце 2010 г. был сдан в эксплуатацию один из крупнейших объектов г. Москвы, построенный на двух различных функциональных наборах оборудования ITC-ESCORT – аналоговом и цифровом. В качестве аналоговой могла бы быть использована любая звуковая многозонная или многоканальная система оповещения.

Объект представляет собой высотное здание, разделенное на несколько функциональных отсеков. В каждом отсеке, разделенном на несколько зон (от 8 до 16), установлена локальная система оповещения. Интеграция была достигнута тем, что вместо усилителей локальной системы были использованы терминалы (усилители) цифровой системы. Это позволило продублировать локальные системы, расширить их возможности и, самое главное, обеспечить централизованное управление, контроль и сбор данных (рис. 3.11).

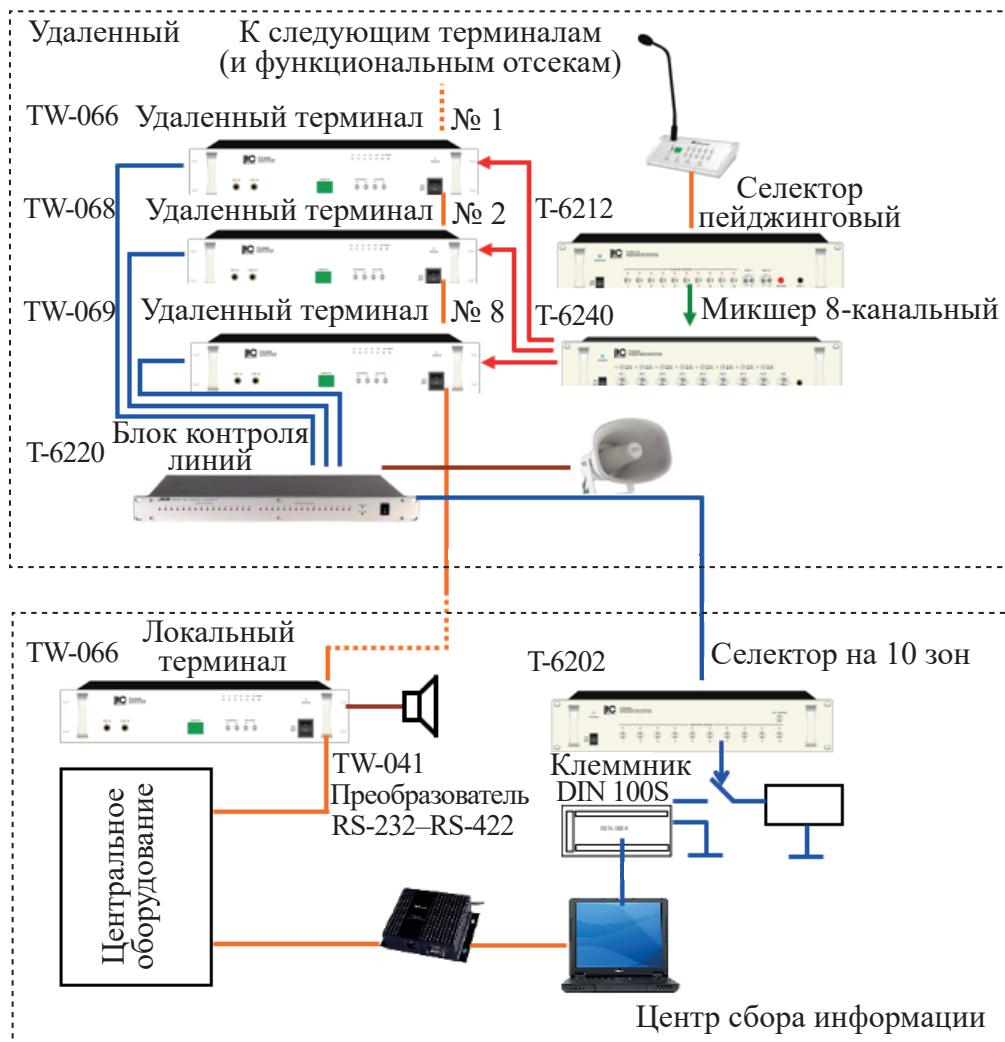


Рис. 3.11. Фрагмент схемы, поясняющей особенности интеграции нескольких систем

В нижней части схемы изображена центральная система, реализованная на базе цифровой системы оповещения ITC-ESCORT. В качестве центрального блока управления в данной системе применяется процессор, работа которого дублируется персональным компьютером.

Каждый терминал – это устройство, совмещающее в себе селектор на 6 каналов, аттенюатор и усилитель мощности. Терминал снабжен дополнительным аудиовходом, имеющим средний приоритет между пятью музыкальными и аварийным каналом. На данный вход поступает линейный сигнал от локальной системы оповещения.

В качестве локальной применена аналоговая система ITC-ESCORT, на базе 8-канального автоматического микшера аудиосигналов Т-6240. Сухие контакты СПС активируют нужный канал локальной системы, аудиосигнал с которого поступает на свой терминальный усилитель.

Блоки автоматического контроля неисправности линий обеспечивают как локальный, так и дистанционный контроль линий громкоговорителей. Кроме программного обеспечения информацию о неисправности линий регистрируют дополнительные селекторы для визуального и звукового (не показано на рис. 3.11) отображения, что дополнительно повышает надежность системы.

Программное обеспечение, установленное на ПК, осуществляет контроль и управление 255 терминалами, показанными на рис. 3.12.

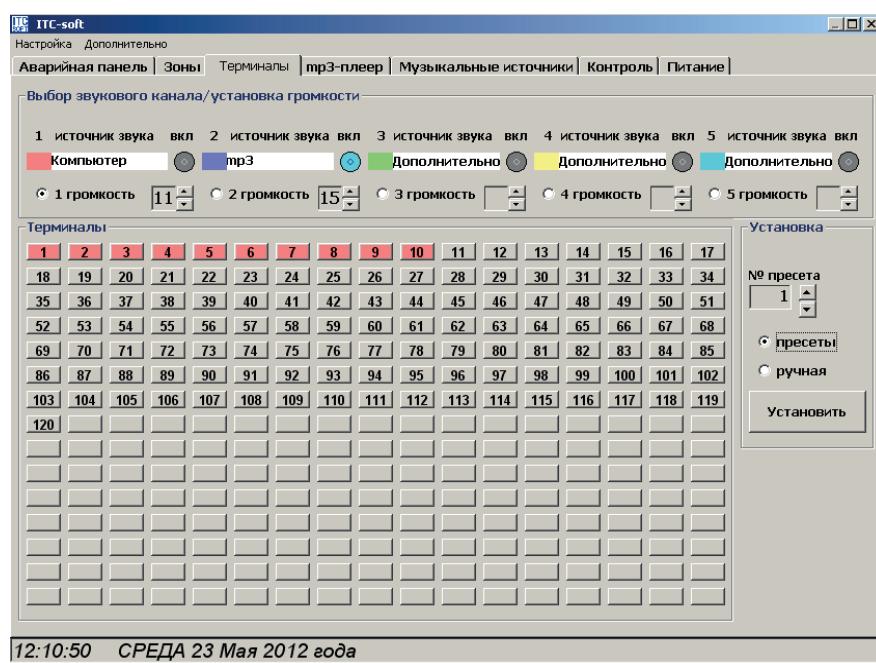


Рис. 3.12. Программное обеспечение для контроля и управления цифровой системой оповещения ITC-ESCORT

Программное обеспечение центрального оборудования осуществляет следующие функции:

- полуавтоматическое управление;
- реализация 120 алгоритмов оповещения;
- контроль и управление 255 терминалами;
- встроенный таймер;
- встроенный mp3-плеер;
- управление 24 музыкальными источниками;
- управление питанием.

Глава 4

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАССТАНОВКИ, РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ОПОВЕЩАТЕЛЕЙ, ЛИНИЙ СВЯЗИ И ИСТОЧНИКОВ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ

4.1. Основные принципы расстановки речевых оповещателей

Одной из основных задач, решаемых в процессе электроакустического расчета, выполняемого на начальной стадии проектирования систем оповещения, является выбор и расстановка речевых оповещателей (громкоговорителей). Громкоговорители могут устанавливаться как на открытых площадках, так в закрытых (защищаемых) помещениях. При проектировании систем оповещения необходимо предложить и обосновать варианты оптимальной расстановки речевых оповещателей в закрытых (защищаемых) помещениях.

В закрытых помещениях рекомендуется устанавливать громкоговорители внутреннего исполнения как наиболее оптимальные по параметрам и качеству. В зависимости от конфигурации помещения могут использоваться потолочные или настенные оповещатели. Грамотная расстановка громкоговорителей позволяет обеспечить равномерное распределение звука в помещении, следовательно, добиться хорошего восприятия речевой информации. Если говорить о качестве звучания, то оно будет зависеть не только от качества выбранных громкоговорителей, но и от распространения звуковой волны в пространстве. Так, при использовании потолочных громкоговорителей необходимо учитывать, что звуковая волна от громкоговорителя распространяется перпендикулярно полу, следовательно, озвучиваемая площадь на высоте ушей слушателей представляет собой круг, радиус которого принимается равным разности высоты установки (крепления) громкоговорителя и расстояния до отметки 1,5 м от пола (согласно нормативной документации). В большинстве задач для расчетов потолочной акустики звуковые волны отождествляются с геометрическими лучами, при этом диаграмма направленности (ДН) громкоговорителя определяет параметры (углы) прямоугольного треугольника, следовательно, для расчета радиуса круга (катета треугольника) достаточно теоремы Пифагора. Для равномерного озвучивания помещения громкоговорители следует устанавливать так, чтобы результирующие площади соприкасались или слегка перекрывали друг друга. В самом простом случае необходимое количество громкоговорителей получается из отношения величин озвучиваемой площади к площади, озвучиваемой одним громкоговорителем.

Расстановка громкоговорителей определяется, прежде всего, конфигурацией озвучиваемого помещения. Расстояние между громкоговорителями (шаг расстановки) определяют, исходя из результирующих областей покрытия. При неправильной расстановке, например, превышении шага, звуковое поле будет распределяться неравномерно, в некоторых областях будут наблюдаться провалы, ухудшающие восприятие. В случае применения громкоговорителей с большим звуковым давлением возрастает вероятность возникновения реверберационного фона. Чтобы компенсировать этот эффект, звукоотражающие поверхности помещения покрывают звукоглощающими материалами. В помещениях с высокими потолками рекомендуется использовать подвесные или настенные громкоговорители, повышающие плотность расстановки и минимизирующие вероятность возникновения паразитного эха.

Одним из основных параметров, который необходимо определить в расчетах, является шаг расстановки цепочки громкоговорителей. Он будет определяться размерами помещения, высотой установки громкоговорителей и их диаграммой направленности (ШДН).

При расстановке настенных громкоговорителей в коридорах вдоль одной стены рекомендуемый шаг расстановки:

- без учета отражений от стен

$$\text{Шаг расстановки, м} = \text{Ширина коридора} \times 2, \text{ м}$$

- с учетом отражений от стен

$$\text{Шаг расстановки, м} = \text{Ширина коридора} \times 4, \text{ м}$$

При расстановке настенных громкоговорителей в прямоугольных помещениях по двум стенам в шахматном порядке шаг расстановки:

$$\text{Шаг расстановки, м} = \text{Ширина помещения} \times 2, \text{ м}$$

При встречной расстановке настенных громкоговорителей в прямоугольных помещениях по двум стенам шаг расстановки:

$$\text{Шаг расстановки, м} = \text{Половина ширины помещения} \times 2, \text{ м}$$

Основные требования к оповещателям

Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать уровень звука во всех местах постоянного или временного пребывания людей.

Установка громкоговорителей и других речевых оповещателей в защищаемых помещениях должна исключать концентрацию и неравномерное распределение отраженного звука.

Речевые оповещатели должны быть расположены таким образом, чтобы в любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, обеспечивалась разборчивость передаваемой речевой информации.

Проектирование систем оповещения сопровождается выполнением электроакустического расчета (ЭАР). Следствием грамотного ЭАР является оптимизация – минимизация технических средств, повышение качества восприятия. Качество восприятия, в свою очередь, характеризуется комфортностью звучания для музыкального фона и разборчивостью для речевых сообщений. Критерии ЭАР отражены в нормативной документации (НД) [1], которая включает требования:

- к речевому оповещателю (громкоговорителю);
- к уровню звуковых сигналов;
- к расстановке речевых оповещателей (громкоговорителей).

Следует заметить, что в НД изложены лишь необходимые (минимальные) требования, в то время как достаточные (максимальные) требования обеспечиваются наличием грамотных методик, а при их отсутствии – профессионализмом и ответственностью проектировщика.

Требования к громкоговорителю

Звуковые оповещатели должны создавать такой уровень звукового давления, чтобы звуковые сигналы СОУЭ обеспечили общий уровень звука (уровень звука постоянного шума вместе со всеми сигналами, производимыми оповещателями) не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА в любой точке защищаемого помещения [1].

В данном пункте содержатся два требования – требование к минимальному и максимальному звуковому давлению.

Минимальное и максимальное звуковое давление

Громкоговоритель должен обеспечивать минимальный уровень звукового сигнала на расстоянии 1 м от геометрического центра:

$$P_{\min} = 75 + 20 \log(3) = 81 \text{ дБ.}$$

Громкоговоритель должен обеспечивать уровень звукового сигнала в расчетной точке, не превышающий 120 дБ:

$$P_{\text{дБ}} - 20 \log(r_1) < 120 \text{ дБ}, \quad (4.1)$$

где $P_{\text{дБ}}$ – уровень звукового давления, развиваемый громкоговорителем на номинальной мощности, дБ; r_1 – расстояние от громкоговорителя до ближайшего слушателя, м.

Расчетная точка (РТ) – место возможного (вероятного) нахождения людей, наиболее критичное с точки зрения положения и удаления от звукового источника (громкоговорителя). РТ выбирается на *расчетной* (мнимой) плоскости, проведенной параллельно полу на высоте 1,5 м [2].

Требование к уровням звуковых сигналов и к расстановке громкоговорителей

Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Измерение уровня звука должно проводиться на расстоянии 1,5 м от уровня пола [1].

Установка громкоговорителей и других речевых оповещателей в защищаемых помещениях должна исключать концентрацию и неравномерное распределение отраженного звука.

Речевые оповещатели (громкоговорители) должны быть расположены таким образом, чтобы в любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, обеспечивалась разборчивость передаваемой речевой информации [1].

Учет основных характеристик громкоговорителей

Расстановка громкоговорителей является частью организационных мероприятий, выполняемых при проектировании СОУЭ и называемых электроакустическим расчетом. Наиболее актуальной является не просто расстановка, а оптимальная расстановка громкоговорителей, позволяющая минимизировать количество расчетных ресурсов (времени) и материальных средств.

Способы расстановки громкоговорителей тесно связаны с их конструктивными особенностями. Наиболее обобщенной является следующая классификация:

- по исполнению;
- по конструктивным особенностям;
- по характеристикам;
- по способу согласования с усилителем [2].

По исполнению громкоговорители можно разделить на *внутренние* и *внешние*. Характерным признаком внутреннего исполнения является класс защиты IP. Для громкоговорителей внутреннего исполнения достаточно IP-41, для внешнего – не ниже IP-54. Для помещений, прежде всего в целях экономии, используются громкоговорители внутреннего исполнения.

В зависимости от решаемых задач могут использоваться громкоговорители различного конструктивного исполнения. Так, в зависимости от конфигурации помещения могут применяться громкоговорители потолочного или настенного исполнения. Для озвучивания открытых площадок используются рупорные громкоговорители, обладающие такими характеристиками, как класс защиты, высокая степень направленности звука и высокий КПД.

Для осуществления грамотной расстановки громкоговорителей необходимо учитывать следующие характеристики (основные параметры):

- чувствительность громкоговорителя P_0 , дБ;
- мощность громкоговорителя $P_{\text{Вт}}$, Вт;
- ширина диаграммы направленности громкоговорителя (ШДН), град.

4.2. Расчет параметров громкоговорителей

Расчетная формула для определения звукового давления громкоговорителя

Громкость громкоговорителя выражается через уровни звукового давления, измеряемые в децибелах, дБ.

Звуковое давление громкоговорителя определяется как его чувствительностью, так и электрической мощностью, подведенной к его входу:

$$P_{\text{дБ}} = P_0 + 10 \log P_{\text{Вт}}, \quad (4.2)$$

где P_0 – чувствительность громкоговорителя, дБ; $P_{\text{Вт}}$ – мощность громкоговорителя, Вт.

Чувствительность громкоговорителя – уровень звукового давления, измеренного на рабочей оси громкоговорителя, на расстоянии 1 м от рабочего центра на частоте 1 кГц при мощности 1 Вт.

Мощность громкоговорителя

Существует несколько основных видов мощностей:

Номинальная мощность громкоговорителя – электрическая мощность, при которой нелинейные искажения громкоговорителя не превышают требуемых значений.

Паспортная мощность громкоговорителя – наибольшая электрическая мощность, при которой громкоговоритель может длительное время удовлетворительно работать на реальном звуковом сигнале без тепловых и механических повреждений.

Синусоидальная мощность – максимальная синусоидальная мощность, при которой громкоговоритель должен проработать в течение 1 ч с реальным музыкальным сигналом без получения физических повреждений.

В общем случае в качестве параметра мощности необходимо использовать значение, указанное производителем громкоговорителя.

Звуковое давление громкоговорителя рекомендуется рассчитывать в зависимости от мощности включения громкоговорителя.

Расчет уменьшения звукового давления в зависимости от расстояния

Для расчета уровня звукового давления в расчетной точке остается определить еще один важный параметр – величину уменьшения звукового давления в зависимости от расстояния – дивергенции P_{20} , дБ. В зависимости

от того, где устанавливается громкоговоритель – во внутренних помещениях или на открытых площадках, используются различные формулы (подходы).

В случае установки громкоговорителя во внутренних помещениях:

$$P_{20} = 20 \log(r), \quad (4.3)$$

где r – расстояние от источника звука (громкоговорителя) до РТ, м; 1 – коэффициент, учитывающий, что чувствительность громкоговорителя P_0 , дБ, определяется на расстоянии 1 м от геометрического центра громкоговорителя.

Расчет уровня звукового давления в РТ

Зная чувствительность громкоговорителя P_0 , дБ, подводимую звуковую мощность $P_{\text{Вт}}$, Вт, и расстояние до РТ r , м, вычислим уровень звукового давления L_1 , дБ, развиваемого им в РТ:

$$L_1 = P_0 + 10 \log P_{\text{Вт}} - 20 \log(r). \quad (4.4)$$

Звуковое давление в РТ при одновременной работе n громкоговорителей:

$$L = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}, \quad (4.5)$$

где L_i – звуковое давление, развиваемое i -м громкоговорителем.

Расчет эффективной дальности

Эффективная дальность звучания громкоговорителя – расстояние от громкоговорителя до точки, в которой звуковое давление не превышает значения уровня шума ($\text{УШ} + 15$), дБ.

Эффективную дальность звучания (громкоговорителя) D , м, можно рассчитать так:

$$D = 10^{\frac{1}{20}(P_{\text{дБ}} - \text{УШ} + 3\Delta)}, \quad (4.6)$$

где $P_{\text{дБ}}$ – звуковое давление, развиваемое громкоговорителем при подведении к нему определенной мощности, дБ; УШ – уровень шума в защищаемом помещении, дБ; ЗД – запас звукового давления (по нормативной документации – 15 дБ), дБ;

Определение «критического шага» расстановки громкоговорителей

Громкоговорители нельзя удалять друг от друга на большое расстояние, так как в этом случае возникает неблагоприятный эффект, называемый эхом, существенно ухудшающим восприятие речевой информации. Эхо начинает проявляться при задержке между прямым и запаздывающим звуком

более чем на 50 мс. Определим максимально допустимый шаг расстановки Ш, м, при котором этот эффект начинает проявляться (рис. 4.1).

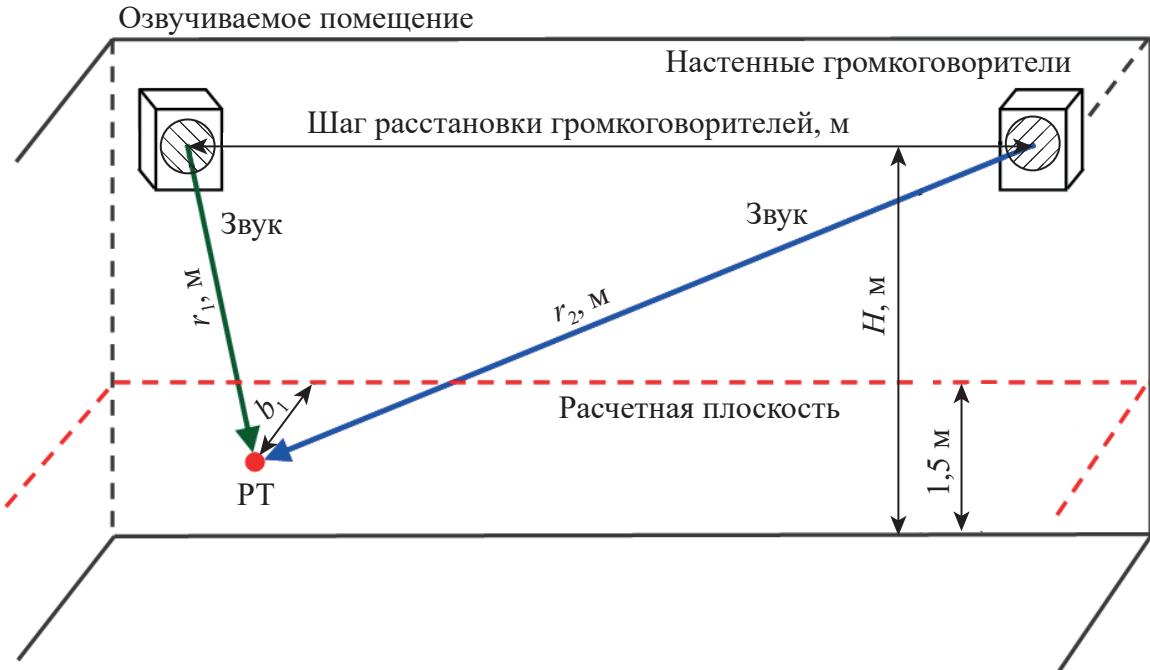


Рис. 4.1. Шаг расстановки, при котором возможно эхо

Из рис. 4.1 видно, что звук в РТ поступает от двух громкоговорителей. Зная скорость звука в воздухе $v = 340$ м/с и время задержки $t = 0,05$ с, легко получить критическое расстояние R_{kp} , м, при котором эхо становится возможным: $R_{kp} = vt = 340 \cdot 0,05 = 17$ м, где v – скорость распространения звука в воздухе (340 м/с).

Согласно рис. 4.1, разность хода должна быть

$$|r_2 - r_1| \leq 17 \text{ м},$$

где r_1 – расстояние от ближнего громкоговорителя до РТ, м; r_2 – расстояние от дальнего громкоговорителя до РТ, м.

В зависимости от направленности громкоговорителей и их ШДН, шаг расстановки Ш, м, можно определить геометрически:

$$\text{Ш} = \sqrt{r_1^2 - (H - 1,5)^2 - b_1^2} + \sqrt{r_2^2 - (H - 1,5)^2 - b_1^2}, \quad (4.7)$$

где H – высота установки громкоговорителя от уровня пола, м; b_1 – расстояние от стены до расчетной точки в условиях плоскости (ширина помещения), м.

Расчет и расстановка громкоговорителей для коридоров и прямоугольных помещений

Будем рассматривать два основных типа помещений – коридоры и прямоугольные помещения.

Под коридорами будем понимать узкие протяженные помещения с соотношениями длины a , м, и ширины b , м: $a/b \geq 4$.

Помещения с соотношениями $a/b < 4$ будем считать прямоугольными.

Разобьем помещения на следующие группы:

- коридоры с низкими потолками (высотой $h \leq 4$ м);
- коридоры с высокими ($h > 4$ м) потолками;
- коридоры узкие ($b \leq 3$ м);
- коридоры широкие ($b > 3$ м и $h \leq 6$ м);
- средние прямоугольные помещения ($b > 6$ м и $b \leq 12$ м);
- объемные прямоугольные помещения ($b > 12$ м).

Для определения численного значения b и h было использовано усредненное значение эффективной дальности звучания D , м, которое для $P_{\text{дБ}} = 95$ дБ, УШ = 60 дБ будет составлять ~ 10 м и ШДН = 90°.

Способ расстановки громкоговорителей с учетом отражений или без них определяется двумя факторами:

- высотой потолков. При высоких потолках эффект отражения можно не учитывать;
- типом отражающей поверхности.

Понятия *низкие/высокие потолки* будем рассматривать относительно способов размещения потолочных громкоговорителей.

При размещении громкоговорителей на *низких* потолках желательно учитывать и отражение от пола. В этом случае для определения численного значения шага расстановки громкоговорителей используется следующий критерий: звуковая энергия, излучаемая потолочным громкоговорителем, должна «добить» до пола и, отразившись от него, до расчетной плоскости.

При размещении громкоговорителей на высоких потолках отражения от пола можно не учитывать или обязательно проверять критерий:

$$D > r_1 + r_2 + 10^{\frac{P_{\text{погл}}}{20}}, \quad (4.8)$$

где D – эффективная дальность, м (формула (4.6)); r_1 – расстояние от громкоговорителя до отражающей поверхности, м; r_2 – расстояние от отражающей поверхности до РТ, м; $P_{\text{погл}}$ – доля поглощенной энергии, дБ:

$$P_{\text{погл}} = -10 \log(1 - K_{\text{погл}}), \quad (4.9)$$

где $K_{\text{погл}}$ – коэффициент поглощения поверхности.

Понятие *узкие / широкие коридоры* будем рассматривать относительно способов размещения как потолочных, так и настенных громкоговорителей. В обоих случаях нам придется учитывать отражения от пола или стен.

Для определения численного значения шага расстановки *настенных громкоговорителей* в случае учета отражений будем использовать следующий критерий: звуковая энергия, излучаемая настенным громкоговорителем, должна «добить» до противоположной стены и, отразившись от нее, до стены, на которой громкоговоритель установлен.

При размещении громкоговорителей в широких коридорах отражения от стен можно не учитывать или обязательно проверять критерий (см. формулу (4.8)).

Определение численного значения шага расстановки для потолочных громкоговорителей

Для разъяснения смысла узкие/широкие коридоры в случае применения потолочных громкоговорителей рассмотрим понятие цепочка громкоговорителей.

На рис. 4.2 изображен широкий коридор, в котором установлены две цепочки потолочных громкоговорителей.

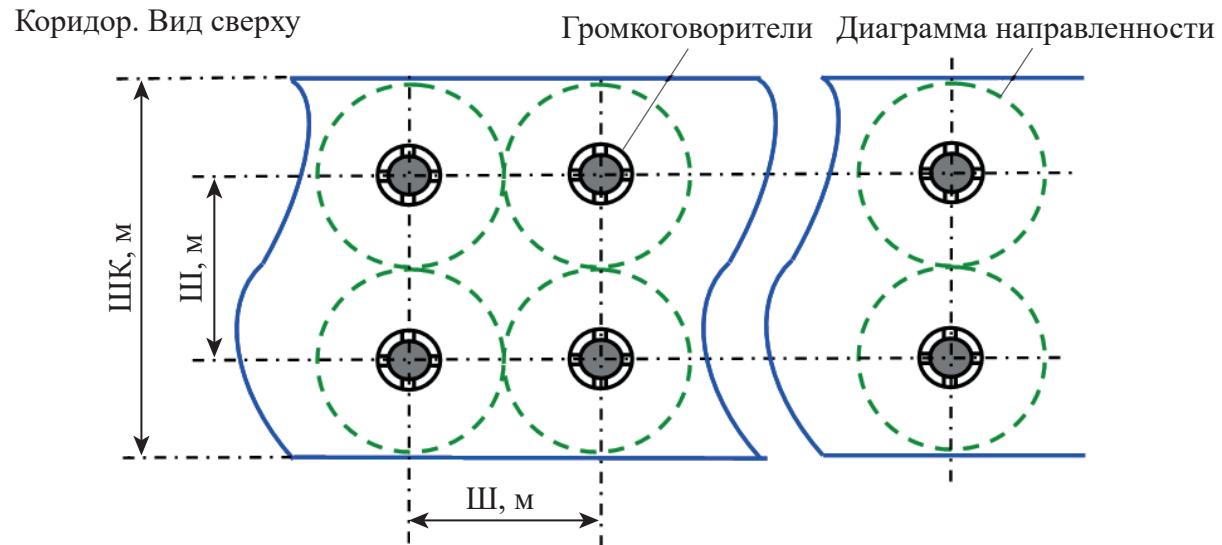


Рис. 4.2. Пример расстановки потолочных громкоговорителей в широких коридорах

Количество цепочек $K_{ц}$, шт., будет определяться из соотношения

$$K_{ц} = \text{int}\left(\frac{ШК}{Ш}\right) + 1, \quad (4.10)$$

где int – результат округления в меньшую сторону; ШК – ширина коридора, м; Ш – шаг расстановки громкоговорителей, м.

Рассмотрим примеры размещения громкоговорителей для разных типов помещений (случаев) и условия определения шага расстановки Ш, м.

Расчет и расстановка потолочных громкоговорителей в коридорах с высокими потолками без учета отражений от пола

Расстановку потолочных громкоговорителей в коридорах с высокими потолками без учета отражений от пола следует вести с шагом (рис. 4.3):

Коридор. Вид сбоку

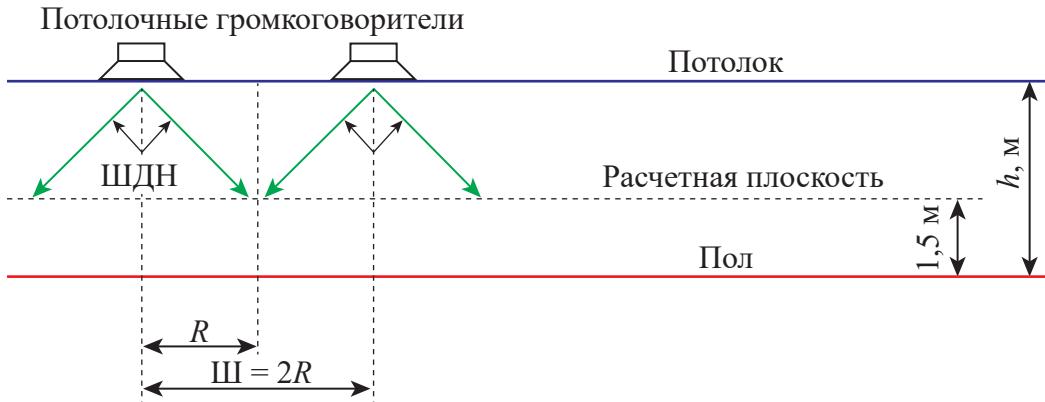


Рис. 4.3. Расстановка потолочных громкоговорителей в коридорах

с высокими потолками без учета отражений от пола:

ШДН – ширина диаграммы направленности, град;

III – шаг расстановки громкоговорителей, м; R – радиус окружности, м

$$III = 2R,$$

$$R = (h - 1,5) \operatorname{tg} \frac{\text{ШДН}}{2}, \quad (4.11)$$

где ШДН – ширина диаграммы громкоговорителя, град; h – высота потолков, м.

При ШДН = 90°, R = h – 1,5:

$$III = 2(h - 1,5).$$

Проверочное условие 1

Громкоговоритель с учетом ШДН должен «добиваться» до рабочей плоскости.

Эффективная дальность D, м, для произвольной ШДН составит:

$$D > \frac{(h - 1,5)}{\cos \frac{\text{ШДН}}{2}}. \quad (4.12)$$

Для ШДН = 90°:

$$D > \sqrt{2}(h - 1,5).$$

Расстановка потолочных громкоговорителей в коридорах с низкими потолками с учетом отражений от пола

Расстановку потолочных громкоговорителей в коридорах с низкими потолками (менее 4 м) допустимо вести с учетом отражений от пола с шагом, показанным на рис. 4.4:

$$\text{Ш} = 2(R + d),$$

$$d = 1,5 \operatorname{tg} \frac{\text{ШДН}}{2}. \quad (4.13)$$

Коридор. Вид сбоку

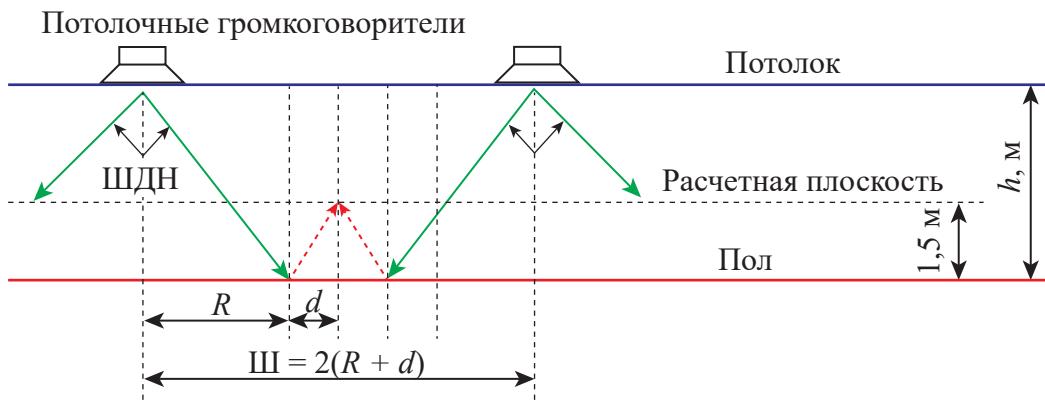


Рис. 4.4. Расстановка потолочных громкоговорителей в коридорах с низкими потолками или в случае учета отражений:

ШДН – ширина диаграммы направленности, град;

Ш – шаг расстановки громкоговорителей, м; R – радиус окружности, м

$$R = h \operatorname{tg} \frac{\text{ШДН}}{2}. \quad (4.14)$$

При ШДН = 90°:

$$\text{Ш} = 2(h + 1,5).$$

Проверочное условие 2

Громкоговоритель с учетом ШДН должен «добриваться» до пола и, отразившись от него, до рабочей плоскости. Эффективная дальность D , м, для произвольной ШДН составит:

$$D > \left(\frac{(h + 1,5)}{\cos \frac{\text{ШДН}}{2}} \right) + 10^{\frac{K_{\text{погл}}}{20}}, \quad (4.15)$$

где $K_{\text{погл}}$ – коэффициент поглощения пола.

Для ШДН = 90°, без учета поглощения:

$$D > \sqrt{2}(h + 1,5).$$

Расчет и расстановка настенных громкоговорителей

Использование настенных громкоговорителей позволяет в более широких пределах варьировать диаграммой направленности, формируя акустический дизайн помещений. При расстановке настенных громкоговорителей учитывается отражение от стен (для упрощения расчетов отражение от потолков не учитывается).

Расчет и расстановка настенных громкоговорителей, размещаемых вдоль одной стены без учета отражений

Расстановку настенных громкоговорителей в широких (свыше 3 м) коридорах с размещением вдоль одной стены без учета отражений следует вести с шагом:

$$\text{Ш} = 2R,$$

$$R = \text{ШК} \operatorname{tg} \frac{\text{ШДН}}{2}, \quad (4.16)$$

где ШК – ширина коридора (рис. 4.5).

Коридор. Вид сверху

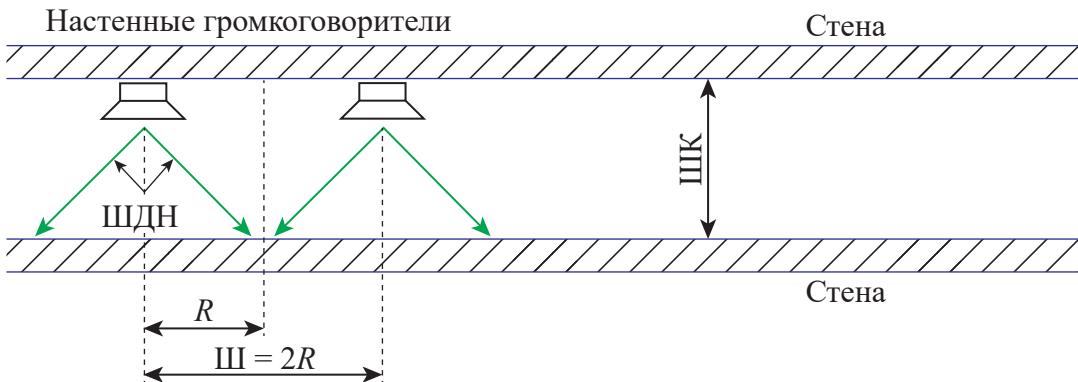


Рис. 4.5. Расстановка настенных громкоговорителей
в широких коридорах без учета отражений:

ШДН – ширина диаграммы направленности, град; ШК – ширина коридора, м;
Ш – шаг расстановки громкоговорителей, м; R – радиус окружности, м

При ШДН = 90°, R = ШК:

$$\text{Ш} = 2\text{ШК}.$$

Проверочное условие 3

Громкоговоритель с учетом ШДН должен «добивать» до противоположной стены.

Эффективная дальность D , м, для произвольной ШДН:

$$D > \frac{\text{ШК}}{\cos \frac{\text{ШДН}}{2}}. \quad (4.17)$$

Для ШДН = 90°:

$$D > \sqrt{2} \cdot \text{ШК}.$$

Запишем критерий определения эффективной дальности с учетом высоты установки громкоговорителя H , м. Для произвольной ШДН:

$$D > \sqrt{\frac{\text{ШК}^2}{\cos \frac{\text{ШДН}}{2}} + (H - 1,5)^2}. \quad (4.18)$$

Расчет и расстановка настенных громкоговорителей, размещаемых вдоль одной стены с учетом отражений

Расстановку настенных громкоговорителей в узких (до 3 м) коридорах с размещением вдоль одной стены с учетом отражений допустимо вести с шагом:

$$\text{Ш} = 4R,$$

где R рассчитывается по формуле (4.16). Схема показана на рис. 4.6.

Коридор. Вид сверху

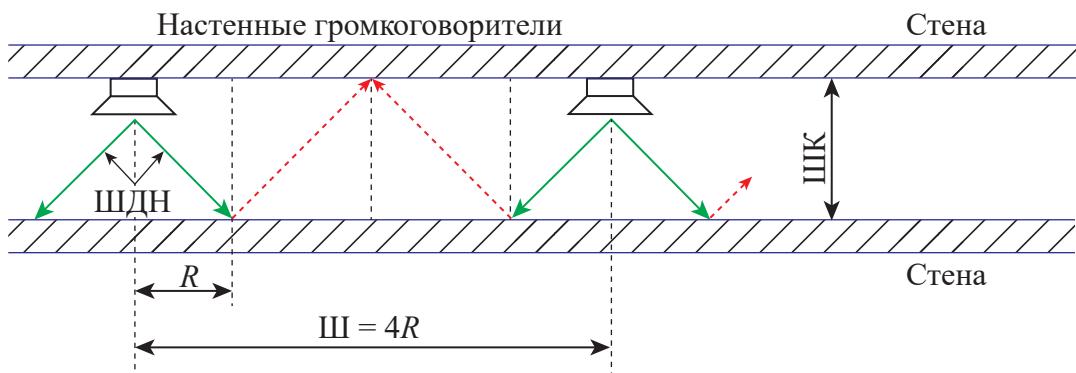


Рис. 4.6. Расстановка настенных громкоговорителей с учетом отражений:
ШДН – ширина диаграммы направленности, град; ШК – ширина коридора, м;
Ш – шаг расстановки громкоговорителей, м; R – радиус окружности, м

При ШДН = 90°, $R = \text{ШК}$:

$$\text{Ш} = 4\text{ШК}.$$

Проверочное условие 4

Громкоговоритель с учетом ШДН должен дважды «добиваться» до противоположной стены с учетом ШДН.

Эффективная дальность для произвольной ШДН составит:

$$D > \frac{2\text{ШК}}{\cos \frac{\text{ШДН}}{2} + 10^{\frac{K_{\text{погл}}}{20}}}, \quad (4.19)$$

где $K_{\text{погл}}$ – коэффициент поглощения стен.

Для ШДН = 90° без учета поглощения:

$$D > \sqrt{8} \cdot \text{ШК}.$$

Для вычислений с учетом высоты установки см. формулу (4.18).

Расчет и расстановка настенных громкоговорителей в прямоугольных помещениях с размещением вдоль двух противоположных стен в шахматном порядке

Расстановку настенных громкоговорителей в средних прямоугольных помещениях с возможностью размещения вдоль двух противоположных стен желательно вести в шахматном порядке с шагом:

$$\text{Ш} = 2R,$$

$$R = b \operatorname{tg} \frac{\text{ШДН}}{2}, \quad (4.20)$$

где b – ширина помещения (рис. 4.7).

Озвучиваемое помещение. Вид сверху

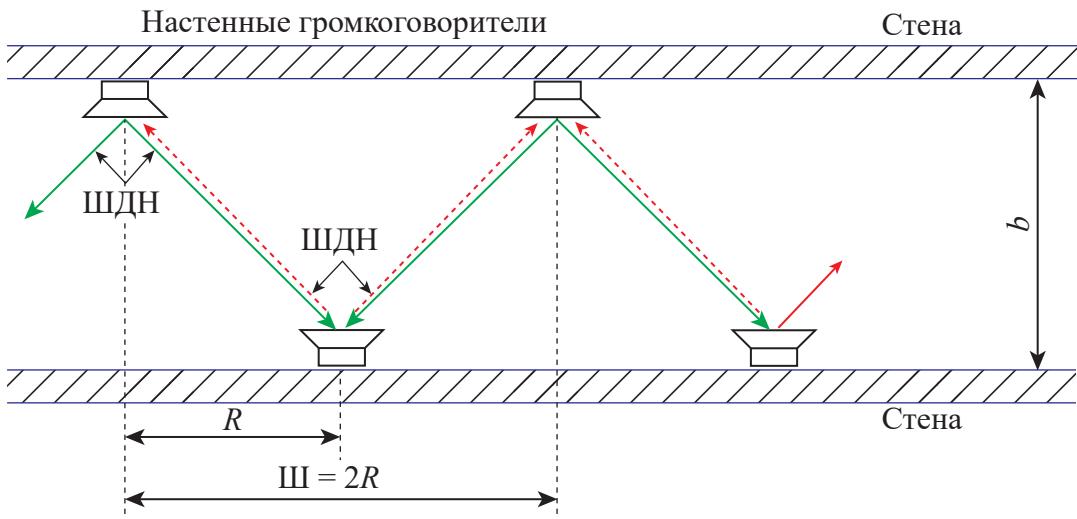


Рис. 4.7. Расстановка настенных громкоговорителей в прямоугольных помещениях с размещением вдоль двух противоположных стен в шахматном порядке:
ШДН – ширина диаграммы направленности, град; b – ширина помещения, м;
Ш – шаг расстановки громкоговорителей, м; R – радиус окружности, м

При ШДН = 90°, $R = b$:

$$\text{Ш} = 2b.$$

Проверочное условие 5

Громкоговоритель с учетом ШДН должен «добивать» до противоположной стены.

Эффективная дальность для произвольной ШДН:

$$D > \frac{b}{\cos \frac{\text{ШДН}}{2}}. \quad (4.21)$$

Для ШДН = 90°:

$$D > \sqrt{2}b.$$

Учет высоты установки осуществляется по формуле (4.18).

Расстановка настенных громкоговорителей в прямоугольных помещениях с размещением вдоль двух противоположных стен

Настенные громкоговорители в прямоугольных помещениях большой площади допустимо расставлять на противоположных стенах в любом порядке с шагом, определяемым половиной расстояния до противоположной стены, $b/2$, м:

$$\text{Ш} = 2R,$$

$$R = b / 2 \operatorname{tg} \frac{\text{ШДН}}{2}, \quad (4.22)$$

где b – ширина помещения (рис. 4.8).

Озвучиваемое помещение. Вид сверху

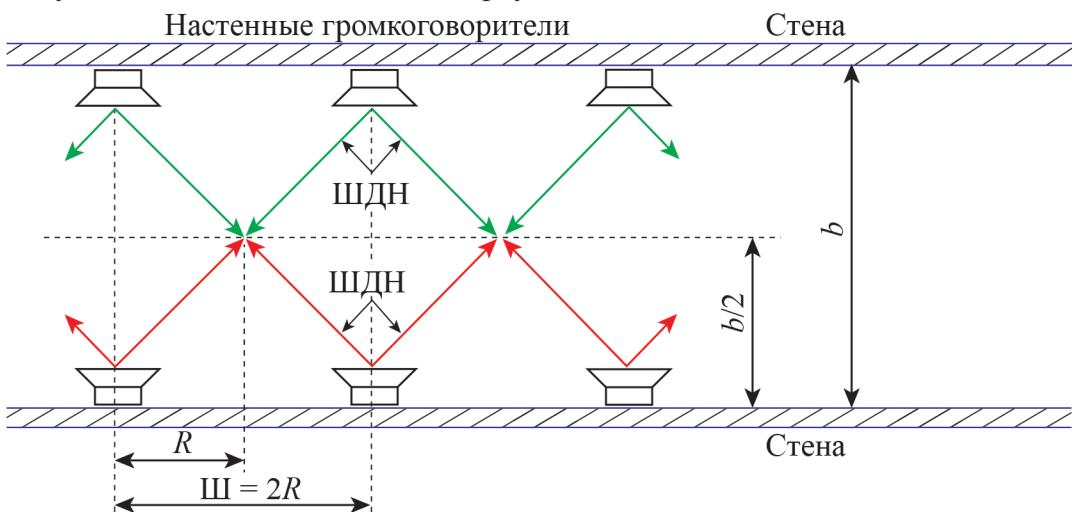


Рис. 4.8. Расстановка настенных громкоговорителей в прямоугольных помещениях с размещением вдоль двух противоположных стен:

ШДН – ширина диаграммы направленности, град; b – ширина помещения, м;

Ш – шаг расстановки громкоговорителей, м; R – радиус окружности, м

При ШДН = 90°, $R = b$:

$$\text{Ш} = b.$$

Проверочное условие 6

Громкоговоритель с учетом ШДН должен «пробивать» половину расстояния до противоположной стены.

Эффективная дальность D , м, для произвольной ШДН:

$$D > \frac{b / 2}{\cos \frac{\text{ШДН}}{2}}. \quad (4.23)$$

Для ШДН = 90°:

$$D > b / \sqrt{2}.$$

Учет высоты установки осуществляется по формуле (4.18).

При расстановке громкоговорителей в помещениях со сложной конфигурацией объект анализируется, разбивается на отдельные участки, для каждого из которых подбирается соответствующая схема расстановки из вышеперечисленных. Основная задача при этом сводится к оптимальнойстыковке отдельных участков.

4.3. Расчет сечения жилы провода в распределенных линиях

Достоверность передачи информации в системе оповещения подтверждается электроакустическим расчетом, частью которого является расчет оптимального сечения токопроводящей жилы провода и потерь на проводах.

Системы оповещения, в зависимости от условий применения и способа передачи, можно разделить на беспроводные и проводные. Проводные системы, транслирующие звуковую или речевую информацию, называются трансляционными системами. Трансляционные системы в зависимости от принципа построения можно разделить на *локальные* и *распределенные*. В распределенных системах используется принцип трансформаторного согласования, при котором к трансляционным усилителям (усилителям с трансформаторным выходом) подключаются специализированные трансформаторные громкоговорители.

Специфика расчета трансляционных (распределенных) линий заключается в том, что нагрузку в них дают трансформаторные громкоговорители, подключенные к данной линии (шине), параллельно и хаотично распределяясь вдоль нее. Нагрузку линии составляют громкоговорители, которые через специальные распределительные коробки подключаются к основной линии. Главной

целью является расчет сечения жилы основной линии. Сечение отводов можно выбирать, исходя из нормы нагрузки (для меди – это 2 А на 1 мм²).

В трансляционных, как и в любых линиях, неизбежно возникают потери, вызванные наличием собственного сопротивления токопроводящей жилы. Задача учета потерь (по напряжению) связана со спецификой передачи (трансляции) звука, согласно которому большие потери (> 205 %) могут привести к снижению уровня и качества передаваемого сигнала.

4.3.1. Расчет сечения жилы провода и сопротивлений линий связи

Соединительные линии систем противопожарной защиты должны выполняться огнестойкими кабелями с медными жилами с круглым поперечным сечением. Для жил сечением менее 0,5 мм² указывается диаметр. Для перехода от сечения жилы S , мм², к диаметру d , мм, и обратно используется зависимость: $S = \pi d^2 / 4$, где S – сечение токопроводящей жилы, мм²; d – диаметр провода, мм; π – константа, равная 3,1415.

Сечение S , мм², токопроводящей жилы провода для случая, когда вся нагрузка (громкоговорители) подключена непосредственно к источнику (усилителю), линейно зависит от силы протекающего тока:

$$S = \frac{I}{D}, \quad (4.24)$$

где I – сила тока, А; D – норма нагрузки, А / мм².

Подставляя в формулу (4.24) норму нагрузки для меди $D = 2$ А / мм², получим широко применяемое на практике соотношение для выбора сечения:

$$S_{\text{н}} \geq \frac{1}{2} I_{\text{н}}, \quad (4.25)$$

где $I_{\text{н}}$ – ток, протекающий в нагруженной линии, А.

Формула (4.25) используется для оценки и не учитывает протяженности и распределения нагрузки в линии, однако использовать сечение ниже параметра, указанного в формуле (4.25), не рекомендуется.

Расчет сопротивления токопроводящей жилы провода в зависимости от длины и температуры

Для определения сопротивления жилы провода воспользуемся известным соотношением: сопротивление жилы провода прямо пропорционально длине и обратно пропорционально сечению жилы провода:

$$R_{\text{ж}} = \frac{\rho L_{\text{ж}}}{S_{\text{ж}}}, \quad (4.26)$$

где ρ – удельное сопротивление жилы провода, $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$; $L_{\text{ж}}$ – длина токопроводящей жилы провода, м; $S_{\text{ж}}$ – площадь поперечного сечения токопроводящей жилы провода, мм^2 .

В большинстве источников приводится значение удельного сопротивления токопроводящей жилы провода для меди $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$, однако данное значение соответствует температуре окружающей среды $t = 0^\circ\text{C}$. С увеличением температуры удельное сопротивление жилы провода заметно увеличивается:

$$\rho = (18 \pm 0,008t) / 1000, \quad (4.27)$$

где t – температура среды, окружающей жилу провода, $^\circ\text{С}$.

Расчет сечения жилы провода в зависимости от длины и нагрузки в линии

В любой нагруженной линии связи возникают потери. Так как линия – жила медного провода имеет определенное сопротивление, зависящее от длины, следовательно, по закону Кирхгофа на ней должно снизиться напряжение и рассеяться определенная мощность.

Задачу определения сечения жилы провода будем решать в два этапа, используя известное представление линии и нагрузки как резистивного делителя (рис. 4.9).

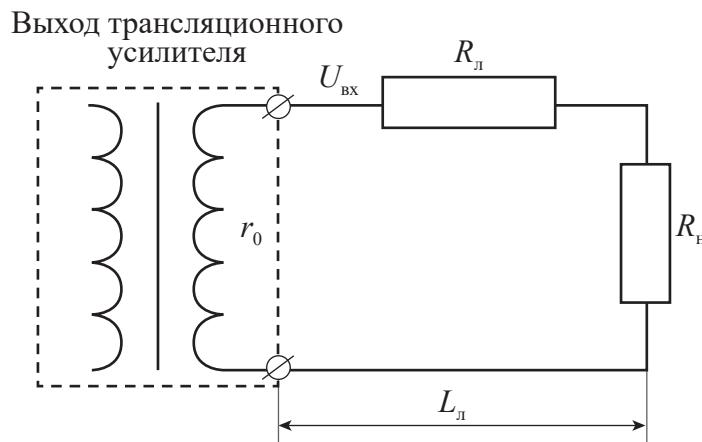


Рис. 4.9. Эквивалентная схема подключения нагрузки в конце линии

Первый этап. На рис. 4.9 изображено представление, в котором вся нагрузка сосредоточена в конце линии. Данное представление позволит упростить решение задачи и перейти ко *второму этапу*, на котором будут определены коэффициенты, позволяющие более точно рассчитывать сечение жилы провода в распределенной линии с различными потерями.

Входные данные для расчета:

P_{h} – мощность нагрузки в линии, Вт;

$U_{\text{вх}}$ – напряжение на входе линии, В;

$L_{\text{л}}$ – общая протяженность линии, м.

Для определения сечения жилы провода $S_{\text{ж}}$, мм^2 , воспользуемся следующими данными. Из курса электроакустики известно, что для сохранения качества передаваемого звукового сигнала величина потерь по напряжению в линии не должна превышать 10%, что для резистивного делителя (см. рис. 4.9) можно записать как $R_{\text{л}} \sim 0,1 R_{\text{н}}$, где $R_{\text{н}}$ – сопротивление нагрузки, Ом (более точно данное соотношение будет определено далее). Подставим данное соотношение в формулу (4.26):

$$S_{\text{ж}} \approx 2\rho \frac{L_{\text{л}}}{0,1 R_{\text{н}}}, \quad (4.28)$$

где 2 – коэффициент, учитывающий наличие обратного общего провода; $L_{\text{л}}$ – общая протяженность линии (расстояние от усилителя до громкоговорителя), м; $R_{\text{н}}$ – сопротивление нагрузки, Ом.

Формула (4.28) является базовой и широко применяется на практике [2, 4].

Сопротивление громкоговорителя $R_{\text{гр}}$, Ом, можно получить из двух известных формул:

- 1) закона Ома для участка цепи: $I = U / R$,
- 2) мощности нагрузки: $P = IU$.

$$R_{\text{гр}} = \frac{U_{\text{вх}}^2}{P_{\text{гр}}}, \quad (4.29)$$

где $U_{\text{вх}}$ – напряжение на входе линии, В; $P_{\text{гр}}$ – номинальная мощность громкоговорителя, Вт.

Формула (4.29) является допущением (натяжкой) и справедлива при $R_{\text{н}} \gg (2R_{\text{л}} + r_0)$, где r_0 – сопротивление (импеданс) вторичной обмотки трансформатора (см. рис. 4.9), что следует из закона Ома для всей цепи: $I = U_{\text{вх}} / (R_{\text{л}} + 2R_{\text{н}} + r_0)$.

Расчет общего нагружочного сопротивления $R_{\text{н}}$

В трансляционных системах в качестве нагрузки используются трансформаторные громкоговорители, сопротивление которых называется импедансом.

Импеданс трансформаторного громкоговорителя Z – частотно-зависимое (комплексное) сопротивление первичной обмотки звукового трансформатора.

При использовании в качестве нагрузки нескольких параллельно подключенных трансформаторных громкоговорителей суммарный импеданс Z (сопротивление $R_{\text{н}}$) рассчитывается по формуле

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_i} + \dots + \frac{1}{Z_n}, \quad (4.30)$$

где Z_i – импеданс (сопротивление) i -го трансформаторного громкоговорителя, Ом; n – количество громкоговорителей.

Формула (4.30), определяющая проводимость всей цепи, неудобна для расчета суммарного нагрузочного импеданса, особенно для трансляционной линии с большим количеством громкоговорителей разной мощности.

Большинство производителей трансформаторных громкоговорителей указывают значение импеданса на частоте 1 кГц (среднегеометрической частоты нормативного частотного диапазона). По этой причине импеданс громкоговорителя $Z_{\text{гр}}$, Ом, на определенной частоте (на 1 кГц) можно (допустимо) рассматривать как активное сопротивление $Z_{\text{гр}} = R_{\text{гр}}$.

Для нахождения суммарного импеданса (сопротивления) нескольких трансформаторных громкоговорителей удобнее пользоваться формулой (4.29), в которой $P_{\text{гр}}$ необходимо заменить суммарной $P_{\text{н}}$, Вт, мощностью всех трансформаторных громкоговорителей, состоящей из суммы мощностей отдельных громкоговорителей P_i , Вт:

$$P_{\text{н}} = \sum_{i=1}^n P_i, \quad (4.31)$$

где P_i – мощность i -го громкоговорителя, Вт.

В данной формуле не учитывается падение мощности на отводах.

Подставляя формулы (4.29) и (4.31) в формулу (4.28), получаем формулу, определяющую сечение жилы провода $S_{\text{ж}}$, мм², нагруженной линии в зависимости от мощности нагрузки $P_{\text{н}}$, напряжения на входе $U_{\text{вх}}$ и длины линии $L_{\text{л}}$:

$$S_{\text{ж}} \approx 2\rho L_{\text{л}} \frac{P_{\text{н}}}{0,1U_{\text{вх}}^2}. \quad (4.32)$$

Формула (4.32) справедлива при потерях в линии, не превышающих 10% и условии, что вся нагрузка сосредоточена в конце линии.

Расчет сечения токопроводящей жилы провода в распределенной линии

В распределенных трансляционных системах с трансформаторным согласованием громкоговорители подключаются к общей линии только параллельно и распределяются вдоль нее с различной степенью равномерности (рис. 4.10).

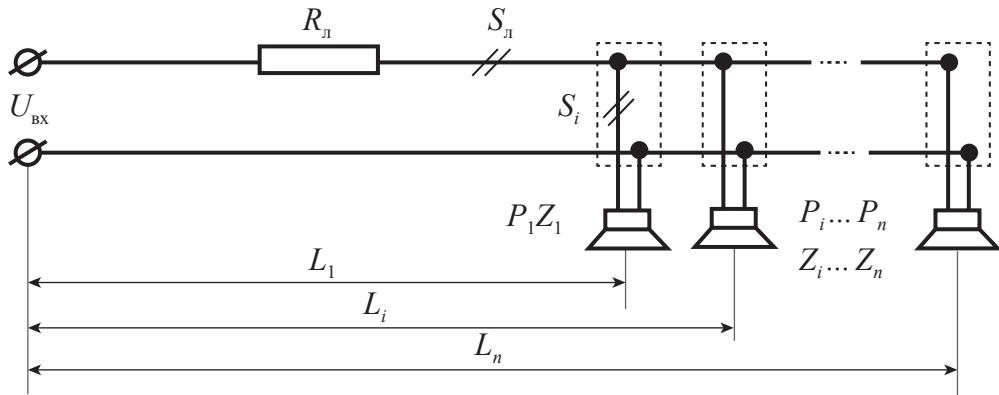


Рис. 4.10. Эквивалентная схема распределенной линии

Основная задача – рассчитать сечение основной линии $S_{\text{л}}$. Сечение $S_{\text{л}}$, мм^2 , жилы провода отводов распределенной линии можно выбрать из нормы нагрузки для меди: $S_i = P_i / 2U_{\text{л}}^2$ или использовать приблизительную формулу $S_i \sim 20r l_i P_i / U_{\text{л}}^2$, где l_i – длина i -го отвода – расстояние от основной линии (распределительной коробки) до громкоговорителя, м, P_i – мощность i -го громкоговорителя, Вт.

Коэффициент распределения нагрузки (постановка задачи)

Актуальной является задача расчета сечения основной жилы провода протяженной (трансляционной) линии. В реальных распределенных структурах расстояния до громкоговорителей, а также их мощность варьируются, поэтому подобные задачи решаются итерационными методами с применением законов Кирхгоффа и требуют специальных расчетных навыков с использованием программных средств.

Предложенный ниже простой и эффективный метод может использоваться для решения самого широкого ряда задач. Суть метода основана на очевидном соображении: если часть нагрузки сосредоточена в начале линии, а другая часть в конце, то общая (суммарная) нагрузка на провода уменьшится.

Для ситуации, изображенной на рис. 4.11, эквивалентная нагрузка $P_{\text{экв}} = P_1 + P_2$ находится где-то посередине, между громкоговорителями с мощностями P_1 и P_2 , на расстоянии $L_{\text{экв}}$.

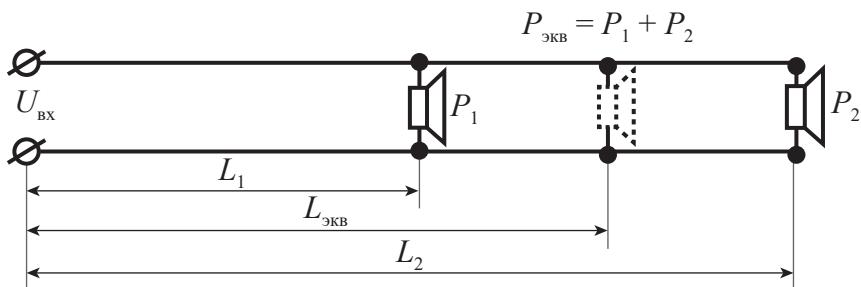


Рис. 4.11. Пример, поясняющий смысл коэффициента распределения

Введем коэффициент.

Коэффициент распределения нагрузки K_p – безразмерный коэффициент, учитывающий распределение нагрузки вдоль линии.

Из формулы (4.32) видно, что такой коэффициент должен быть нормирован относительно длины и мощности:

$$K_p = \frac{1}{L_{\text{л}} P_{\text{н}}} \sum_{i=1}^n (L_i P_i), \quad (4.33)$$

где n – общее количество громкоговорителей и (или) отводов до группы громкоговорителей, шт.; $L_{\text{л}}$ – длина линии; $P_{\text{н}}$ – суммарная мощность нагрузки в линии, Вт; L_i – длина i -го участка линии, м; P_i – мощность i -го громкоговорителя, Вт.

При равенстве мощностей $P_1 = P_2 = \dots = P_n = P_{\text{н}}$, где $P_{\text{н}}$ – суммарная мощность громкоговорителя, Вт, и условии $P_1 + P_2 + \dots + P_n = nP_{\text{н}}$ мощности в формуле (4.33) сокращаются, и коэффициент распределения можно представить как среднее арифметическое расстояний до громкоговорителей:

$$K_p = \frac{1}{n L_{\text{л}}} \sum_{i=1}^n (L_i). \quad (4.34)$$

Для формулы (4.34) необходимы экспликации по линии. В случае их отсутствия можно пользоваться упрощенным расчетом, когда вся нагрузка распределена в некотором заранее известном интервале от L_1 до L , где L – общая протяженность линии, м.

В этом случае коэффициент распределения можно представить как результат усреднения в диапазоне от L_1 до L :

$$K_p = \frac{L_1 + L_{\text{л}}}{2L_{\text{л}}}. \quad (4.35)$$

В случае, когда расстояния до громкоговорителей L_i не известны и нагрузка примерно равномерно распределена вдоль линии, коэффициент распределения K_p можно представить как среднее арифметическое между двумя случаями, когда вся нагрузка расположена на расстоянии $L = L / n$ – ближе к началу линии (для двух громкоговорителей – это середина линии) и на расстоянии $L = L_n$ – в конце линии:

$$K_p = (1 + 1/n) / 2, \quad (4.36)$$

где n – количество нагрузочных элементов (громкоговорителей).

Элементарная зависимость коэффициента распределения K_p (см. формулу (4.35)) от количества громкоговорителей n для данного случая приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Зависимость значения коэффициента распределения
от количества элементов нагрузки (громкоговорителей)**

| <i>n</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|---|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| K_p | 1 | 0,75 | 0,67 | 0,63 | 0,6 | 0,58 | 0,57 | 0,56 | 0,56 | 0,55 |

Из табл. 4.1 видно, что при росте n $K_p \rightarrow 0,5$.

Коэффициенты распределения для разных случаев представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Коэффициенты распределения K_p для различных случаев

| Формулы для расчета K_p | Условие применения |
|--|--|
| $K_p = \frac{1}{n L_{\text{л}} P_{\text{н}}} \sum_{i=1}^n (L_i P_i)$ | Формула используется, если известны мощности и расстояния до элементов нагрузки |
| $K_p = \frac{1}{n L_{\text{л}}} \sum_{i=1}^n (L_i)$ | Формула используется, если известны расстояния до нагрузки и мощности элементов нагрузки равны |
| $K_p = \frac{L_1 + L_{\text{л}}}{2 L_{\text{л}}}$ | Формула используется, если известно расстояние только до первого громкоговорителя |
| $K_p = (1 + 1/n) / 2$ | Формула используется, если данные по линии отсутствуют, но известно, что нагрузка примерно равномерно распределена вдоль линии |
| $K_p = 1$ | Если линия состоит из одного громкоговорителя |

Добавим коэффициент распределения K_p (см. табл. 4.2) в формулу (4.32):

$$S_{\text{л}} = 2K_p \rho L_{\text{л}} \frac{P_{\text{н}}}{0,1U_{\text{вх}}^2}, \quad (4.37)$$

где K_p – коэффициент распределения нагрузки.

Расчет потерь в линии

Протяженные линии имеют достаточно большое собственное сопротивление, что приводит к рассеянию и потере на них части мощности. Данный факт нельзя не учитывать. На практике первоначально рассчитывают потери по напряжению, а уже от них переходят к потерям по мощности.

Потери по напряжению $\Pi_{\text{н}}$, % – отношение напряжения на линии $U_{\text{л}}$ к общему напряжению на входе линии $U_{\text{вх}}$.

По закону Кирхгофа отношение сопротивлений пропорционально отношению падающих на них напряжений, поэтому потери по напряжению Π_h удобнее выразить через полученные ранее сопротивление линии R_l и сопротивление нагрузки R_h :

$$\Pi_h = \frac{R_l}{R_l + R_h} 100 \%, \quad (4.38)$$

где R_l – сопротивление линии, Ом.

$$R_l = \rho L_l. \quad (4.39)$$

Определим величину потерь по напряжению для распределенной линии. Так как коэффициент распределения K_p (см. табл. 4.2) демонстрирует условное уменьшение длины линии, а следовательно, и ее сопротивления R_l , то и потери в такой линии должны соответственно уменьшиться, поэтому формулу (4.38) необходимо дополнить коэффициентом распределения K_p :

$$\Pi_h = \frac{K_p R_l}{(K_p R_l) + R_h} 100 %. \quad (4.40)$$

На практике рассчитывают не только потери по напряжению, но и потери по мощности.

Потери по мощности Π_m , % – отношение мощности выделенной на линии P_l к общей приложенной мощности: сумме мощностей выделенной на линии и на нагрузке P_h :

$$\Pi_m = \frac{P_l}{P_l + P_h} 100 %. \quad (4.41)$$

Потери по мощности удобно рассчитывать через потери по напряжению (4.38), для чего достаточно учесть, что мощность прямо пропорциональна квадрату напряжения на нагрузке (см. формулу (4.29)):

$$\Pi_m = \left(1 - \left(\frac{100 - \Pi_h}{100} \right)^2 \right) 100 %. \quad (4.42)$$

Пример

Из формулы (4.42) видно, что при потерях по напряжению более 25% потери по мощности $\Pi_m = \left(1 - \left(\frac{100 - 25}{100} \right)^2 \right) 100 = 44\%$ приближаются к 50%. Потери по напряжению $\Pi_h > 25\%$ будем считать недопустимыми.

Расчет сечения жилы провода с учетом потерь в линии

Рассчитаем сечение жилы провода распределенной линии с учетом потерь по напряжению. Формула (4.32) построена на допущении, что потери по напряжению в линии не должны превышать 10%, что позволило использовать соотношение $R_{\text{л}} = 0,1 R_{\text{н}}$. При величине потерь отличной от 10% данное соотношение изменится.

Коэффициент потерь по напряжению

Построим коэффициент, позволяющий учесть любые ожидаемые потери по напряжению в линии, $K_{\text{п}} = R_{\text{н}} / R_{\text{л}}$.

Данный коэффициент удобно связать с потерями по напряжению и интерпретировать как ожидаемые потери. Из формулы (4.38) получим:

$$K_{\text{п}} = (100\% - \Pi_{\text{н}}) / \Pi_{\text{н}}, \quad (4.43)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери по напряжению в линии; $\Pi_{\text{н}}$ – допустимая величина потерь по напряжению в линии, %.

Проверим справедливость данной формулы. При $\Pi_{\text{н}} \rightarrow 100\%$ $K_{\text{п}} \rightarrow 0$, $R_{\text{н}} \rightarrow 0$ – все напряжение остается на линии. При $\Pi_{\text{н}} \rightarrow 50\%$ $K_{\text{п}} \rightarrow 1$, $R_{\text{л}} = R_{\text{н}}$ – напряжение на линии и нагрузке одинаково. При $\Pi_{\text{н}} \rightarrow 10\%$ $R_{\text{л}} = 0,11 R_{\text{н}}$, $K_{\text{п}} \rightarrow 9$, означающей, что напряжение, падающее на линии, примерно в 9 раз меньше, чем на нагрузке. При $\Pi_{\text{н}} \rightarrow 0\%$ $K_{\text{п}} \rightarrow \infty$, $R_{\text{л}} \rightarrow 0$ – напряжение на линии стремится к 0, следовательно, потери отсутствуют.

Дополним данным коэффициентом формулу (4.37):

$$S_{\text{л}} = 2\rho K_{\text{п}} K_{\text{н}} L_{\text{л}} \frac{P_{\text{н}}}{U_{\text{вх}}^2}, \quad (4.44)$$

где 2 – коэффициент, учитывающий наличие обратного общего провода; $K_{\text{п}}$ – коэффициент распределения нагрузки; $K_{\text{н}}$ – коэффициент потерь по напряжению; $L_{\text{л}}$ – общая протяженность (длина) линии (расстояние от усилителя до последнего громкоговорителя), м; $P_{\text{н}}$ – суммарная мощность нагрузки, Вт; $U_{\text{вх}}$ – напряжение на входе линии, В.

Условие окончательного выбора сечения жилы провода

Рассчитаем сечение жилы провода в зависимости от нормы тока (формула (4.25)):

$$S_{\text{н}} \geq 0,5 \frac{P_{\text{н}}}{U_{\text{л}}}, \quad (4.45)$$

где $P_{\text{н}}$ – мощность нагрузки, Вт; $U_{\text{л}}$ – напряжение в линии, В.

Если $S_{\text{н}} \geq S_{\text{л}}$, то сечение жилы провода $S_{\text{ж}} = S_{\text{н}}$.

Если $S_{\text{н}} \leq S_{\text{л}}$, то сечение жилы провода $S_{\text{ж}} = S_{\text{л}}$.

Пример

Рассчитаем звуковое давление громкоговорителя с учетом потерь на проводах.

Звуковое давление громкоговорителя составит:

$$P_{\text{дБ}} = P_0 + 10 \lg(P_{\text{рп}}),$$

где P_0 – чувствительность громкоговорителя дБ, $P_{\text{рп}}$ – мощность громкоговорителя, Вт.

В данную формулу удобно добавить потери по мощности и интерпретировать ее так: уровень звукового давления, рассчитанный с учетом потерь по мощности:

$$P_{\text{дБ}} = P_0 + 10 \lg(P_{\text{рп}}(100 - \Pi_m) / 100),$$

где Π_m – потери по мощности, %.

Алгоритмы и примеры расчета

Алгоритм расчета 1

Расчет сечения жилы провода для равномерно распределенной нагрузки

Входные данные: $U_{\text{л}}$ – напряжение на входе линии, В; $L_{\text{л}}$ – длина линии, м.

Рассчитать:

- удельное сопротивление жилы провода ρ , Ом·мм²/м, с учетом температуры (формула (4.27));
- суммарную нагрузку в линии $P_{\text{н}}$, Вт (формула (4.31));
- коэффициент распределения K_p (см. табл. 4.2);
- коэффициент потерь по напряжению K_n (формула (4.43));
- сечение жилы по формуле (4.44);
- сечение жилы провода с учетом нормы тока по формуле (4.45).

В качестве окончательного сечения выбрать наибольшее значение между формулами (4.44) и (4.45).

Алгоритм расчета 2

Расчет потерь по напряжению в существующей линии

Входные данные: $U_{\text{л}}$ – напряжение на входе линии, В; $L_{\text{л}}$ – длина линии, м.

Рассчитать:

- удельное сопротивление по меди ρ , Ом·мм²/м, с учетом температуры, используя формулу (4.27);
- суммарную нагрузку в линии $P_{\text{н}}$, Вт (формула (4.31));
- сопротивление нагрузки R_n , используя формулу (4.29);
- сопротивление линии $R_{\text{л}}$, Ом (формула (4.39));
- коэффициент распределения K_p (см. табл. 4.2);
- потери по напряжению Π_n , % (формула (4.40)).

4.4. Расчет времени резервирования технических средств СОУЭ

Расчет мощности АКБ

Основными параметрами АКБ, необходимыми для расчета мощности, являются его емкость C , А, и напряжение U , В, на его отводах. Емкость аккумулятора C измеряется в ампер-часах ($A \cdot ч$) и определяется максимальным током, который он сможет выдавать в течение требуемого времени:

$$C = IT, \quad (4.46)$$

где I – ток разряда аккумулятора, А; T – время разряда, ч.

Энергия W , Вт·ч, накапливаемая в аккумуляторе, зависит как от его емкости C , так и от напряжения U :

$$W = CU, \quad (4.47)$$

где U – напряжение аккумулятора (или аккумуляторной батареи), В.

Для варьирования параметрами (напряжением или мощностью) АКБ соединяют последовательно или параллельно. При последовательном соединении нескольких АКБ напряжение на крайних отводах составной батареи увеличивается пропорционально их количеству. При параллельном соединении нескольких АКБ увеличивается общая емкость. Увеличение мощности происходит пропорционально количеству АКБ.

Расчет мощности, потребляемой техническими средствами СОУЭ

По существующим нормативам при пропадании питания СОУЭ должна функционировать в течение 24 ч дежурного времени и времени, необходимого до завершения эвакуации людей в режиме тревоги. Для минимизации мощности потребления в течение всего периода технические средства СОУЭ разбиваются на две группы, мощности каждой из которых рассчитываются отдельно.

Суммарная мощность потребления блоков, находящихся в дежурном режиме:

$$P_{\text{д}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{ди}}, \quad (4.48)$$

где $P_{\text{ди}}$ – мощность потребления i -го блока, работающего в дежурном режиме, Вт; n – количество блоков, работающих в дежурном режиме.

Суммарная мощность потребления блоков, находящихся в тревожном режиме:

$$P_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{тр}i}, \quad (4.49)$$

где $P_{\text{тр}i}$ – мощность потребления i -го блока, работающего в тревожном режиме, Вт; n – количество блоков, работающих в тревожном режиме.

Средняя мощность, потребляемая техническими средствами СОУЭ в течение дежурного $T_{\text{д}}$ и тревожного $T_{\text{тр}}$ времени:

$$P_{\text{сум}} = T_{\text{д}} P_{\text{д}} + T_{\text{тр}} P_{\text{тр}}, \quad (4.50)$$

где $T_{\text{д}}$ – длительность дежурного режима, ч; $P_{\text{д}}$ – мощность потребления технических средств СОУЭ, работающих в дежурном режиме, Вт; $T_{\text{тр}}$ – длительность тревожного режима, ч; $P_{\text{тр}}$ – мощность потребления технических средств СОУЭ, работающих в тревожном режиме, Вт.

Мощность потребления усилителей мощности (класса А, В, D) существенным образом зависит как от нагрузки, так и от характера усиливаемого сигнала.

Учет пик-фактора

При расчете средней мощности потребления усилителей (как наибольшего потребителя) необходимо учитывать *пик-фактор*, который определяется отношением максимального (пикового) значения тока к его среднеквадратичному (RMS) значению.

Например, для идеальной синусоиды пик-фактор равен $\sqrt{2}$.

Смысл пик-фактора сводится к следующему. Реальный речевой сигнал (сигнал от звукового источника) изменяется как по уровню, так и по частоте – имеет сложную прерывистую структуру (форму) и характеризуется:

- мгновенными значениями (уровнями) речевого сигнала;
- длительностью непрерывного существования различных уровней;
- длительностью пауз;
- распределением максимальных уровней по частоте;
- распределением текущей и средней мощности;
- спектральной плотностью мощности.

На рис. 4.12, изображена зависимость (вероятность) появления мощности речевого сигнала $W(P)$ от отношения текущей мощности P к усредненной $P_{\text{ср}}$ (пик-фактор).

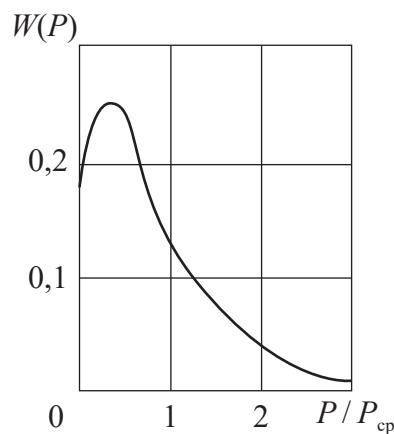


Рис. 4.12. Усредненное распределение текущей мощности речи

Из рис. 4.12 видно, что максимальная вероятность появления речевого сигнала на входе усилителя составляет не более 0,25 (25%).

Практические измерения показывают, что при речевом сигнале усилители класса А, В потребляют не более 15 % мощности, что совпадает с графиком при $P_{\text{cp}} \sim 0,7P$.

Учет нагрузки

Практически для всех классов усилителей (кроме А) величина потребляемой мощности усилителя зависит от нагрузки.

Если известна максимальная потребляемая мощность P_n , Вт, и мощность нагрузки P_h , Вт, то реальную потребляемую мощность $P_{\text{пп ум}}$, Вт, усилителя с учетом пик-фактора можно определить так:

$$P_{\text{пп ум}} = K_{\text{пф}} P_n \frac{P_h}{P_{\text{нм}}}, \quad (4.51)$$

где $K_{\text{пф}}$ – коэффициент, учитывающий пик-фактор. Для речевого сигнала, значение данного коэффициента с учетом запаса можно принять равным $K_{\text{пф}} \sim 0,35$; $P_{\text{нм}}$ – максимальная мощность нагрузки усилителя, Вт.

Мощность батареи

Параметры АКБ можно брать непосредственно из технических характеристик, не опираясь на нагрузочные характеристики, так как последние ориентированы на активную, а не реактивную нагрузку.

Запишем критерий (правильности) расчета времени резервирования технических средств СОУЭ при резервировании от АКБ:

$$E_6 \geq 1,25 P_{\text{сум}}, \quad (4.52)$$

где E_6 – общая энергия аккумуляторной батареи, Вт·ч; $P_{\text{сум}}$ – суммарная мощность, потребляемая техническими средствами СОУЭ в течение дежурного и тревожного времени; 1,25 – коэффициент, учитывающий 25%-й запас по мощности.

Работа технических средств от источников бесперебойного питания

На современном рынке присутствует большое разнообразие источников бесперебойного питания (ИБП). Производители, выдвигая на передний план те или иные преимущества, обычно скрывают недостатки своих товаров, поэтому для работы с СОУЭ желательно использовать ИБП, которые прошли надлежащую сертификацию.

Основной характеристикой ИБП является полная мощность, измеряемая в В·А (вольт-амперах). Полную мощность не следует путать с активной мощностью или мощностью нагрузки, измеряемой в ваттах. Если производитель для своего ИБП не указывает мощность в ваттах, то для ее получения

необходимо полную мощность умножить на коэффициент 0,7. Данный коэффициент называется коэффициентом мощности (Power Factor), равен отношению активной мощности к полной мощности (вольт-ампер) и определяет характер нагрузки (активная или реактивная (комплексная)).

Длительную работу резервируемой системы при пропадании питания обеспечивают АКБ. В ИБП увеличение времени резервирования достигается применением составных батарей. На рис. 4.13 изображено последовательно параллельное соединение.

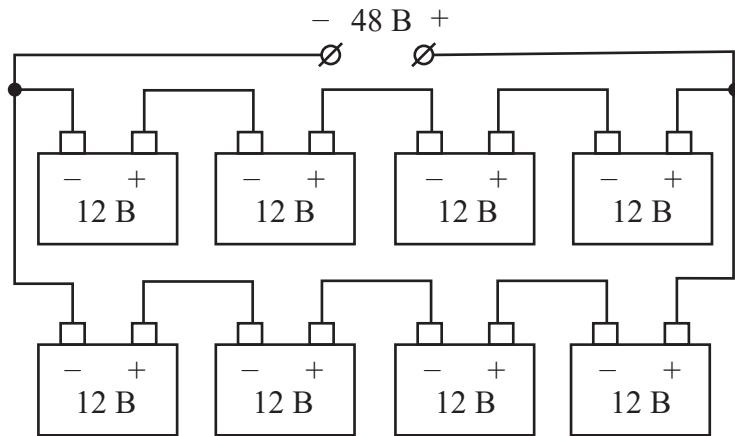


Рис. 4.13. Пример построения составной аккумуляторной батареи

В ИБП, изображенном на рис. 4.14, используется составная батарея из восьми последовательно параллельно подключенных АКБ общей мощностью $8 \times 9 \text{ A} \cdot \text{ч}$ (см. рис. 4.13). Характер соединения батарей определяется типом инвертора используемого в ИБП.

Общая энергия составной батареи E_6 :

$$E_6 = n W, \quad (4.53)$$

где n – количество АКБ, шт.; W – мощность одной аккумуляторной батареи, Вт·ч.

АКБ могут быть как встроенными, так и внешними. Большинство ИБП содержат встроенные АКБ, но для увеличения емкости могут предлагаются и дополнительные внешние АКБ, позволяющие увеличить время резервирования. При одновременной работе (комбинировании) внутренних и внешних АКБ необходимо удостовериться в том, что суммарная энергия W этих АКБ не превысит возможности ИБП.

На рис. 4.14 изображен мощный ИБП со встроенными АКБ, предназначенный для установки в электротехнический шкаф.



Рис. 4.14. Внешний вид стоечного блока бесперебойного питания JPX-3000

Зарядные устройства современных ИБП управляются процессором, который автоматически определяет, оптимизирует режим подзарядки, осуществляет полный контроль параметров, управляет внешней индикацией режимов. Программное управление позволяет дистанционно контролировать и управлять параметрами ИБП. К дополнительным достоинствам ИБП можно отнести простоту монтажа, удобство в обслуживании и безопасность.

Для расчета мощности эффективно резервируемой ИБП необходимо учитывать дополнительный коэффициент η , учитывающий потери на инвертирование:

$$E = \eta E_6, \quad (4.54)$$

где η – КПД инвертора ИБП (если производитель ИБП не указывает данное значение, то рекомендуется использовать $\eta = 0,85$); E_6 – мощность составной (встроенной или внешней) аккумуляторной батареи, Вт·ч.

Примеры схемы включения технических средств, которые минимизируют мощность потребления в дежурном режиме

Пример 1

Подключение блока сообщений VF-8160 к комбинированной системе RA-8236, обеспечивающей оптимальный режим работы в дежурном режиме (рис. 4.15).

Особенность данного подключения заключается в том, что блок сообщений VF-8160 в дежурном режиме полностью обесточен. В тревожном режиме он активируется от терминального усилителя RA-8236 и включается в работу. Такое включение позволяет за период дежурного времени сэкономить $24 \cdot 12 = 288$ Вт.

VF-8160 блок сообщений

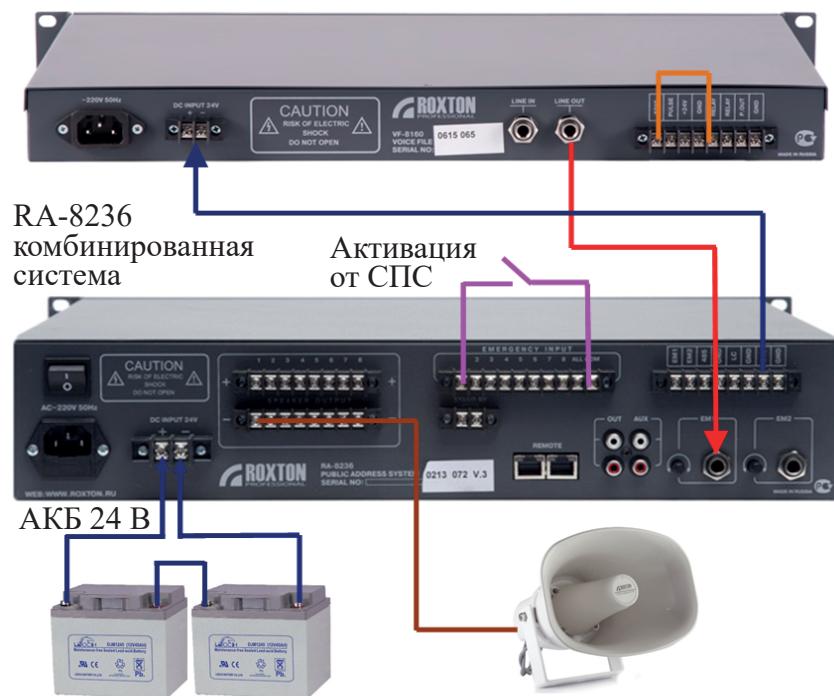


Рис. 4.15. Пример организации КТС

Пример расчета

Воспользуемся результатами, полученными выше, и рассчитаем время резервирования КТС (см. рис. 4.15).

Входные данные для расчета:

1. Характеристики блока сообщений VF-8160:

- мощность потребления в дежурном режиме (24 В) – 0 Вт;
- мощность потребления в тревожном режиме (24 В) – 12 Вт.

2. Характеристики комбинированной системы RA-8236:

- мощность потребления в дежурном режиме (24 В) – 7,2 Вт;
- мощность потребления в тревожном режиме (24 В) – 14,4 Вт;
- мощность потребления в тревожном режиме (24 В) при полной нагрузке – 400 Вт;
- нагрузка усилителя составляет не более 80 % от полной мощности 360 Вт.

Рассчитать:

- мощность потребления (блоков) в течение дежурного режима (формула (4.48)):

$$P_d = 24 \cdot 7,2 = 173 \text{ Вт};$$

- мощность потребления усилителя с учетом формулы (4.52):

$$P_y = 0,35 \cdot 400 \cdot 0,8 = 112 \text{ Вт};$$

– мощность потребления (блоков) в тревожном режиме при $T_{\text{tp}} = 1$ ч (формула (4.49)):

$$P_{\text{tp}} = 1 (112 + 12) = 124 \text{ Вт};$$

– суммарную мощность потребления блоков (формула (4.50)):

$$P_{\text{сум}} = 173 + 124 = 297 \text{ Вт};$$

– ток потребления СОУЭ:

$$I_{\text{сум}} = P_{\text{сум}} / 24 = 297 / 24 = 12,3 \text{ А}\cdot\text{ч.}$$

Для резервирования данной системы необходимо выбрать пару АКБ емкостью не менее $1,25 \cdot 12,3 \sim 16$ Ач.

Пример 2

Схема включения блоков системы аварийного оповещения и музыкальной трансляции ITC-ESCORT обеспечивает длительное время резервирования.

На рис. 4.16 представлен фрагмент системы оповещения, реализованный на системе ITC-ESCORT.

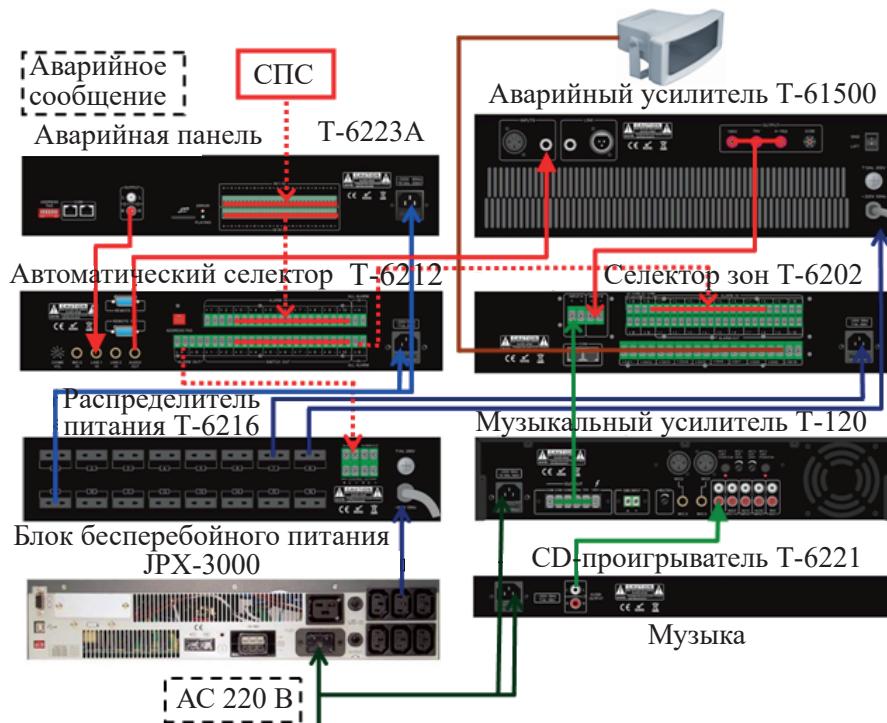


Рис. 4.16. Пример организации КТС на оборудовании ITC-ESCORT

Система работает в двух режимах: в режиме тревожного оповещения и в режиме музыкальной трансляции. Источником бесперебойного питания (ИБП) резервируются только те блоки, которые отвечают за тревожный режим.

Блоки, реализующие музыкальную трансляцию, не резервируются.

Работа системы осуществляется следующим образом. Управление десятью линиями громкоговорителей осуществляется автоматический селектором Т-6212, к которому через селектор зон Т-6202 подключены 2 независимых усилителя: Т-120 – усилитель, работающий в режиме музыкальной трансляции, Т-61500 – высокоприоритетный усилитель, работающий в тревожном режиме. Аварийный усилитель Т-61500 питан от отключающихся (управляемых) розеток распределителя питания Т-6216. В дежурном режиме данные розетки обесточены. Автоматический селектор Т-6212, так же как и аварийная панель Т-6223А, отвечающая за включение тревожного сообщения, находятся на дежурстве и должны быть подключены к статическим (не отключающим) розеткам распределителя питания Т-6216. При поступлении сигнала включения от системы пожарной сигнализации на выходе автоматического селектора возникает контрольный сухой контакт, который активирует распределитель питания. На выходе отключающихся розеток возникает напряжение 220 В, которое питает селектор зон Т-6202 и усилитель Т-61500. Блоки, отвечающие за музыкальную трансляцию – усилитель Т-120 и CD-проигрыватель Т-6221, не резервируются.

Глава 5

ПОСТРОЕНИЕ СОУЭ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ROXTON

5.1. Общие сведения об оборудовании. Техника безопасности

На рис. 5.1 изображена структурная схема стендов, используемых при построении СОУЭ:

- стенд с громкоговорителями;
- стенд с селекторными панелями;
- электротехнические шкафы (стойки) оповещения – 2 шт. (первая стойка – справа, вторая стойка – слева, рис. 5.1);
- столы с размещенным на нем оборудованием: компьютер, микрофон T-621, микрофонная консоль SX-R31, микрофонная консоль RM-8064.

В нижней части первого шкафа размещается источник бесперебойного питания (ИБП) мощностью 500 Вт.

В нижней части второго шкафа размещаются АКБ, обеспечивающие резервное питание блоков системы.

Технические средства, входящие в блоки, образуют следующие системы:

1. Настольную комбинированную систему ROXTON серии SX, которая состоит из:

- комбинированной системы оповещения с возможностью дистанционного сетевого управления SX-480N;
- микрофонной консоли SX-R31 – 1шт.;
- блока бесперебойного питания JPX-1000 – 1 шт.

2. Распределенную систему ROXTON 8000, состоящую из (рис. 5.2):

- микрофона тангентного T-721 – 1шт.;
- микрофона настольного T-621 – 1шт.;
- блока сообщений VF-8160 – 1шт.;
- блока контроля линий LC-8108 – 1шт.;
- микрофонной консоли RM-8064 – 1шт.;
- распределителя-адаптера RS-8108 – 2 шт.;
- программного обеспечения ROXTON SOFT – 1 шт.;
- аудиопроцессора AP-8264 – 1 шт.;
- блока контроля и управления PS-8208 – 1шт.;
- комбинированной системы RA-8236 – 1шт.;
- комбинированного преобразователя RP-8264 – 1шт.;
- терминального настенного усилителя RA-8050 – 1шт.;
- четырехканального усилителя PA-8424 – 1шт.;
- комбинированного проигрывателя CD-8121 – 1шт.

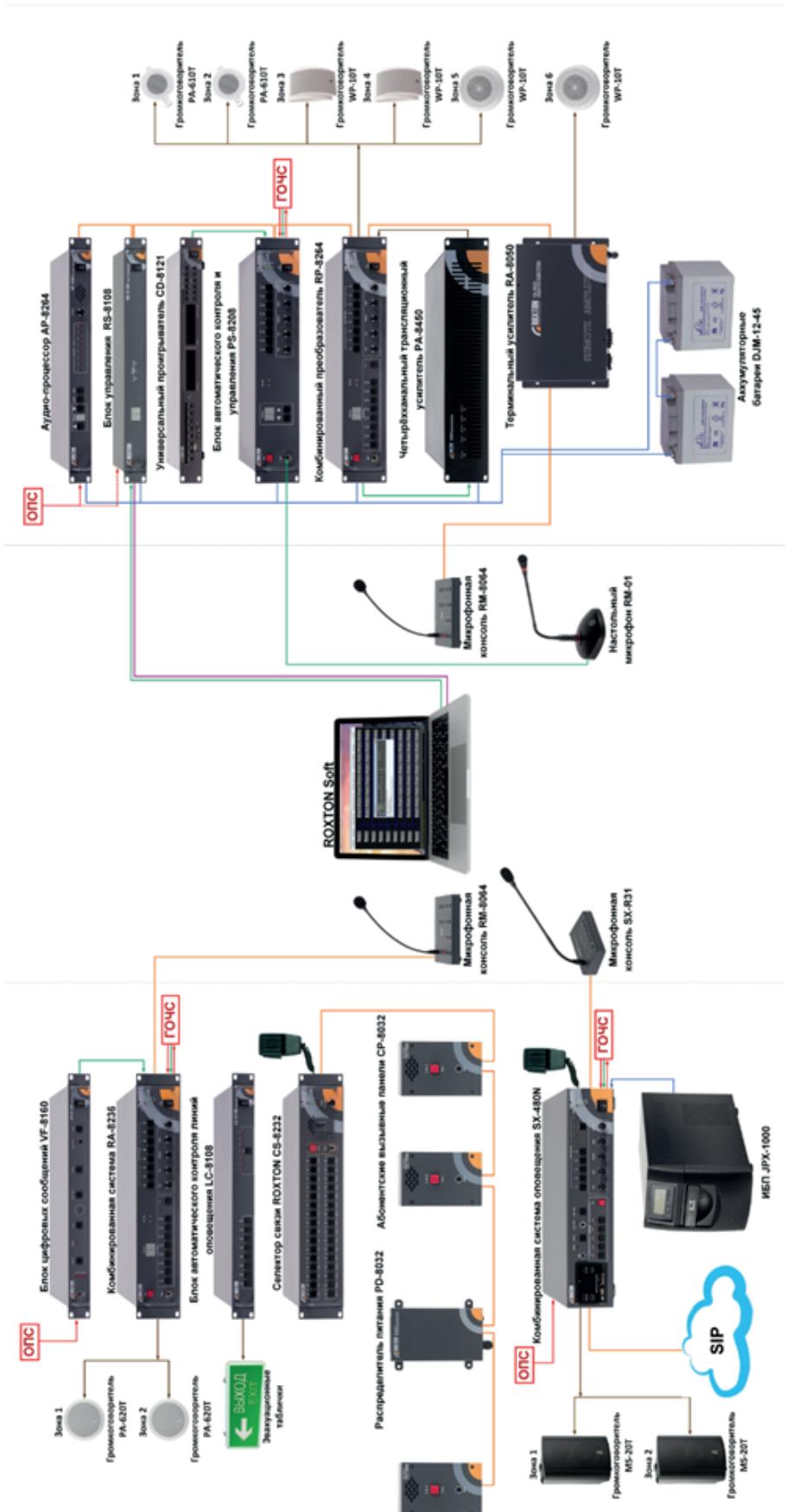


Рис. 5.1. Структурная схема стенда

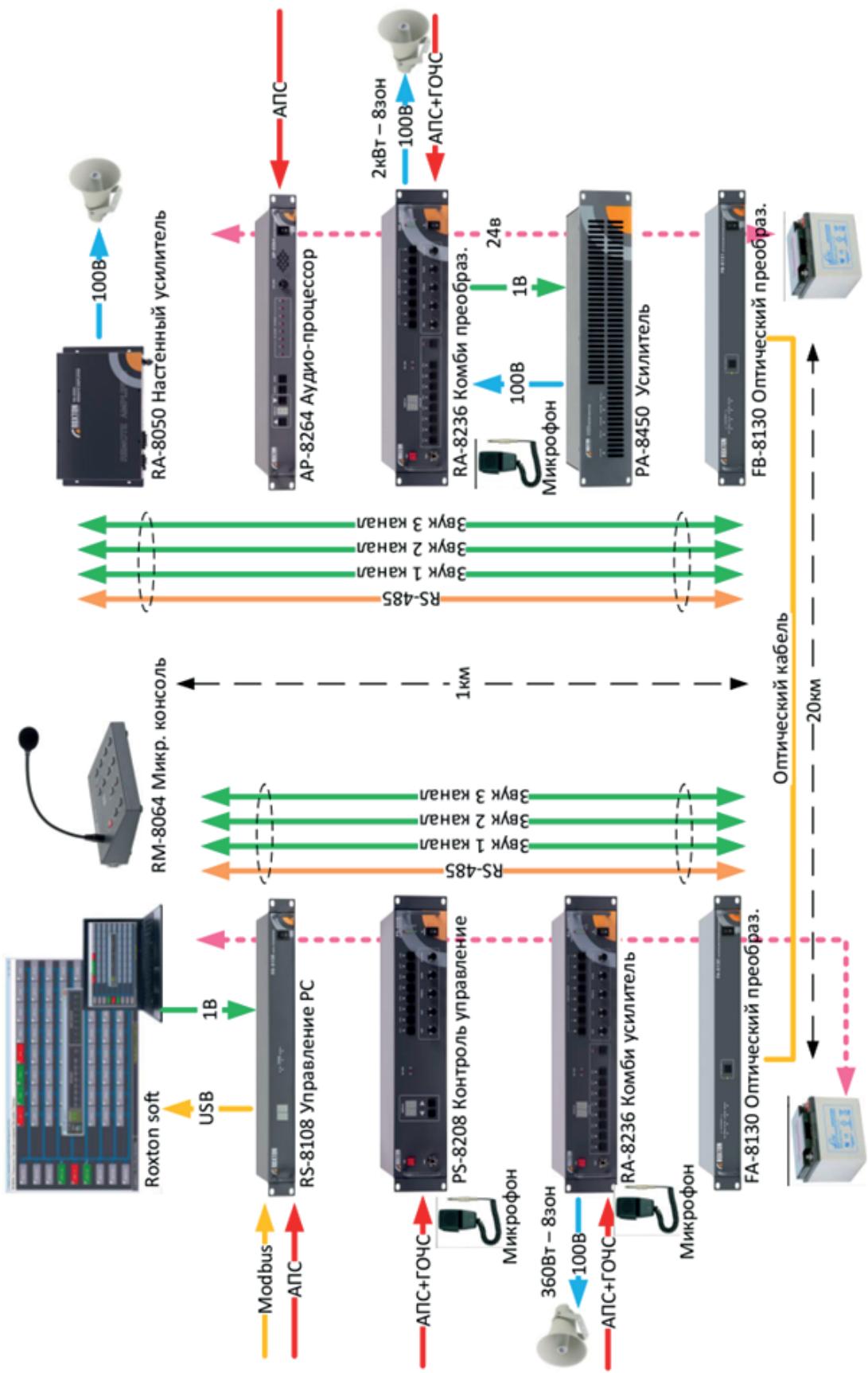


Рис. 5.2. Структурная схема цифро-аналоговой системы российского производства ROXTON 8000

3. Система диспетчерской связи ROXTON 8000, состоящая из:

- селектора связи CS-8232 – 1 шт.;
- абонентской панели CP-8232 – 2 шт.;
- распределителя питания PD-8024 – 1 шт.

Также в состав систем входит дополнительное оборудование:

- шкаф для монтажа (18U) – 2 шт.;
- выдвижные полки для настольной системы и консолей – 2 шт.;
- АКБ – 45АЧ – 2 шт.;
- блок розеток (на 8) – 2 шт.;
- громкоговорители ROXTON:
 - 1) настенный громкоговоритель WP-06T (6 Вт/100 В) – 2 шт.;
 - 2) универсальный громкоговоритель WP-10T (10 Вт/100 В) – 2 шт.;
 - 3) потолочный громкоговоритель PA-620T (6 Вт/100 В) – 2 шт.;
 - 4) потолочный громкоговоритель PA-610T (6 Вт/100 В) – 2 шт.;
- комплект коммутации:
 - 1) кабель Jack-Jack – 1 м – 2 шт.;
 - 2) кабель RCAM-RCAF – 2 м – 2 шт.;
 - 3) patch-корды от SX-R31 – 15 шт.;
 - 4) провод (для подключения громкоговорителей) 2×0,75 – 100 м.

Техника безопасности

1. Перед началом работы с оборудованием необходимо ознакомиться с инструкцией к блокам.

2. Блоки устанавливаются в помещении с перепадом температур не более +10 ... +40 °С, влажностью не более 80 %.

3. Питание (основного ввода) блоков осуществляется от сети переменного тока (220–240 В, 50 Гц).

4. Питание (резервного ввода) блоков осуществляется от пары АКБ (12В) постоянного тока. Подключение АКБ осуществляется в обесточенном состоянии согласно инструкции.

5. В целях безопасности, а также во избежание поражения элементов блока статическим напряжением коммутацию технических средств необходимо производить с отключенным питанием.

6. Не рекомендуется устанавливать блок в сильно запыленных, задымленных помещениях. Нежелательно прямое попадание солнечных лучей.

7. Не допускается контакта блока с влажной средой.

8. При чистке или длительном хранении блока необходимо осуществить отключение питания от сети.

9. Перед началом эксплуатации убедитесь, что устройство заземлено.

10. Не подключайте микрофонную консоль SX-R31 к разъему LAN.

11. Не подключайте моноблок к локальной сети через разъемы Remote.

5.2. Построение локальной СОУЭ III типа с возможностью сетевого управления на базе комбинированной системы ROXTON SX-480N

Изучение интерфейса комбинированной системы SX-480N

Диалоговое окно интерфейса представлено на рис. 5.3. В диалоговом окне доступны следующие функции:

- настройка программного обеспечения (веб-интерфейса);
- отработка функций передачи экстренного сообщения с SIP устройства;
- настройка и трансляция интернет-радио;
- смена приоритетности;
- управление зонами.

Основной акцент дополнительных возможностей комбинированной системы SX-480N направлен на изучение сетевых возможностей работы, настройки и управления при помощи ПО.

Комбинированная система SX-480N может использоваться в качестве полнофункциональной системы оповещения (СОУЭ III типа), в качестве объектовой (ОСО) и локальной (ЛСО) системы оповещения. Моноблоком можно управлять дистанционно и передавать сообщения с 4 выносных микрофонных консолей ROXTON SX-R31, функционирующих по интерфейсу RS-485, с мобильного телефона (по SIP-протоколу), транслировать интернет-радио при помощи веб-интерфейса (интернет-браузера).

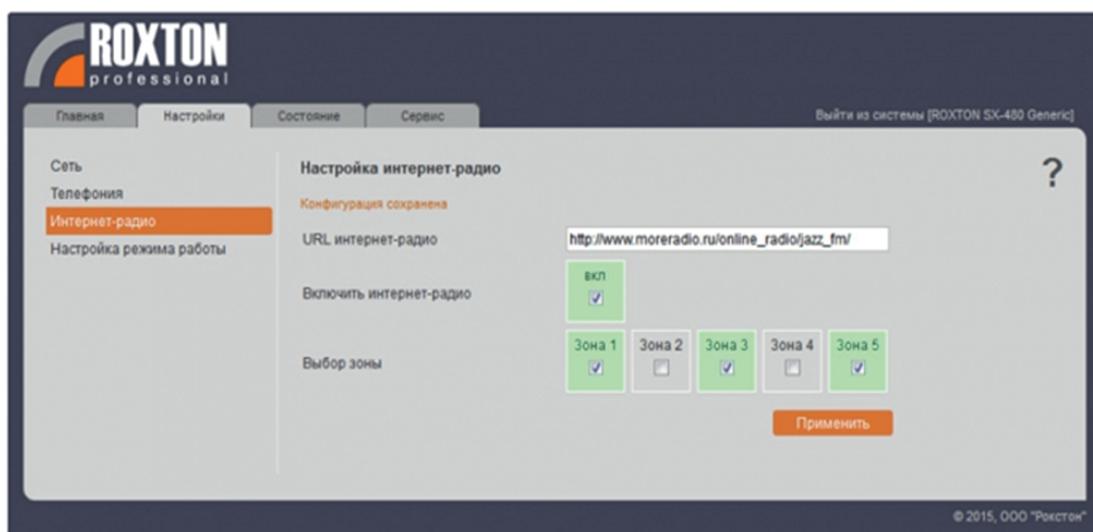


Рис. 5.3. Интерфейс программы ROXTON SX

Изучение основных (базовых) и дополнительных возможностей комбинированной системы SX-480N

Общие сведения

Комбинированная система оповещения ROXTON SX-480 (моноблок) показана на рис. 5.4.



Рис. 5.4. Состав комбинированной системы ROXTON SX-480N

Данный блок представляет собой законченную полнофункциональную систему оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) III типа. К блоку ROXTON SX-480N может быть подключено до 4 микрофонных консолей ROXTON SX-R31, каждая из которых работает по своему приоритету.

Консоль с более высоким приоритетом может прерывать (блокировать) работу консоли с низким приоритетом. Микрофонные консоли подключаются к процессору по витой паре и работают по протоколу RS-485. При помощи микрофонной консоли можно управлять 5 зонами, а именно: включать нужную зону или группу зон и транслировать в нее сообщение при помощи микрофона. Для каждой консоли при помощи DIP-переключателей на задней панели устанавливается свой адрес, соответствующий приоритету консоли.

В прибор ROXTON SX-480N интегрирован музыкальный модуль, снабженный FM-тюнером и аудиодекодером, поддерживающим форматы MP3, WMA. Модуль оснащен дополнительными разъемами для установки USB / SD / MMC-карт. Выбор и управление музыкальными источниками осуществляется как с самого прибора, так и при помощи пульта дистанционного управления.

ROXTON SX-480N позволяет при помощи устройств, поддерживающих SIP-протокол (смартфон, планшет и т. п.) осуществлять трансляцию голосового сообщения по сети Ethernet, а также музыкальную трансляцию в стандарте интернет-радио.

На базе блока SX-480N можно построить локальную и распределенную системы оповещения с возможностью сетевого управления. На рис. 5.5 представлена схема функционирования такой системы.

Доступно два вида управления.

1. Автоматическое управление.

При поступлении сигнала (сухого контакта) от системы АУПС на клеммы EM1, расположенные на задней панели блока, запускается голосовое сообщения (со встроенного блока сообщений), происходит включение всех зон – коммутация 5 линий громкоговорителей к встроенному усилителю мощности 480 Вт/100 В.

2. Ручное управление.

Ручное управление в данной конфигурации может быть осуществлено несколькими способами:

- включением встроенного универсального проигрывателя с возможностью трансляции в конкретные зоны, выбираемые кнопками встроенного селектора и расположенными на передней панели блока;
- ручным включением встроенного блока сообщений;
- полуавтоматическим управлением при помощи микрофонной консоли SX-R31;
- передачей сообщения с SIP-устройства;
- организацией интернет-радио;
- высокоприоритетным включением с трансляцией сообщения с микрофона, подключенного к задней панели блока.

Также существует возможностьстыковки с сигналами ГОЧС.

Сигналом от блока централизованного запуска БЦЗ или блока П-166Ц БУ-002 или имитатора – сухой контакт + аудиосигнал активируется третий приоритет блока SX-480N (клеммы EM2 задней панели + аудиовход LINE IN). При этом информация о чрезвычайной ситуации поступает во все зоны. Активация высоких приоритетов подтверждается (квитируется) выходным сухим контактом (клемма EM2).

Для изучения интерфейса специализированного программного обеспечения ROXTON необходимо воспользоваться персональным компьютером с доступом к глобальной сети Интернет.

1. Включить ПК.

2. Осуществить коммутацию ПК с блоком SX-480N. Для этого необходимо с помощью кабеля LAN осуществить соединение интернет-модема и LAN-разъема блока SX-480N.

**Возможность дистанционного управления на базе
МИКРОФОННОЙ КОНСОЛИ ROXTON SX-R31**

Возможности комбинированной системы SX-480N

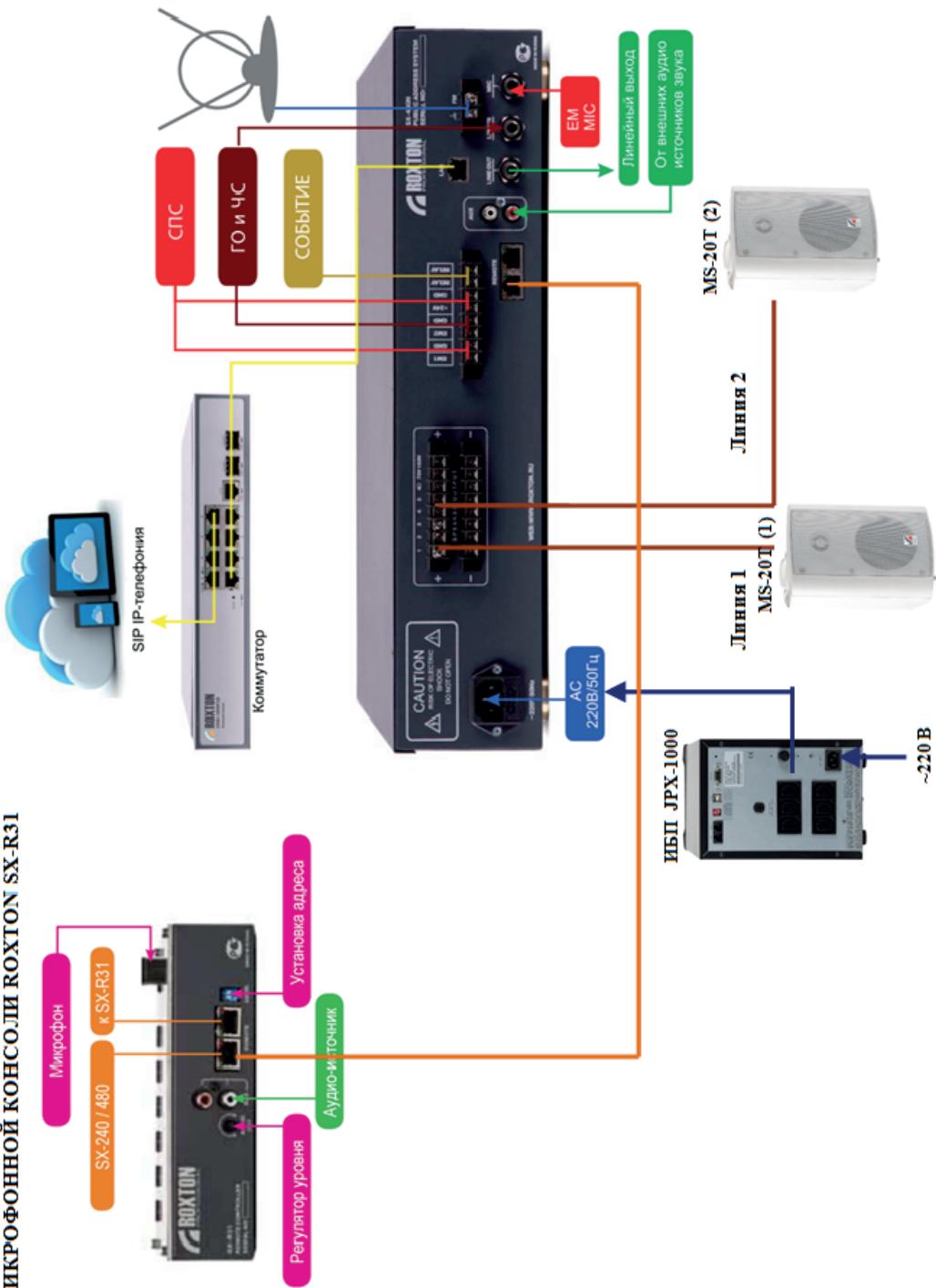


Рис. 5.5. Схема функционирования системы оповещения с возможностью сетевого управления СОУЭ III типа

3. Проверить совпадение настроек:
 - IP – 192.168.1.128;
 - маски подсети – 255.255.255.0;
 - основной шлюз – 192.168.1.254;
 - DNS – 192.168.1.254.
4. Открыть интернет-браузер.
5. Ввести в поисковую строку 192.168.1.128.
6. В открывшемся окне ввести пароль 1234.
7. Ознакомиться с возможностями настройки и дополнительными возможностями системы SX-480N.
8. Выключить ПК.

Для построения локальной СОУЭ III типа необходимо выполнить следующие действия (рис. 5.6):

1. Соединить выход 2 (Remot) на задней панели SX-480N и выход 3 на задней панели SX-R31 (соединение устройств осуществляется с помощью витой пары 1).
2. С помощью двухжильных проводов 5 осуществить соединение громкоговорителей 4. Для этого необходимо в клемму 6 (подпозиции 1) установить соединительные провода, а противоположный конец провода 5 затягивается в клемме 7, находящейся на задней панели, соблюдая полярность. Второй громкоговоритель подключается аналогичным образом.

После того как локальная система оповещения собрана, ее необходимо запитать от блока бесперебойного питания 8. Для этого необходимо соединить разъем 10, находящийся на задней панели SX-480N, и разъем 11 блока бесперебойного питания с помощью силового провода 9. Блок бесперебойного питания подключить к источнику переменного тока 12 с помощью силового провода 13 путем соединения разъемов 12 и 14.

5.3. Построение локальной СОУЭ III типа на базе комбинированного решения ROXTON RA-8236

Общие сведения

Применение блоков системы ROXTON 8000 позволяет совершать:

- построение СОУЭ III, IV, V типов;
- развертывание распределенных (централизованных) систем оповещения (ЦСО);
- построение локальных систем оповещения (ЛСО) о чрезвычайных ситуациях;
- построение объектовых систем оповещения (ОСО) о технологических угрозах;
- организацию системы селекторной громкоговорящей связи (с сотрудниками объекта защиты);
- организацию системы звукового обеспечения (СЗО).

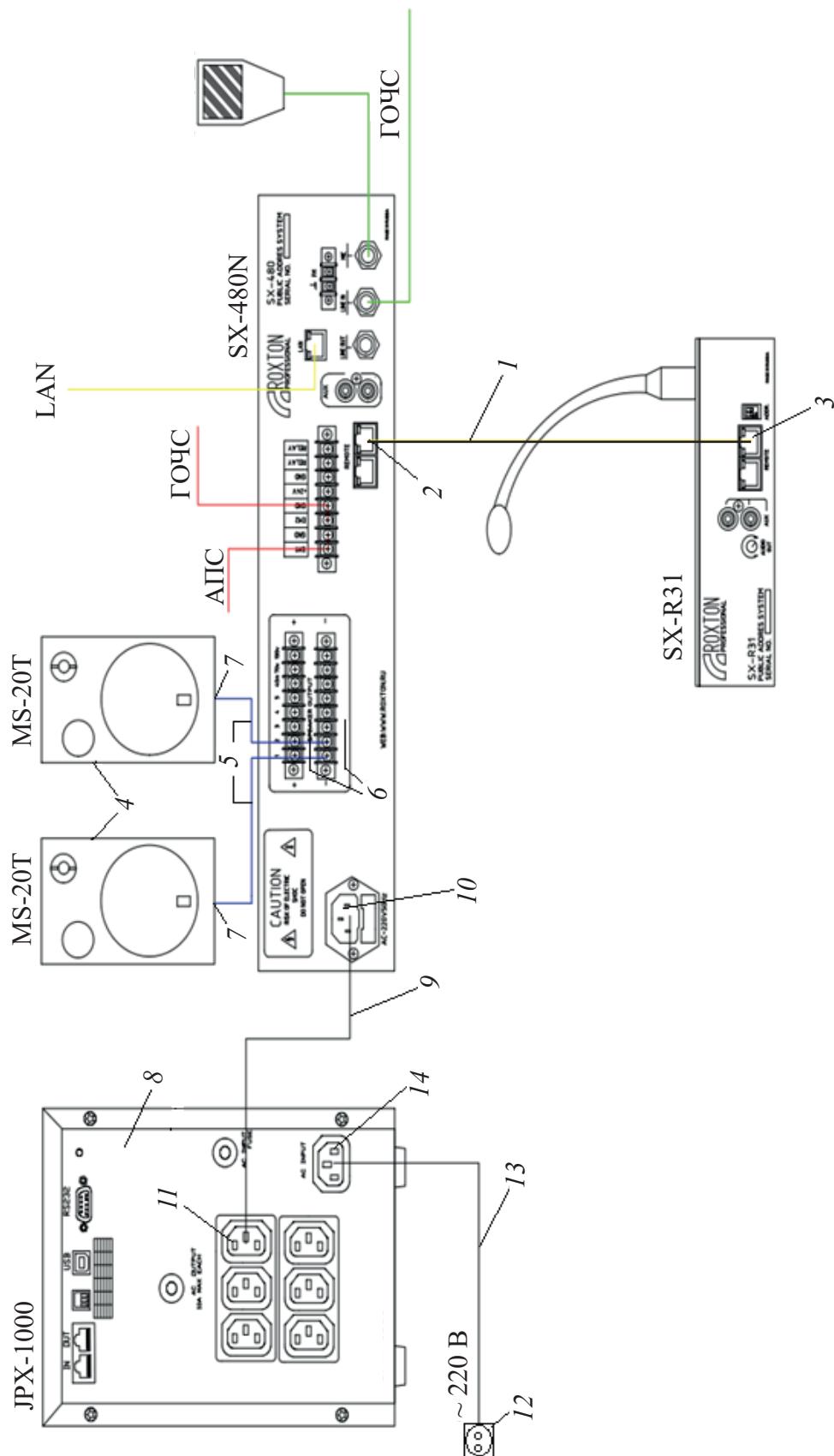


Рис. 5.6. Схема подключения работы системы малобюджетной COUE III типа

Система ROXTON 8000 представляет собой многофункциональное 512-зонное 3-канальное многоприоритетное цифроаналоговое решение. Блоки системы разбиты на 4 основные группы:

- терминальные усилители;
- блоки контроля;
- блоки управления;
- блоки контроля и управления.

Для реализации задачи построения СОУЭ нужного типа необходимо использовать следующие технические средства:

- комбинированную систему RA-8236 – 1 шт.;
- блок сообщений VF-8160 – 1 шт.;
- микрофонную консоль RM-8064 – 1 шт.;
- блок контроля линий LC-8108 – 1 шт.;
- настенные громкоговорители PA-620T (6 Вт / 100 В) – 2 шт.

Комбинированная система ROXTON RA-8236

Комбинированная система ROXTON RA-8236 представляет собой цифроаналоговый моноблок, на базе которого можно построить законченную полнофункциональную систему оповещения и может функционировать в двух режимах: в локальном режиме как самостоятельное (локальное) устройство и в составе системы как управляемый и контролируемый терминал (рис. 5.7).



Рис. 5.7. Состав комбинированной системы ROXTON RA-8236

На рис. 5.8 изображена схема функционирования системы.

В локальном режиме на базе данного моноблока можно реализовать централизованную 12-приоритетную дистанционно управляемую систему оповещения – СОУЭ III типа.

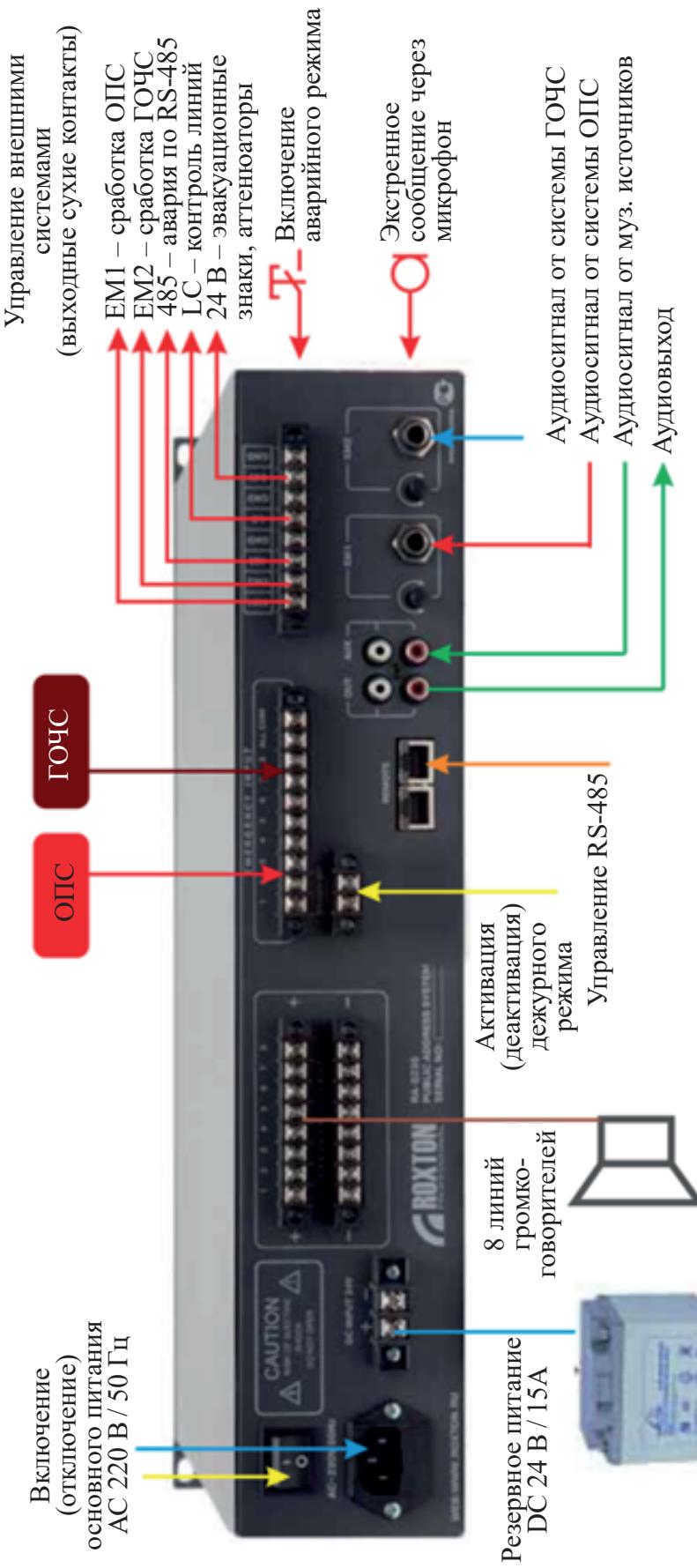


Рис. 5.8. Схема функционирования комбинированной системы ROXTON RA-8236

В составе системы может присутствовать до 64 терминалов RA-8236, на базе которых может быть реализована трехканальная 16-приоритетная, 512-зонная система оповещения с возможностью дистанционного контроля и управления. Каждому терминалу назначается свой уникальный адрес. Терминалы управляются и контролируются от периферийных устройств типа RM-8064 или PS-8208 по трем независимым звуковым каналам и протоколу RS-485. Трехканальная реализация позволяет организовать независимое управление разными частями системы.

Блок сообщений ROXTON VF-8160

Блок цифровых сообщений ROXTON VF-8160 предназначен для автоматического аварийного оповещения (рис. 5.9).

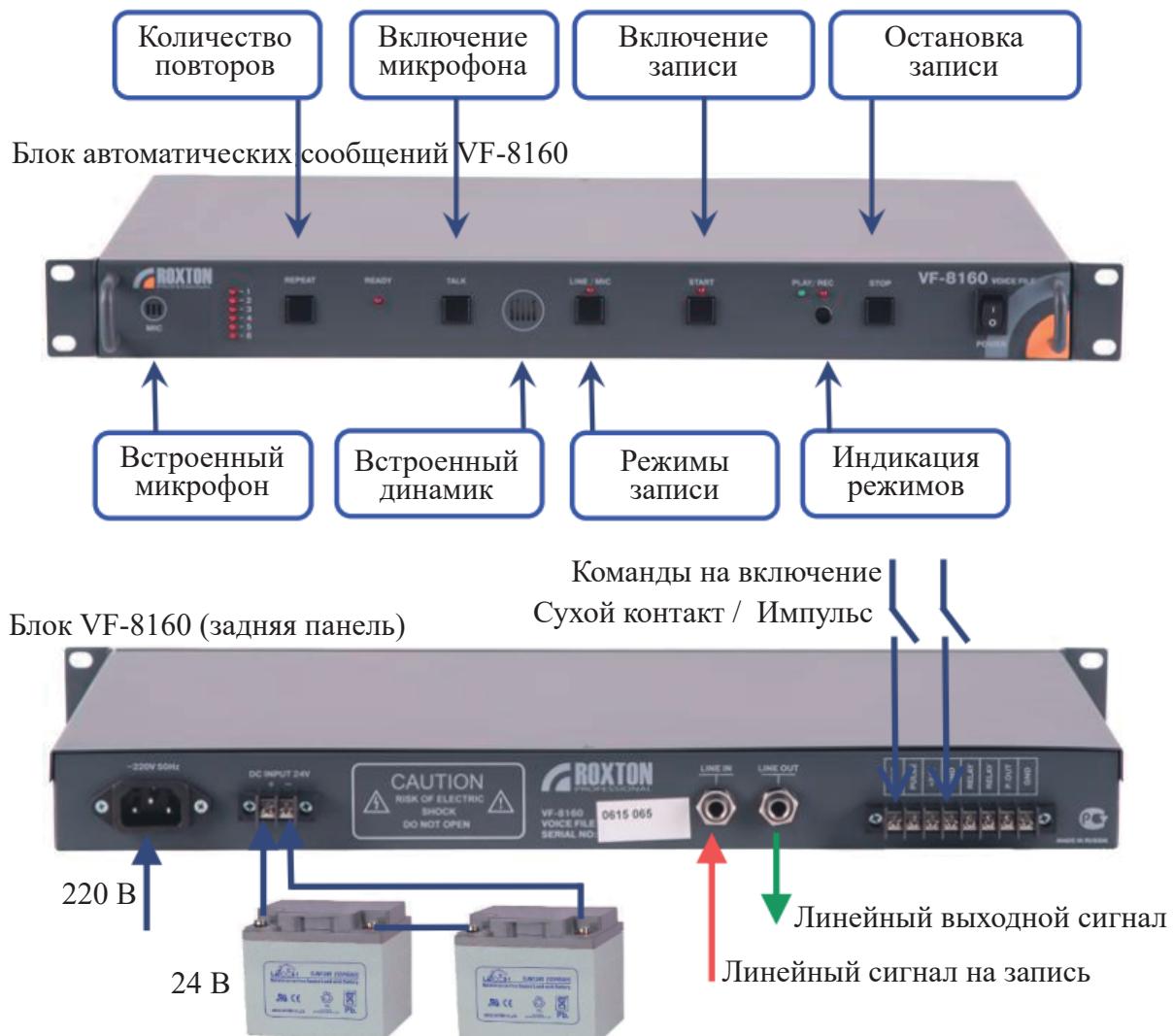


Рис. 5.9. Схема функционирования блока сообщений ROXTON VF-8160

Блок позволяет записывать и хранить в цифровом виде речевое сообщение длительностью до 60 с. При поступлении на вход данного блока сигнала (сухой контакт, импульс, 24 В) от ОПС происходит запуск блока цифровых сообщений. Заранее записанное аварийное сообщение поступает на линейный выход. В полуавтоматическом режиме при нажатии кнопки можно сделать сообщение при помощи встроенного конденсаторного микрофона. На передней панели блока расположены индикаторы режимов работы и кнопки управления, а также встроенный конденсаторный микрофон и контрольный громкоговоритель. Конструктивно блок ROXTON VF-8160 выполнен в универсальном 19-дюймовом корпусе, предназначенном для монтажа в стандартный электротехнический шкаф. Питание осуществляется от сети переменного тока AC 220 В, а также источника постоянного тока DC 24 В.

Микрофонная консоль ROXTON RM-8064

Микрофонная консоль ROXTON RM-8064 предназначена для дистанционного управления комбинированной системой RA-8236 (рис. 5.10).



Рис. 5.10. Внешний вид микрофонной консоли ROXTON RM-8064

Консоль работает как в составе локальной системы, так и в составе общей (распределенной) системы совместно с процессором-селектором ROXTON PS-8208. Микрофонная консоль – это устройство, совмещающее в себе функции селектора зон и микрофона, предназначена для выбора нужных зон (до 512 зон) и передачу в них речевого сообщения с микрофона, а также с музыкального аудиовхода, расположенного на задней панели.

При помощи консоли можно осуществлять дистанционное управление 64 блоками RA-8236 в целях дальнейшей коммутации в заданном приоритете.

Блок контроля линий ROXTON LC-8108

Блок автоматического контроля линий ROXTON LC-8108 предназначен для работы в системах аварийного оповещения.

Блок осуществляет контроль восьми линий громкоговорителей и работает как в ручном (полуавтоматическом), так и автоматическом режиме. В ручном режиме контроль осуществляется нажатием соответствующей кнопки на передней панели, а в автоматическом режиме – при помощи встроенного таймера, режимы которого устанавливаются кнопкой PROG на передней панели. При первоначальном включении блока или в режиме обучения происходит тестирование восьми линий. Измеренные импедансы заносятся в память устройства. По таймеру (в определенное время) происходит повторный опрос линий, и в случае отклонения измеренных параметров от зафиксированных ранее при тестировании осуществляется:

- звуковая сигнализация;
- световая индикация;
- выдача выходного управляющего сигнала (сухого контакта).

На рис. 5.11 изображена схема функционирования устройства.



Рис. 5.11. Схема функционирования блока контроля ROXTON LC-8108

На рис. 5.12 изображено одно из решений – локальная система СОУЭ III типа небольшой мощности, построенная на базе комбинированной системы RA-8236, блока сообщений VF-8160, микрофонной консоли RM-8064 и блока контроля LC-8108.

Блок ROXTON VF-8160 работает (принимает контакты) практически с любой системой пожарной сигнализации (АУПС), активируется сухим контактом, импульсом, 24 В.

Наивысший приоритет в системе имеет аварийный микрофон, включаемый одновременно с активацией (включением всех зон) аварийной кнопки, располагающейся на передней панели блока.

При поступлении сигнала от АУПС на выходе блока сообщений формируется звуковое сообщение, поступающее на (второй) высокий приоритет блока ROXTON RA-8236, осуществляющего усиление и трансляцию данного сообщения во все (или в нужные) зоны.

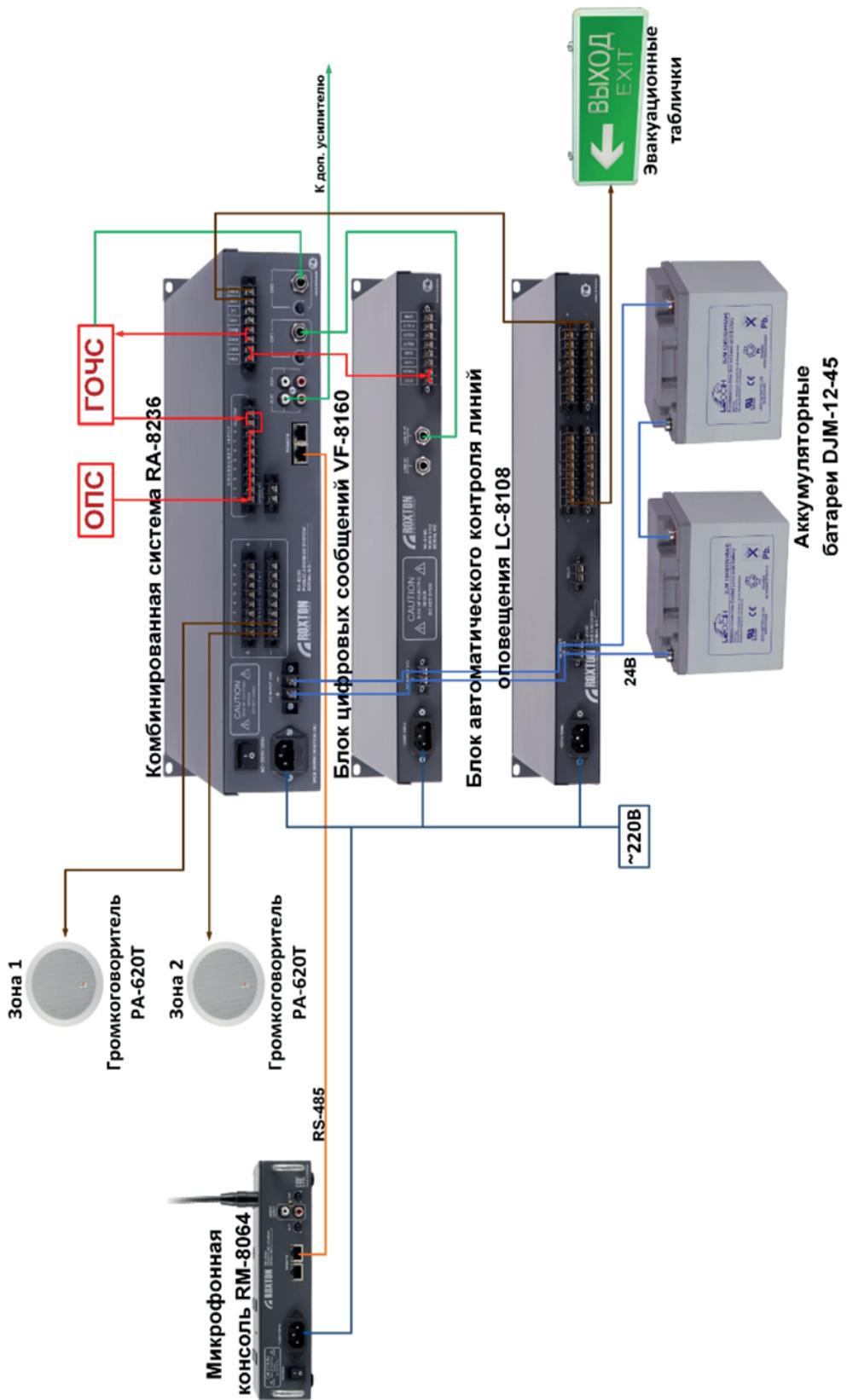


Рис. 5.12. Схема функционирования системы СОУЭ III типа на базе ROXTON RA-8236

Сигналом от блока централизованного запуска (БЦЗ) – сухой контакт + аудиосигнал активируется третий приоритет блока ROXTON RA-8236 и информация о чрезвычайной ситуации поступает во все зоны. Активация высоких приоритетов подтверждается (квитируется) выходным сухим контактом.

Питание системы осуществляется от двух АКБ ($2 \times 12 \text{ В} = 24 \text{ В}$), соединенных последовательно. Зарядку аккумуляторов осуществляет зарядное устройство блока ROXTON RA-8236 (см. рис. 5.12).

Автоматический режим управления

При активации (поступлении сухих контактов) от системы АУПС контактной группы EMERGENSY INPUT, расположенной на задней панели блока RA-8236, происходит включение блока сообщений VF-8160. На выходе блока VF-8160 формируется звуковое сообщение, поступающее на высокоприоритетный (второй приоритет) вход системы RA-8236. Блок RA-8236 осуществляет усиление и трансляцию данного сообщения в нужные зоны (в нашем случае – 1, 2). Комбинированная система RA-8236 имеет встроенный усилитель мощности (360 Вт/100 В) и осуществляет коммутацию – подключение 8 линий громкоговорителей к выходу усилителя. В нашем случае в системе задействованы 2 линии (зоны), к которым подключены громкоговорители настенного исполнения WP-06T.

При активации системы RA-8236 на выходе формируется напряжение 24 В, запитывающее динамические указатели. Контроль линии, питающей динамические указатели, осуществляется блоком контроля LC-8108.

Ручной режим управления

В ручном (полуавтоматическом) режиме в любую из 8 зон (в нашем случае – 2 зон) можно передать речевое сообщение с микрофонной консоли RM-8064.

В ручном режиме можно управлять и блоком сообщений VF-8160, при этом нужные зоны выбираются при помощи кнопокстроенного селектора, размещенных на передней панели блока RA-8236.

Стыковка с сигналами ГОЧС

Сигналом от блока централизованного запуска БЦЗ или блока П-166Ц БУ-002, или имитатора – сухой контакт + аудиосигнал активируется третий приоритет блока RA-8236 (клещмы ALL – COM, задней панели + аудиовход EM2). При этом информация о чрезвычайной ситуации поступает во все зоны. Активация высоких приоритетов подтверждается (квитируется) выходным сухим контактом (клещма EM2).

Питание системы осуществляется от сети 220 В. Для организации резервного питания системы используются АКБ $2 \times 12 \text{ В}$.

Для организации СОУЭ III типа необходимо подключить технические средства в соответствии с рис. 5.13.

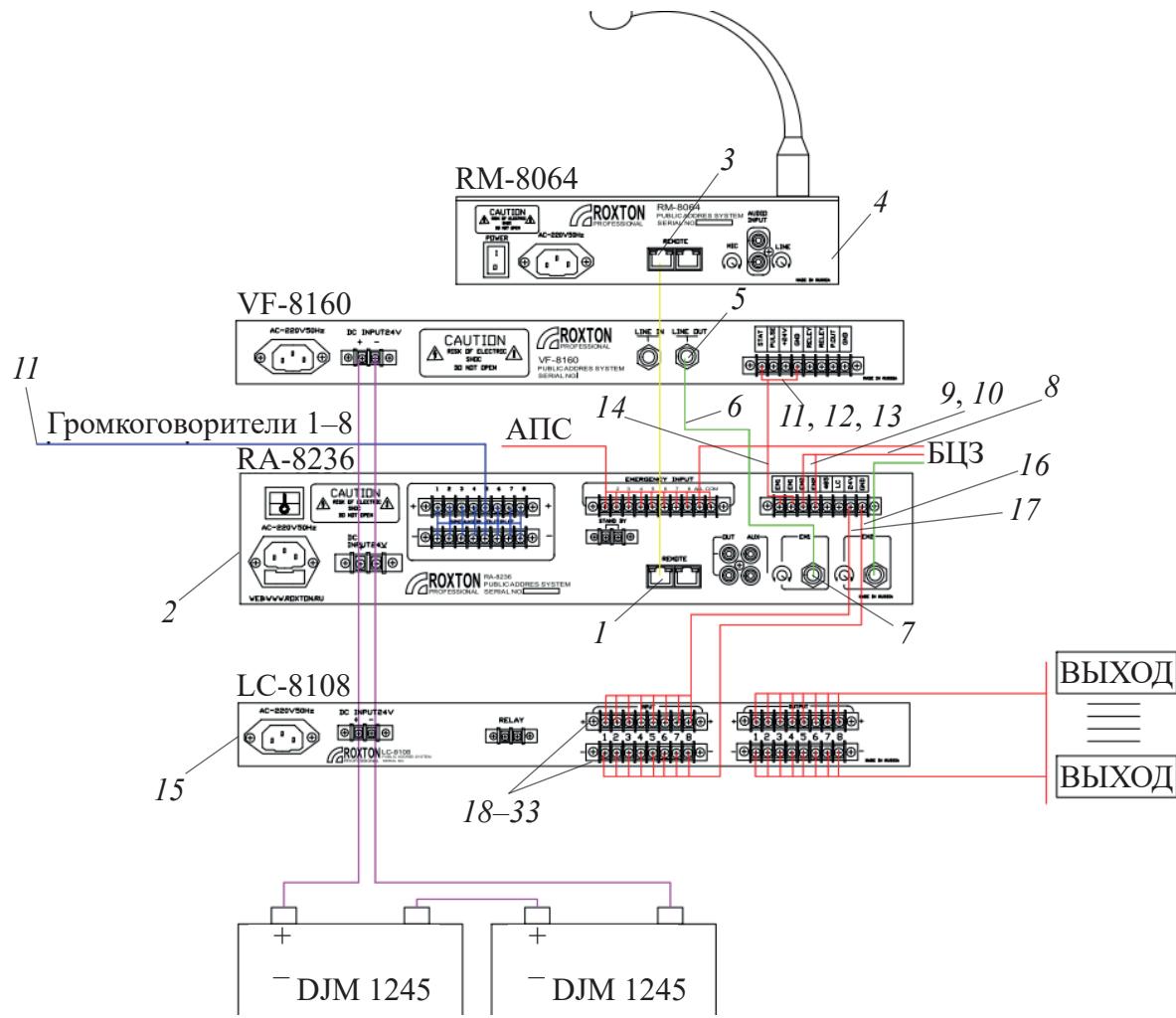


Рис. 5.13. Схема подключения системы СОУЭ III типа на базе ROXTON RA-8236

1. С помощью кабеля соединяем технические средства путем подключения выхода 1 на задней панели блока RA-8236 2 и выхода 3, находящегося на задней панели микрофонной консоли RM-8064 4.

2. Коммутируем громкоговорители 5 и блок 2 путем соединения двухжильным кабелем 6 выхода 7 на задней панели 2, соблюдая полярность. Второй громкоговоритель подключается аналогичным образом.

3. С помощью кабеля 8 производим коммутацию блока цифровых сообщений VF-8160 с блоком 2 путем соединения выходов 9 и 10, находящихся на задних панелях устройств. Осуществляем подключение клемм 11, 12, 13 с помощью кабеля 14.

4. Осуществляем подключение блока 2 к блоку автоматического контроля линий оповещения LC-8108 15 путем соединения клемм 16, 17 с клеммами 18–33 при помощи кабеля, соблюдая полярность.

5.4. Построение централизованной СОУЭ III типа на базе блока контроля управления ROXTON PS-8208

В состав оборудования, необходимого для построения СОУЭ III типа, входят следующие технические средства:

- блок контроля и управления PS-8208 – 1 шт.;
- комбинированный преобразователь RP-8264 – 1 шт.;
- четырехканальный усилитель мощности PA-8424 – 1 шт.;
- терминальный усилитель RA-8050 – 1 шт.;
- универсальный проигрыватель CD-8121 – 1 шт.;
- настольный микрофон T-621 – 1 шт.;
- громкоговорители – WP-06T – 2 шт.

Блок контроля и управления ROXTON PS-8208 совмещает функции предварительного усилителя и селектора на 8 зон, используется для построения систем аварийного оповещения и музыкальной трансляции на базе дополнительного оборудования (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Состав блока контроля и управления ROXTON PS-8208

Данный блок может работать как в локальном режиме, так и в составе системы. В обоих режимах блок осуществляет контроль и управление 64 периферийными исполнительными устройствами – терминалами ROXTON RA-8236, каждый из которых представляет собой самостоятельное законченное 8-зонное решение. Управление терминалами ROXTON RA-8236 осуществляется по трем независимым звуковым каналам, выбираемым автоматически, что позволяет увеличить пропускную способность системы.

Контроль и управление осуществляются по цифровому протоколу RS-485. Всего в системе может присутствовать до 9 контроллеров ROXTON PS-8208, каждому из которых задается свой приоритет, позволяющий обеспечить надлежащую гибкость управления. Приоритет соответствует программно-устанавливаемому адресу. Наибольший приоритет имеют блоки с большим адресом. При необходимости одновременной аудиотрансляции с 3 блоков блок с большим приоритетом занимает первый канал, блокируя или оттесняя блоки с меньшим приоритетом на 2-й и 3-й аудиоканалы. Музыкальную трансляцию рекомендуется вести с блоков, имеющих низкий приоритет. На рис. 5.15 изображена схема функционирования устройства.

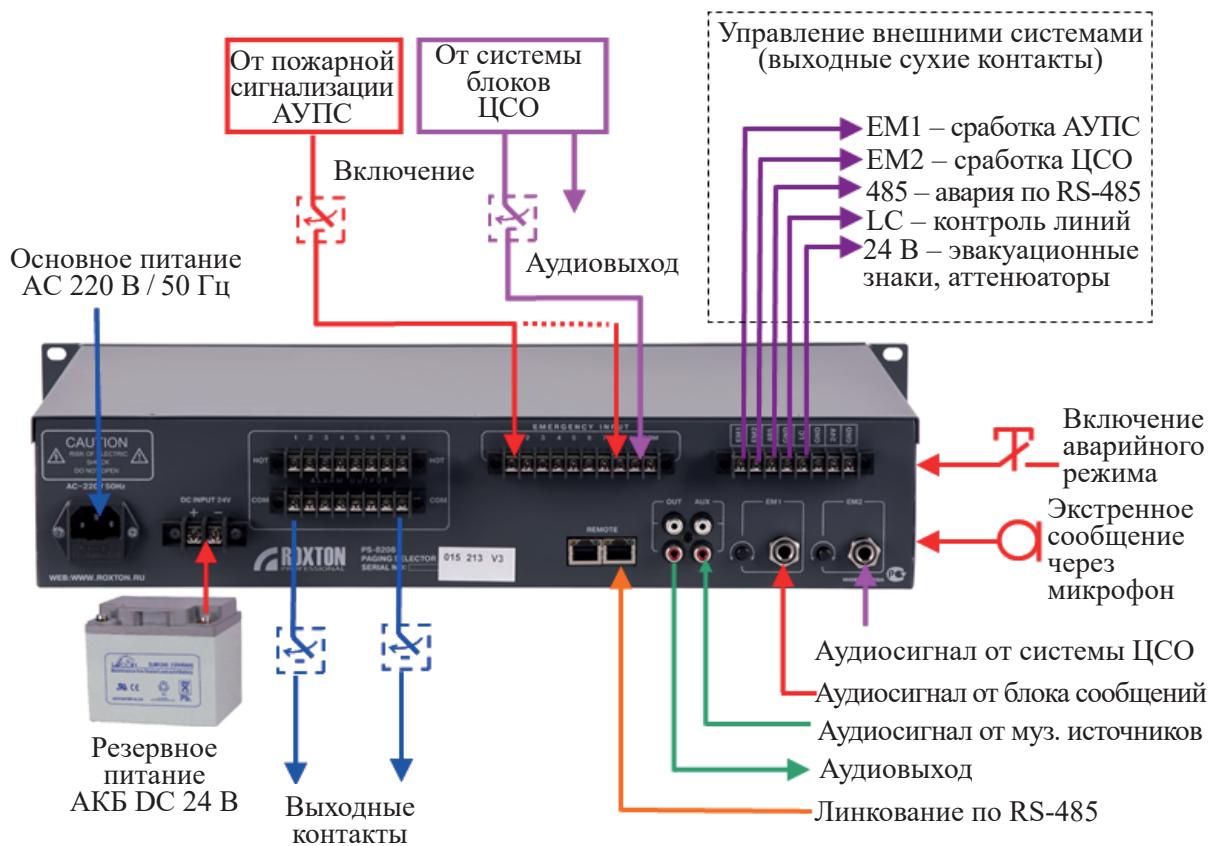


Рис. 5.15. Схема функционирования блока ROXTON PS-8208

Комбинированный преобразователь ROXTON RP-8264

Комбинированный преобразователь ROXTON RP-8264 (моноблок) работает в составе цифроаналоговой системы оповещения «ROXTON-8000». Представляет собой блок 19" (482,6 мм), совмещающий в себе функции моноприоритетного предварительного усилителя, 8-зонного селектора/коммутатора 4 внешних усилителей мощности на 8 линий громкоговорителей,

блока автоматического контроля линий громкоговорителей и зарядного устройства.

Моноблок снабжен входами для приема сигналов от пожарной станции, от систем централизованного оповещения (ЦСО) о чрезвычайных ситуациях. Моноблок дистанционно управляется и контролируется дополнительными устройствами системы ROXTON-8000, в комбинации с которыми представляет собой особо эффективную систему оповещения. Комбинированный преобразователь ROXTON RP-8264 имеет пожарный сертификат и может использоваться в качестве технического средства СОУЭ, ЛСО, ОСО. На рис. 5.16 изображена схема функционирования устройства.

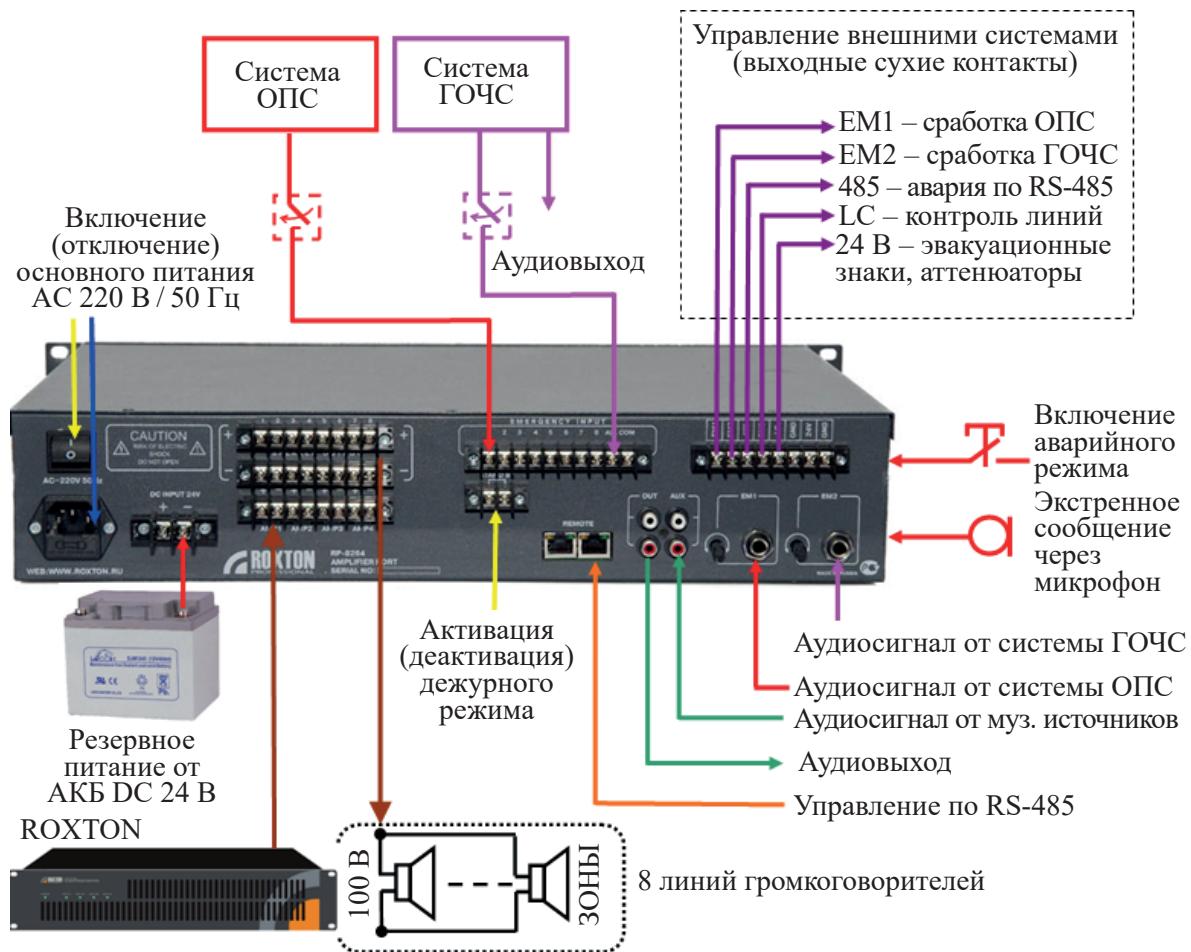


Рис. 5.16. Схема функционирования блока ROXTON RP-8264

Четырехканальный усилитель мощности ROXTON PA-8424

Четырехканальный усилитель мощности класса «D» (усилитель или блок) входит в состав системы оповещения и используется для построения систем автоматического аварийного оповещения и музыкальной трансляции на базе дополнительного оборудования. Схема подключения (стыковки) усилителя к преобразователю RP-8234 изображена на рис. 5.17.

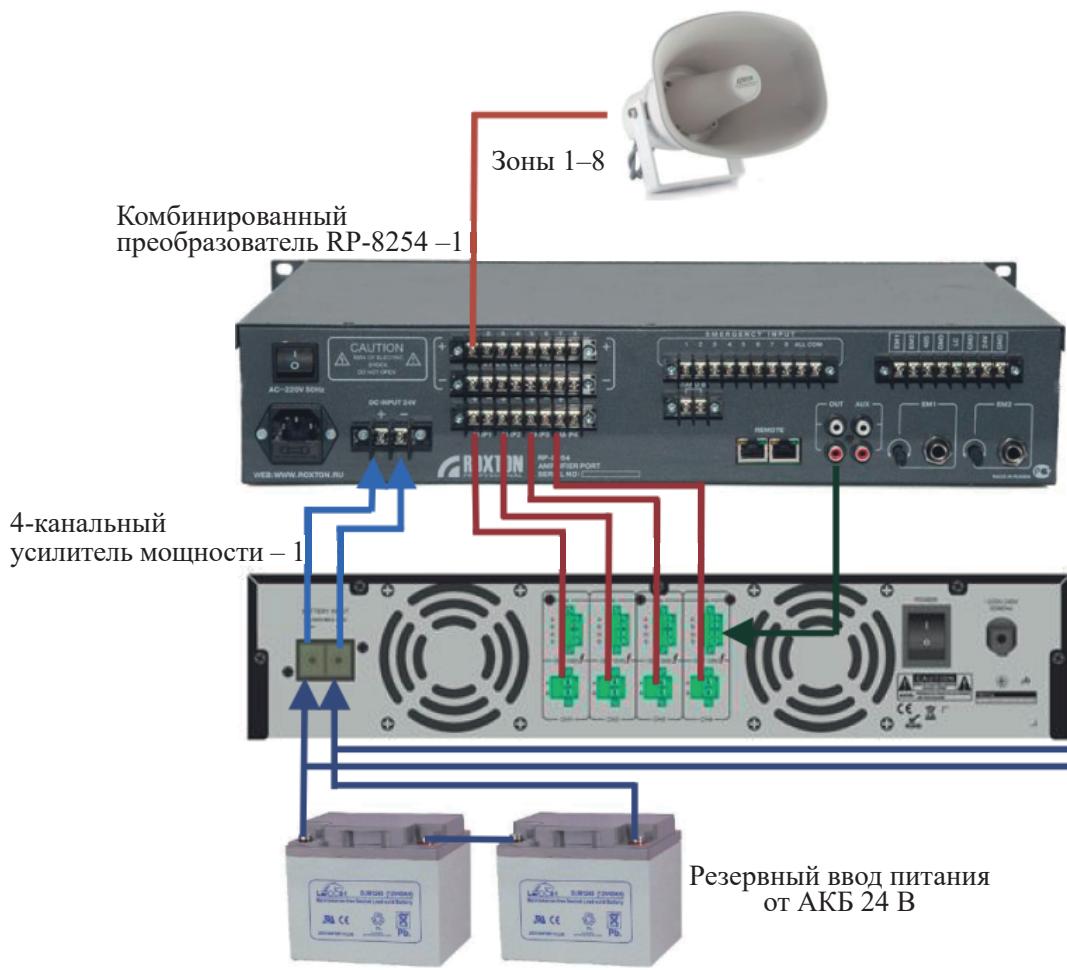


Рис. 5.17. Схема подключения (стыковки) усилителя к преобразователю RP-8234

Данный блок предназначен для усиления звукового сигнала в целях его дальнейшей трансляции на громкоговорители. Усилитель имеет 4 независимых канала звукоусиления. Для каждого предусмотрен собственный импульсный блок питания. В случае возникновения неисправности в одном канале, остальные остаются работоспособными. Выходные каскады усилителя работают в импульсном режиме, обеспечивая блоку высокий КПД и малое тепловыделение. Скорость вращения вентиляторов охлаждения изменяются в зависимости от температуры внутри устройства.

В блоке предусмотрены симметричные балансные входы. Симметричность обеспечивает эффективное подавление электромагнитных помех.

Терминальный усилитель ROXTON RA-8050

Терминальный усилитель ROXTON RA-8050 работает в составе цифро-аналоговой системы оповещения ROXTON 8000. Терминал представляет собой бюджетное комбинированное решение, позволяющее повысить возможности системы в целом. Блок имеет универсальное исполнение, может монтироваться как на стене, так и в электротехническом шкафу.

Терминал ROXTON RA-8050 является периферийным исполнительным устройством системы ROXTON 8000 и позволяет (совместно с другими блоками) осуществлять:

- управление по цифровому протоколу RS-485;
- трансляцию звука;
- контроль питания;
- контроль линий громкоговорителей;
- усиление звукового сигнала;
- регулировку громкости;
- индикацию;
- контроль соединения по RS-485.

Контроль и управление могут осуществляться как локально, так и дистанционно. В блоке обеспечено резервирование по питанию и защита от КЗ и перегрузок. На рис. 5.18 изображена схема функционирования устройства.



Рис. 5.18. Схема функционирования терминала ROXTON RA-8050

Универсальный проигрыватель ROXTON CD-8121

Универсальный проигрыватель ROXTON CD-8121 входит в состав системы оповещения ROXTON 8000 и используется для построения систем автоматического аварийного оповещения и музыкальной трансляции (рис. 5.19).



Рис. 5.19. Внешний вид универсального проигрывателя ROXTON CD-8121

Данный блок предназначен для воспроизведения звуковой информации с AM/FM-тюнера, CD-диска, USB/SD-карт в форматах CD / MP3 / WMA. Проигрыватель оснащен многофункциональным дисплеем для отображения информации, навигационными кнопками управления. В комплекте поставляется пульт дистанционного управления.

Питание данного блока осуществляется от переменного напряжения 220 В.

Настольный микрофон ROXTON T-621

Настольный микрофон ROXTON T-621(A) предназначен для подачи речевых объявлений. Включение/отключение микрофона осуществляется кнопкой, размещенной на передней части корпуса подставки. При включении микрофона загорается индикатор, размещенный над кнопкой включения. Включение микрофона сопровождается гонгом (сигналом привлечения внимания). На дне подставки размещается выключатель/выключатель, а также регулятор уровня громкости гонга. Устройство комплектуется микрофонным шнуром, а также дополнительным источником питания – адаптером постоянного напряжения 12 В. Микрофон может питаться как от адаптера, так и от батареи 9 В (типа крона) размещаемой в нижней части подставки, под крышкой. На рис. 5.20 изображен состав (конструктив) настольного микрофона ROXTON T-621.



Рис. 5.20. Состав (конструктив) настольного микрофона ROXTON T-621

На рис. 5.21 изображена функциональная схема централизованной системы оповещения III типа, построенной на базе блока контроля и управления ROXTON PS-8208.

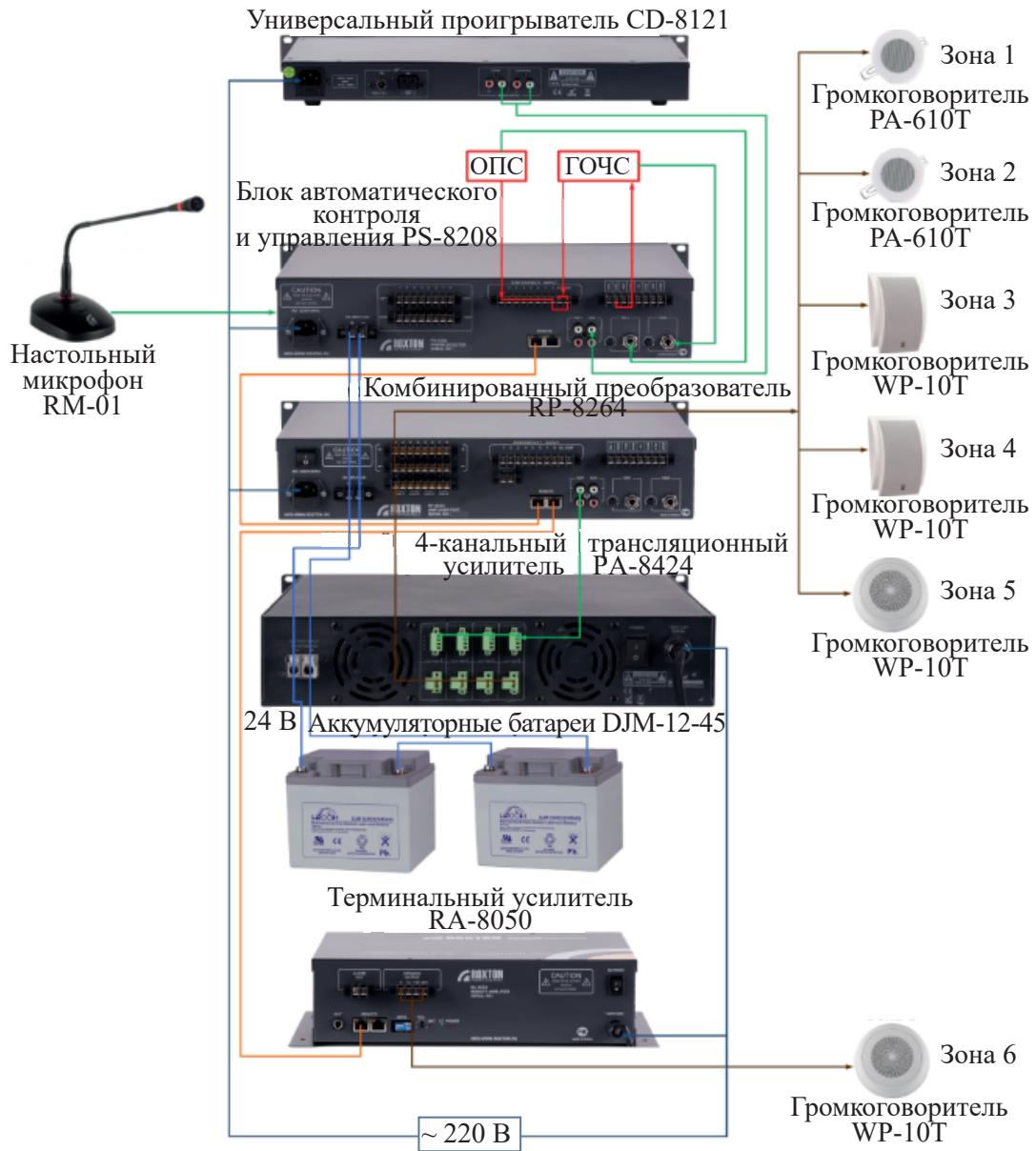


Рис. 5.21. Функциональная схема централизованной системы оповещения III типа

Автоматическое управление

В данном примере управление, контроль и сопряжение с системами автоматики осуществляется блоком PS-8208. К блоку PS-8208 по шине RS-485 можно подключить до 64 терминалов RA-8236/RP-8264/RA-8050. Блок контроля и управления PS-8208 осуществляет управление и контроль параметров нескольких терминалов и в этом случае является централизованным по отношению к ним. Принцип сопряжения блока PS-8208 с системами автоматики схож с блоком RA-8236. Сигналы от АУПС в данной реализации поступают

на блок PS-8208, который, в свою очередь, осуществляет групповое (до 8 групп) или зональное (до 512 зон) управление нагрузкой – терминалами усилителями RP-8264/RA-8050.

Режим контроля

Блок PS-8208 осуществляет дистанционный контроль следующих параметров дистанционно удаленных терминалов RA-8236/RA-8050:

- соединения RS-485;
- автоматической активации;
- всех линий оповещения;
- питания.

Ручной режим управления

В ручном (полуавтоматическом) режиме в любую из 8 групп терминалов RA-8236/RA-8050 можно:

- передать речевое сообщение с микрофона RM-01;
- организовать низкоприоритетную музыкальную трансляцию с блока CD-8121.

Стыковка с сигналами ГОЧС

Сигналом от блока централизованного запуска БЦЗ или, например, блока П-166Ц БУ-002, или имитатора сухой контакт + аудиосигнал активируется третий приоритет блока PS-8208 (клеммы ALL – COM, задней панели + аудиовход EM2). При этом информация о чрезвычайной ситуации поступает во все зоны всех терминалов RP-8264/RA-8050. Активация высоких приоритетов подтверждается (квитируется) выходным сухим контактом (клемма EM2).

Резервирование системы по питанию осуществляется от пары АКБ 2×12 В (мощность АКБ в каждом случае рассчитывается).

Подключение системы осуществляется в соответствии с рис. 5.22.

Для построения СОУЭ III типа на базе блока контроля управления ROXTON PS-8208 необходимо выполнить такую последовательность действий:

1. Подключить блок автоматического контроля управления PS-8208 к комбинированному преобразователю RP-8264. Для этого необходимо с помощью кабеля соединить отверстия 2 и 6, находящиеся на задних панелях блоков.

2. Коммутировать технические средства CD-8121 и блок автоматического контроля и управления PS-8208 (с помощью кабеля AUX соединить отверстия 1 и 3).

3. Осуществить соединение комбинированного преобразователя RP-8264 и терминала усилителя RA-8050 с помощью протокола RS-485 (соединить отверстия 7 и 12).

4. Соединить комбинированный преобразователь RP-8264 с 4-канальным усилителем RA-8424 (с помощью проводов соединить отверстия 5 и 10, а также отверстия 8 и 9).

5. Соединить громкоговорители с комбинированным преобразователем RP-8264 (при помощи проводов соединить отверстия 4 и 11).
6. Подключить настольный микрофон RM-01 к блоку автоматического контроля и управления PS-8208 с помощью кабеля AUX.
7. Далее произвести коммутацию 4-канальным усилителем RA-8424 с аккумуляторными батареями DJM-12-45 отверстия 13.

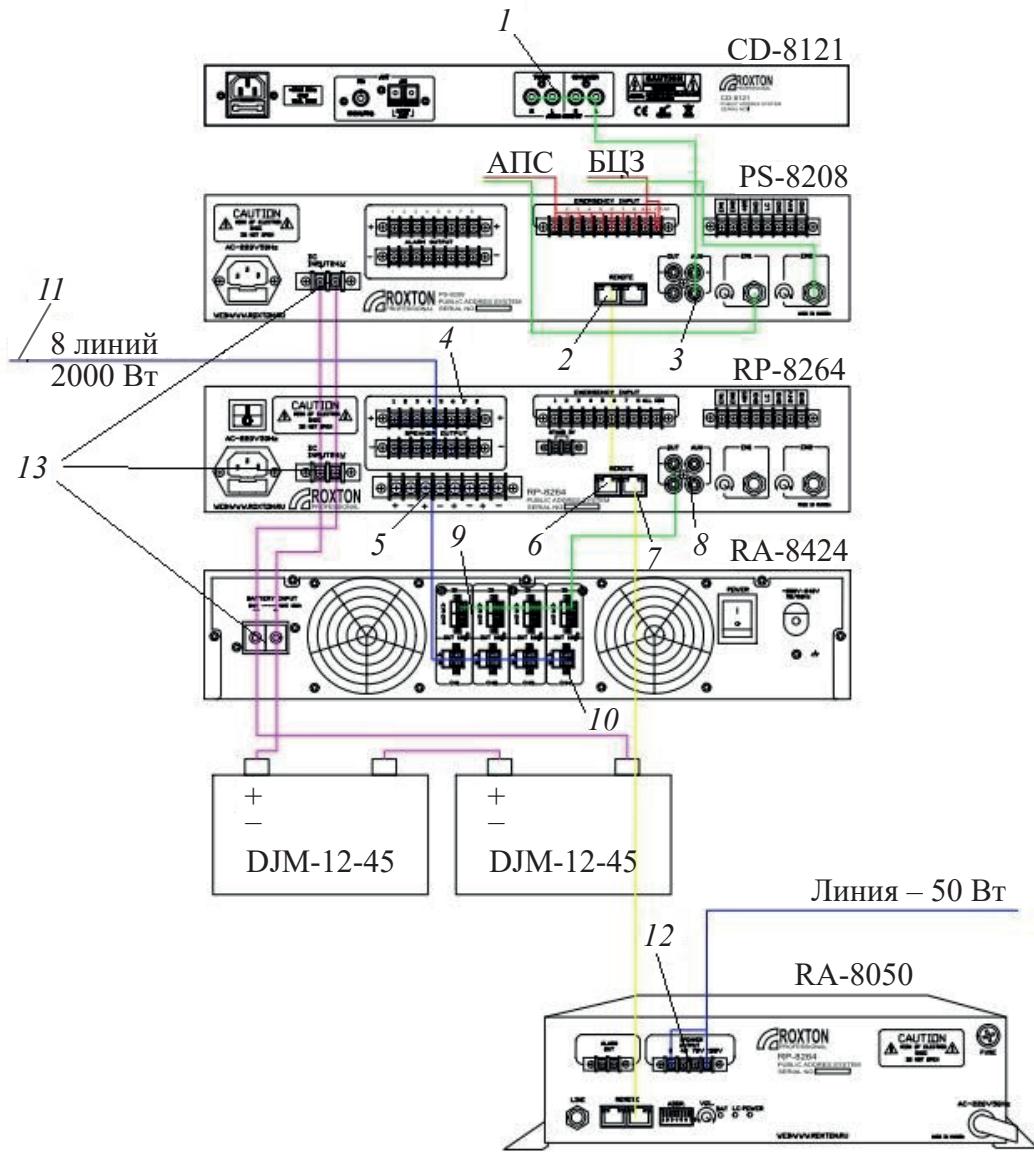


Рис. 5.22. Схема подключения системы

5.5. Построение централизованной многозонной СОУЭ IV типа на базе аудиопроцессора AP-8264

Аудиопроцессор ROXTON AP-8264 – блок речевого оповещения с возможностью ручного и автоматического управления, предназначен для воспроизведения звуковых сигналов, речевых сообщений, заранее записанных на цифровой носитель (рис. 5.23).



Рис. 5.23. Состав аудиопроцессора ROXTON AP-8264

Блок может работать как самостоятельно, так и в составе системы оповещения и управления эвакуацией СОУЭ ROXTON 8000. На базе данного блока при его совместном использовании с программируемой пожарной станцией можно реализовать сложный алгоритм оповещения, используемый при построении СОУЭ IV, V типов. На рис. 5.24 изображена схема подключения (функционирования) аудиопроцессора ROXTON PS-8264 к системе ROXTON RA-8236.

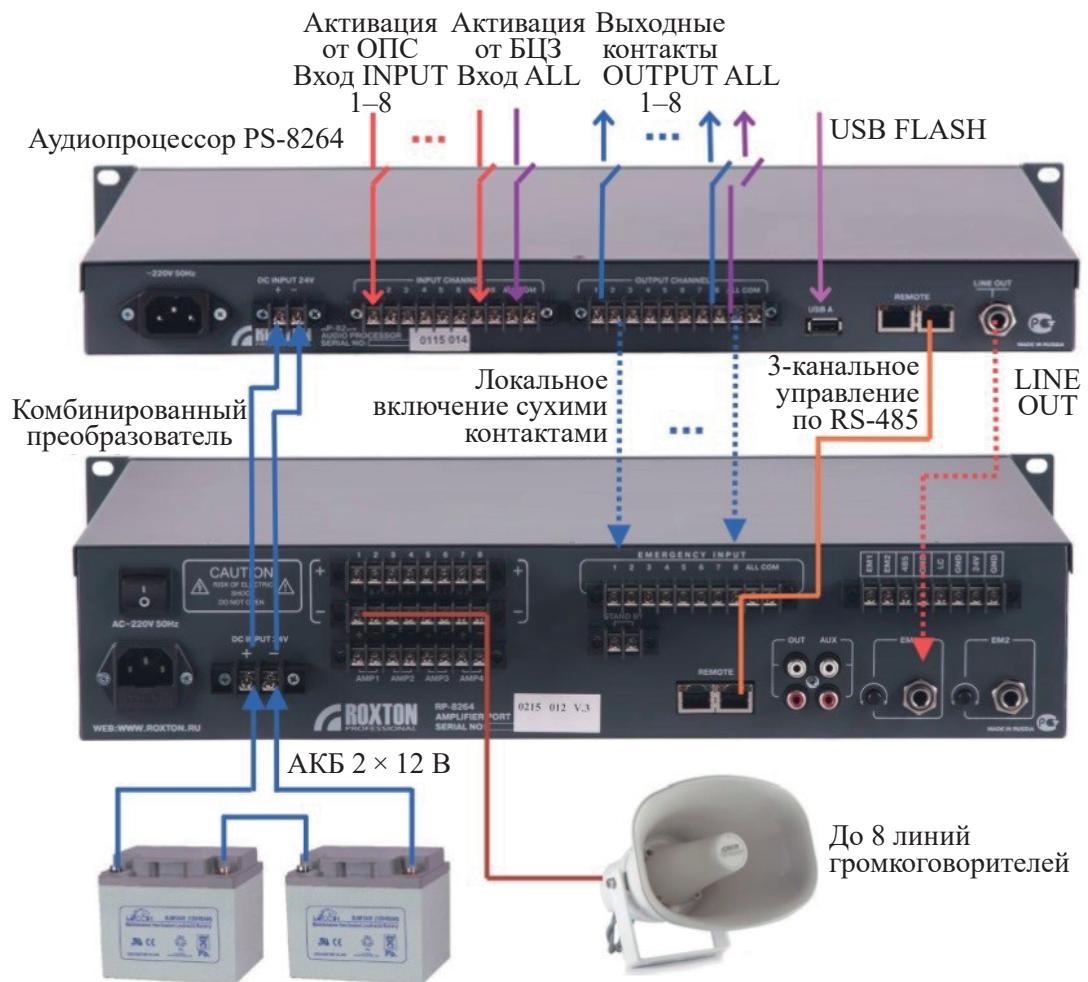


Рис. 5.24. Схема подключения (функционирования) аудиопроцессора ROXTON PS-8264

На рис. 5.25 изображена функциональная схема централизованной многозонной системы оповещения IV типа большой мощности, построенной на базе аудиопроцессора ROXTON AP-8264 и блока контроля и управления ROXTON PS-8208.

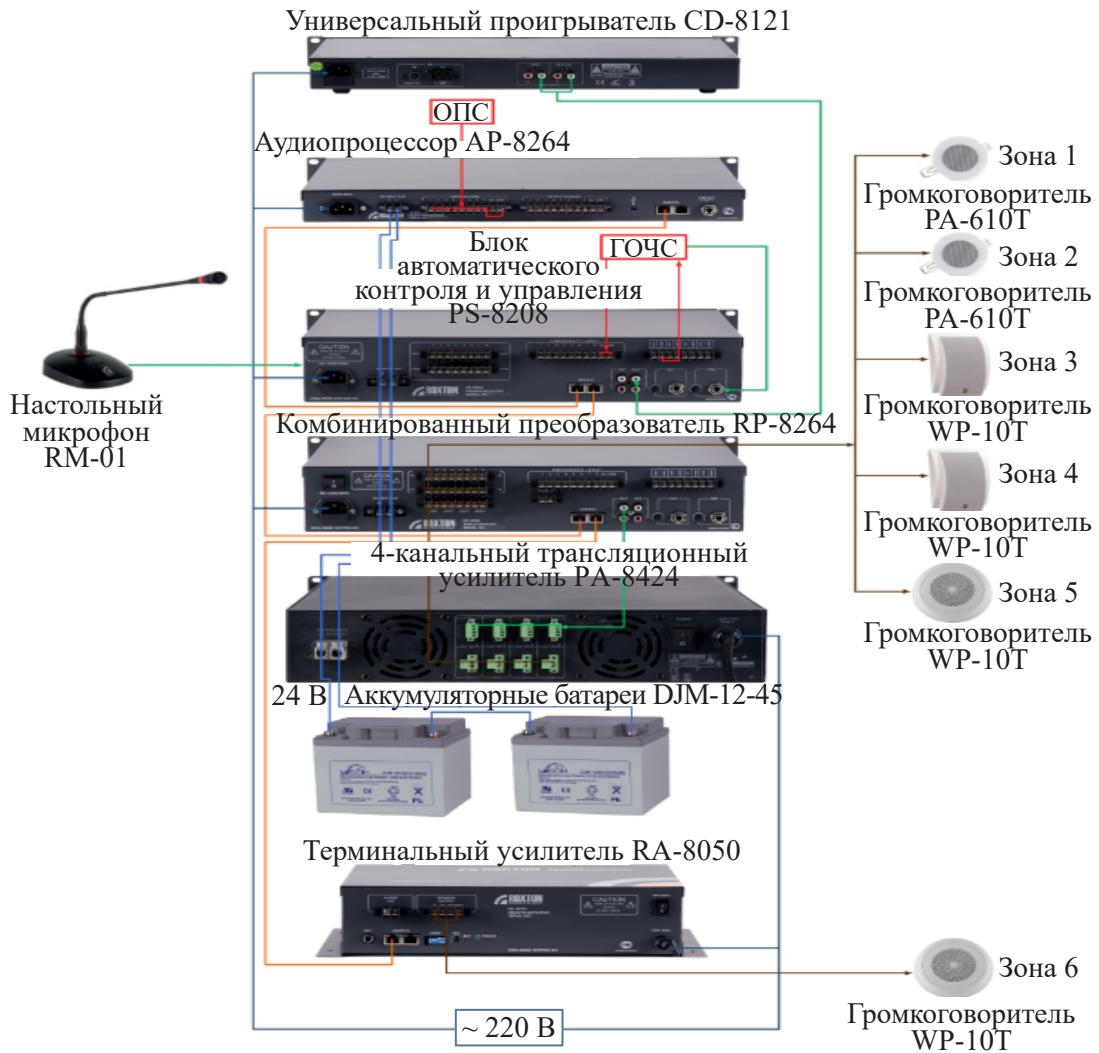


Рис. 5.25. Схема функционирования системы оповещения IV типа на базе аудиопроцессора ROXTON PS-8264

Под системами централизованного управления подразумевается возможность дистанционного управления (на расстоянии) периферийным оборудованием. В данном случае в качестве блока централизованного управления используется аудиопроцессор AP-8264, позволяющий реализовывать сложные алгоритмы оповещения. В качестве периферийного оборудования используются терминальные усилители настенного исполнения RA-8050, возможности сопряжения которых и исследуются в данной работе.

На рис. 5.26 изображена система централизованного оповещения, выполненная на базе аудиопроцессора AP-8264, блока контроля и управления

PS-8208, комбинированного преобразователя RP-8264. Расширение зональности может быть достигнуто подключением дополнительных терминалов, например, RA-8236. В этом случае все терминалы должны иметь различные адреса. Так как блок AP-8264 осуществляет приоритетное управление как по зонам, так и по группам (зон), то каждому терминалу рекомендуется присвоить индивидуальный номер группы.

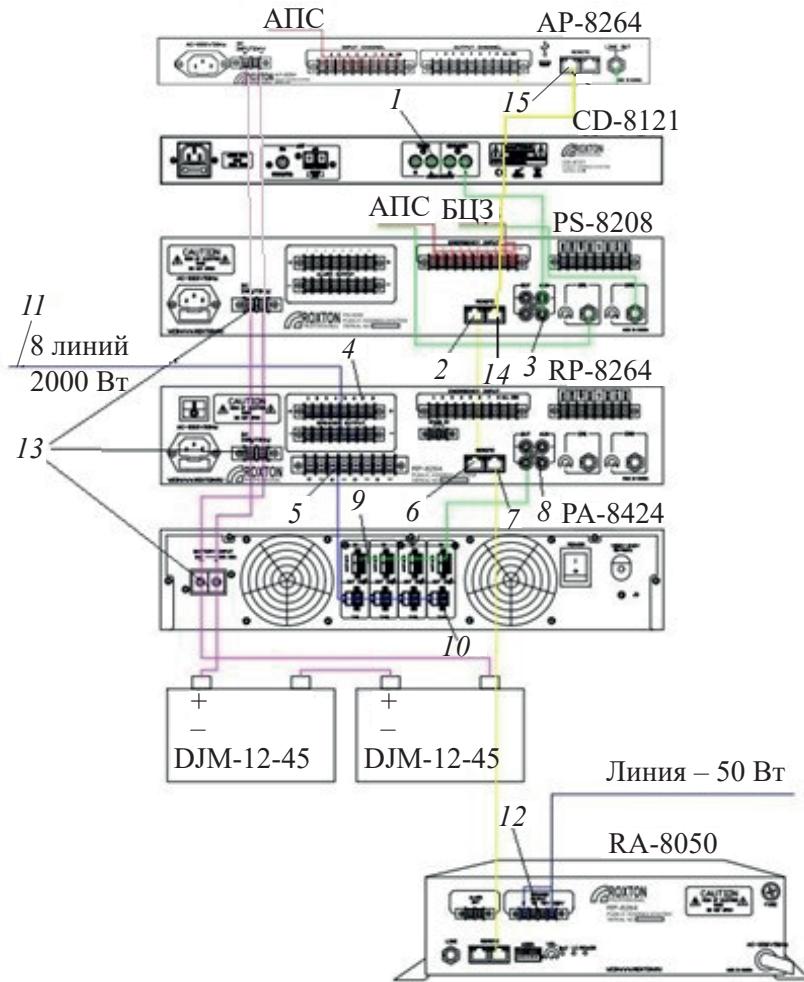


Рис. 5.26. Схема подключения системы

Автоматическое управление

В данном примере управление и контроль осуществляется блоком PS-8208, а сопряжение с системами автоматики осуществляется аудиопроцессором AP-8264. К блокам AP-8264 и PS-8208 по шине RS-485 можно подключить до 64 терминалов RA-8236/RP-8264/RA-8050. Блок контроля и управления PS-8208 осуществляет управление и контроль параметров нескольких терминалов и является централизованным по отношению к ним. Сигналы от АУПС в данной реализации поступают на аудиопроцессор AP-8264, а сигналы от блоков ГОИЧС поступают на блок PS-8208, который, в свою очередь,

осуществляет групповое (до 8 групп) или зональное (до 512 зон) управление нагрузкой – терминалами – зональными усилителями RP-8264/RA-8050.

Ручной режим управления

В ручном режиме включением зон, групп зон и трансляцией в них сообщения осуществляет блок AP-8264. Управление осуществляется при помощи кнопок передней панели блока.

Резервное электропитание системы осуществляется от пары АКБ 2×12 В (мощность АКБ в каждом случае рассчитывается). В терминалы RA-8050 встроены собственные АКБ, емкость которых рассчитана на работу 24 ч в дежурном + 1 ч в режиме тревоги.

В соответствии со схемой, представленной на рис. 5.26:

1. Подключить блок автоматического контроля управления PS-8208 1 к комбинированному преобразователю RP-8264 2. Для этого необходимо с помощью кабеля соединить разъемы 2 и 6, находящиеся на задних панелях блоков.
2. Коммутировать технические средства CD-8121 и блок автоматического контроля и управления PS-8208 с помощью кабеля AUX соединить разъемы 1 и 3.
3. Соединить аудиопроцессор AP-8264 с блоком автоматического контроля управления PS-8208 с помощью протокола RS-485 в разъемы 14 и 15.
4. Далее осуществить соединение комбинированного преобразователя RP-8264 и терминала усилителя RA-8050. С помощью протокола RS-485 соединить разъемы 7 и 12.
5. Совместить комбинированный преобразователь RP-8264 с 4-канальным усилителем PA-8424. С помощью проводов соединить разъемы 5 и 10, а также 8 и 9.
6. Осуществить соединение громкоговорителей с комбинированным преобразователем RP-8264. При помощи проводов соединить разъемы 4 и 11.
7. Подключить настольный микрофон RM-01 к блоку автоматического контроля и управления PS-8208 с помощью кабеля AUX.
8. Далее произвести коммутацию 4-канальным усилителем PA-8424 с аккумуляторными батареями DJM-12-45 (разъем 13).

5.6. Построение централизованной многозонной СОУЭ IV типа путем сопряжения блока управления ROXTON RS-8108 с оборудованием БОЛИД с помощью интерфейса MODBUS

В пособии исследуются возможности АРМ ROXTON-SOFT, способы построения распределенных систем и вопросы сопряжения (интеграции) оборудования (систем) различных производителей, вопросы реализации сложных алгоритмов оповещения.

В состав оборудования, необходимого для проведения работы, входят следующие технические средства:

- блок управления RS-8108 – 1 шт.;
- блок контроля и управления PS-8208 – 1 шт.;
- АРМ ROXTON-SOFT (установленный на ПК (рабочий стол));
- комбинированная система RP-8264 – 1 шт.;
- комбинированный усилитель RA-8050 – шт.

Блок управления ROXTON RS-8108

Блок управления ROXTON RS-8108 функционирует в составе системы оповещения ROXTON 8000, существенно повышая ее возможности. RS-8108 является комбинированным решением, осуществляющим согласование программного комплекса ROXTON-SOFT с блоками системы оповещения ROXTON 8000, функционирующими под управлением интерфейса RS-485.

Основные функции:

- преобразование сигналов, поступающих от блоков системы ROXTON 8000 в целях контроля и управления;
- контроль основных параметров состояния и работоспособности блоков системы ROXTON 8000;
- управление 512 зонами;
- оперативное управление 8 группами терминалов;
- активация 24 алгоритмов оповещения;
- активация 8 дополнительных алгоритмов оповещения по протоколу MODBUS.

На рис. 5.27 изображена схема функционирования устройства.



Рис. 5.27. Схема функционирования блока сопряжения ROXTON RS-8108

Программный комплекс ROXTON-SOFT

ROXTON-SOFT – программный комплекс для оперативного дистанционного контроля и управления системой оповещения (рис. 5.28).

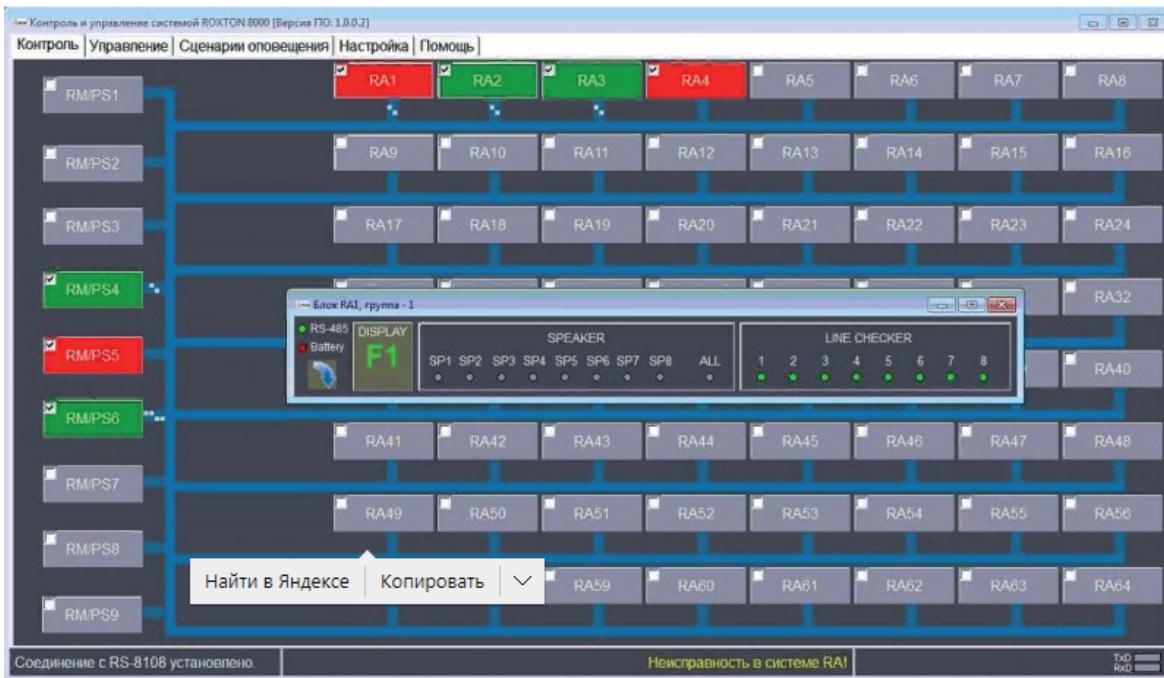


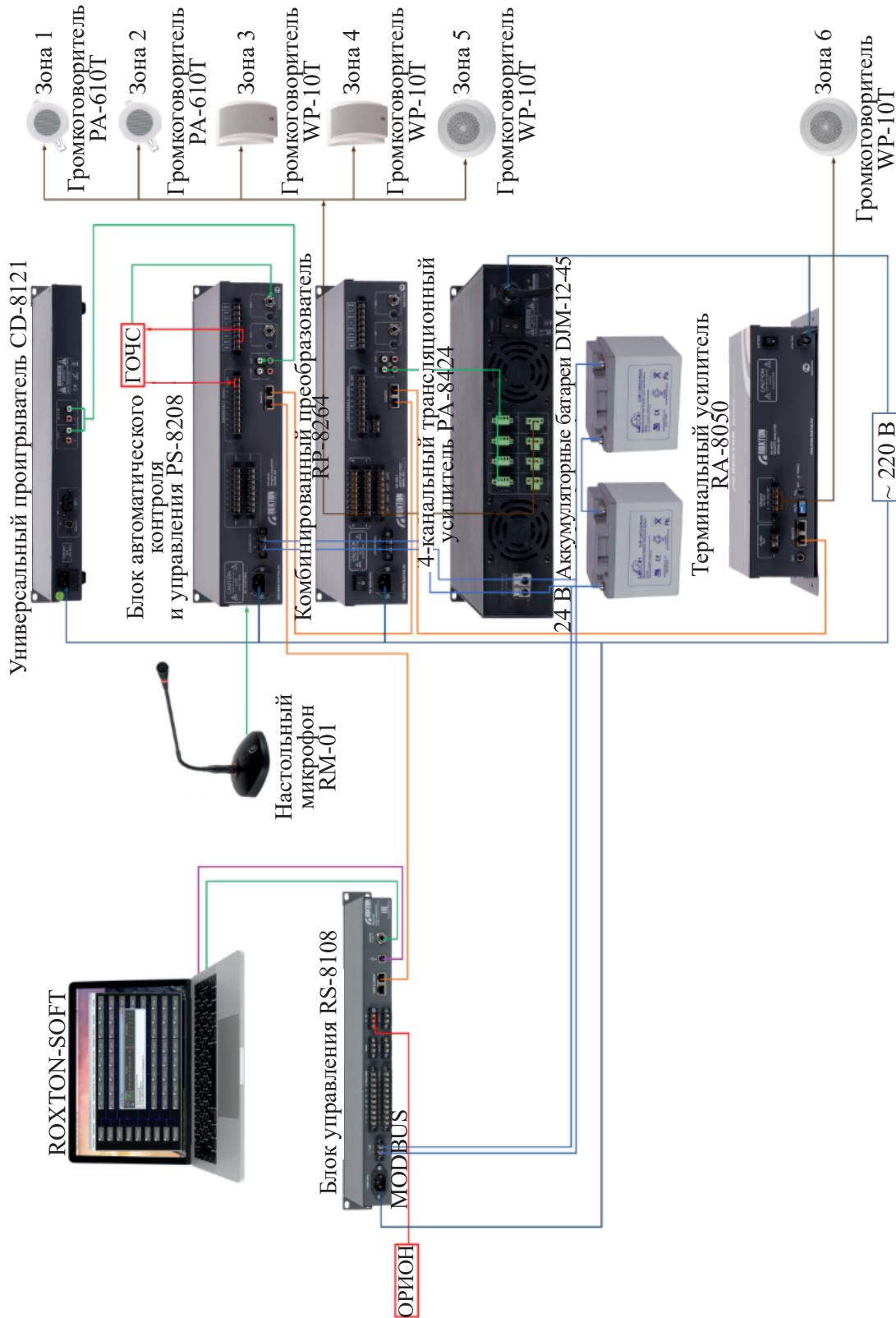
Рис. 5.28. Интерфейс программного комплекса ROXTON-SOFT

Программный комплекс состоит из:

- программного обеспечения (ПО) ROXTON-SOFT, устанавливаемого на персональном компьютере (ПК) под управлением ОС Windows 7 и выше;
- адаптера-разветвителя RS-8108 – блока сопряжения программного обеспечения с системой ROXTON 8000.

Вопросы сопряжения оборудования различных производителей в настоящее время имеют важное значение, так как практически любой производитель старается в своих реализациях предложить что-то принципиально новое. В работе происходит комплексное исследование возможностей предлагаемого оборудования на предмет стыковки блоков системы оповещения ROXTON 8000 с оборудованием БОЛИД с помощью интерфейса MODBUS, исследование возможностей программного обеспечения ROXTON-SOFT, программирование сложных алгоритмов оповещения.

На рис. 5.29 изображена функциональная схема централизованной многозонной системы оповещения, построенной на базе блока управления ROXTON RS-8108 и блока контроля и управления ROXTON PS-8208.



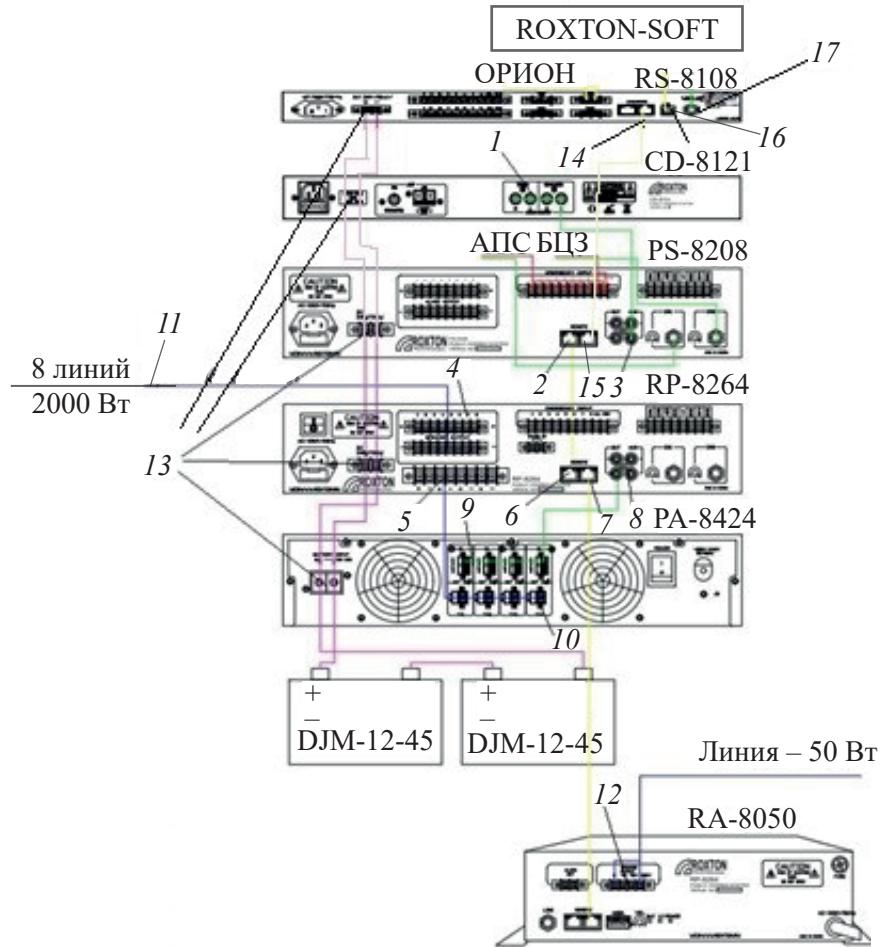
Централизованное оповещение выполнено на базе блока управления RS-8108 и блока контроля и управления PS-8208, комбинированного преобразователя RP-8264. Расширение зональности может быть достигнуто подключением дополнительных терминалов, например, RA-8050/RA-8236. В этом случае все терминалы должны иметь различные адреса. Так как блок RS-8108 осуществляет приоритетное управление как по зонам, так и по группам (зон), то каждому терминалу рекомендуется присвоить индивидуальный номер группы.

Автоматическое управление

В случае возникновения события на объекте, система автоматического управления может быть активирована двумя способами:

- подачей сухого контакта от АУПС на контактные клеммы блока RS-8108;
- путем активации от системы ОРИОН С-2000.

При соответствии всех настроек и подключении блока RS-8108 к шине ОРИОН, ПО ROXTON-SOFT принимает (улавливает) возникающее событие, активируя соответствующий, заранее настроенный алгоритм оповещения. При этом звуковое сообщение с жесткого диска компьютера поступает на нужный терминал или в группу терминалов, согласно заданному алгоритму. На рис. 5.30 представлена схема подключения.



В соответствии со схемой, представленной на рис. 5.30:

1. Подключить блок автоматического контроля управления PS-8208 1 к комбинированному преобразователю RP-8264 2. Для этого необходимо с помощью кабеля соединить разъем 2 и 6, находящиеся на задних панелях блоков.
2. Коммутировать технические средства CD-8121 и блок автоматического контроля и управления PS-8208. С помощью кабеля AUX соединить разъем 1 и 3.
3. Подключить блок управления RS-8108 к блоку автоматического контроля и управления PS-8208 с помощью протокола RS-485 в разъемы 14 и 15. Далее подключить блок управления к персональному компьютеру с помощью AUX и USB 2.0 кабелей в разъемы 16 и 17.
4. Далее осуществить соединение комбинированного преобразователя RP-8264 и терминала усилителя RA-8050. С помощью протокола RS-485 соединить разъемы 7 и 12.
5. Соединить комбинированный преобразователь RP-8264 с 4-канальным усилителем PA-8424. С помощью проводов соединить разъемы 5 и 10, а также 8 и 9.
6. Осуществить соединение громкоговорителей с комбинированным преобразователем RP-8264. При помощи проводов соединить разъемы 4 и 11.
7. Подключить настольный микрофон RM-01 к блоку автоматического контроля и управления PS-8208 с помощью кабеля AUX.
8. Далее произвести коммутацию 4-канальным усилителем PA-8424 с аккумуляторными батареями DJM-12-45 отверстие 13.

5.7. Построение централизованной многозонной СОУЭ IV типа на базе блоков контроля управления ROXTON

В работе исследуются максимальные возможности системы ROXTON 8000, отрабатываются способы построения распределенных систем, вопросы реализации приоритетности, многоканальности, организации сложных алгоритмов оповещения, возможности дистанционного контроля и управления, ведения протоколов событий и т. д.

В состав оборудования, необходимого для проведения работы, входят следующие технические средства:

- блок управления RS-8108 – 1 шт.;
- АРМ ROXTON-SOFT;
- аудиопроцессор AP-8264 – 1 шт.;
- блок контроля и управления PS-8208 – 1 шт.;
- комбинированный преобразователь RP-8264 – 1 шт.;
- терминальный усилитель RA-8050 – 1 шт.;

- универсальный проигрыватель CD-8121 – 1 шт.;
- микрофонная консоль RM-8064 – 1 шт.;
- настольный микрофон T-621 – 1 шт.;
- все громкоговорители.

На рис. 5.31 изображена функциональная схема централизованной многозонной системы оповещения, построенной на базе блока управления ROXTON RS-8108 и блока контроля и управления ROXTON PS-8208.

Система имеет двойное резервирование как по питанию, так и по управлению. Если по каким-либо причинам функции оповещения не могут быть выполнены по одному каналу:

Система ОРИОН => блок управления RS-8108 =>
терминалы RP-8264/RA-8050,

то оповещение происходит по второму каналу:

АУПС => аудиопроцессор AP-8264 => терминалы RP-8264/RA-8050.

Таким образом, происходит исследование многоканальных возможностей системы ROXTON 8000.

Автоматическое управление

При возникновении события на объекте система автоматического управления может быть активирована двумя способами:

- подачей сухого контакта от АУПС на контактные клеммы блока RS-8108;
- путем активации от системы ОРИОН С-2000.

При соответствии всех настроек и подключении блока RS-8108 к шине ОРИОН, ПО ROXTON-SOFT принимает (улавливает) возникающее событие, активируя соответствующий заранее настроенный алгоритм оповещения. При этом звуковое сообщение с жесткого диска компьютера поступает на нужный терминал или в группу терминалов согласно заданному алгоритму. На рис. 5.32 представлена схема подключения.

В соответствии со схемой, представленной на рис. 5.32:

1. Подключить блок автоматического контроля управления PS-8208 к комбинированному преобразователю RP-8264. Для этого необходимо с помощью кабеля соединить разъемы 2 и 6, находящиеся на задних панелях блоков.

2. Коммутировать технические средства CD-8121 и блок автоматического контроля и управления PS-8208. С помощью кабеля AUX соединить разъемы 1 и 3.

3. Подключить блок управления RS-8108 к блоку автоматического контроля и управления PS-8208 с помощью протокола RS-485 в разъемы 14 и 15. Далее подключаем блок управления к персональному компьютеру с помощью кабеля в разъемы 16 и 17 (AUX и USB 2.0).

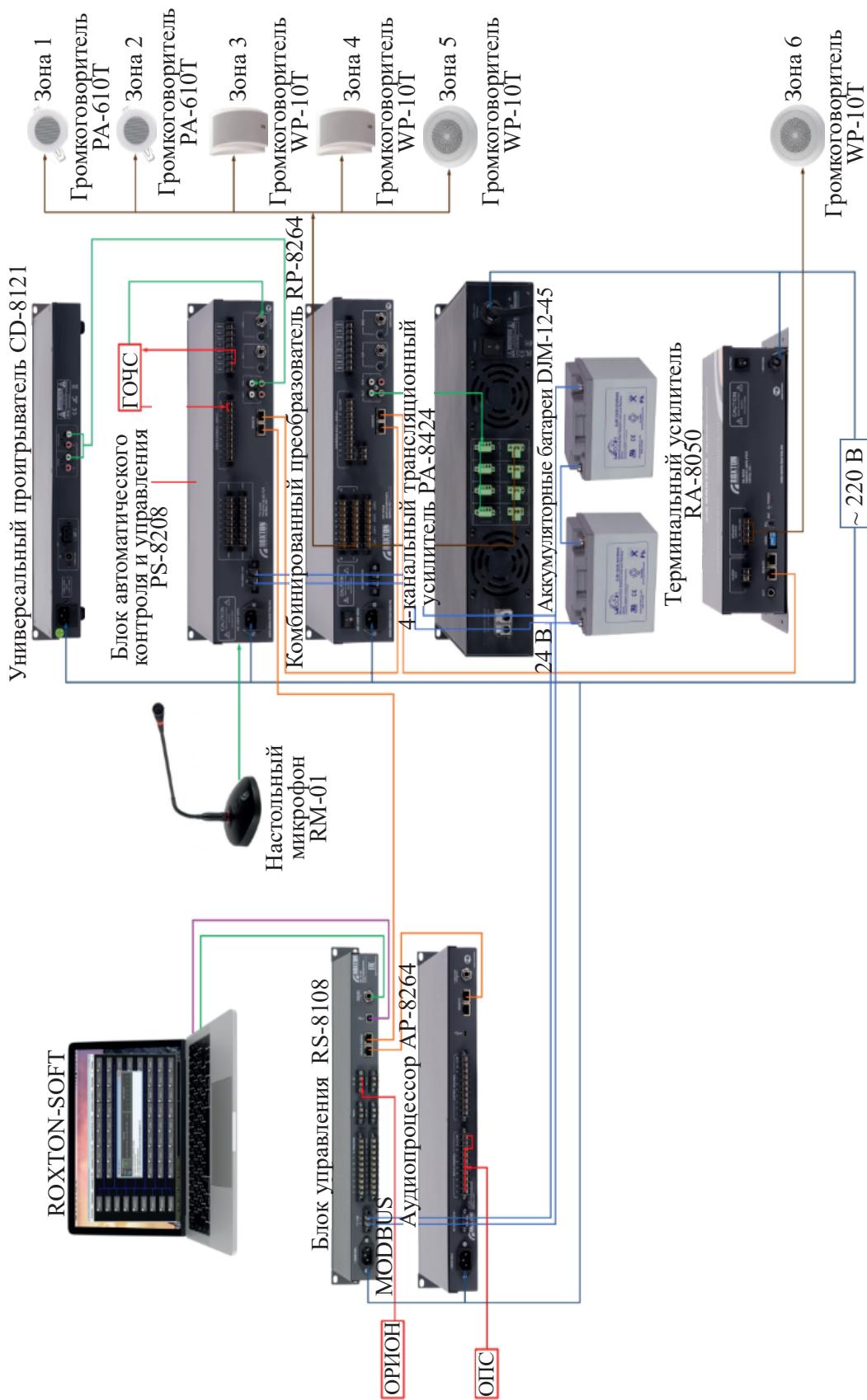


Рис. 5.31. Централизованная система оповещения и управления эвакуацией

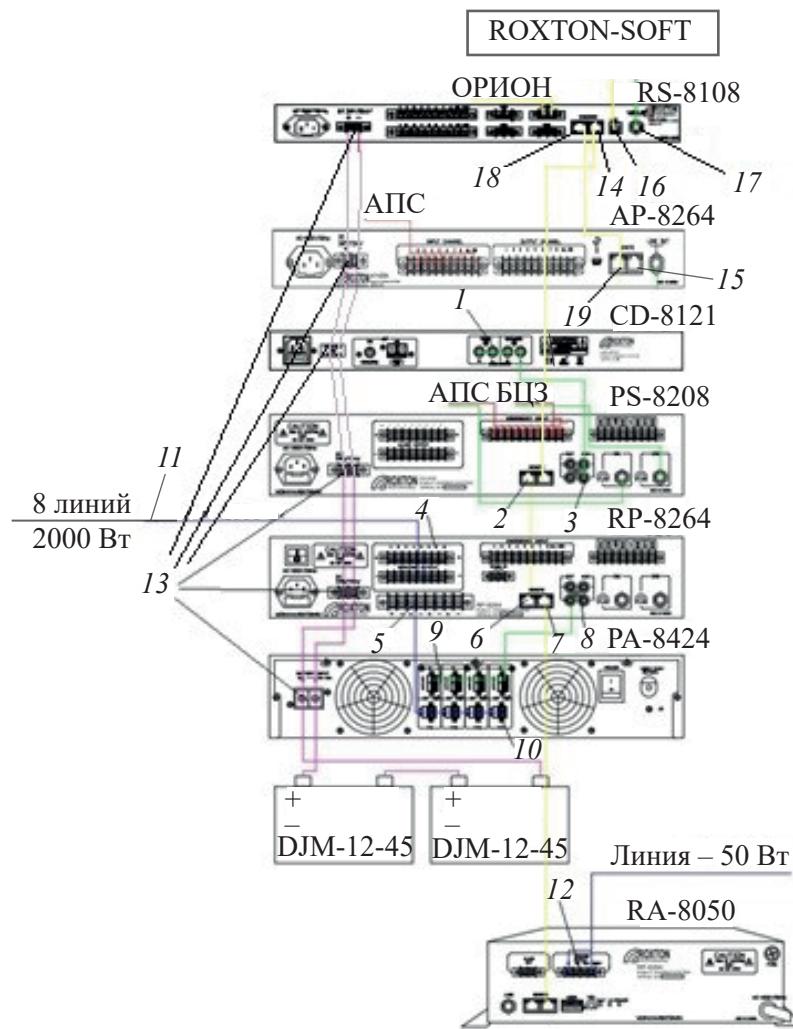


Рис. 5.32. Схема подключения централизованной системы оповещения и управления эвакуацией

4. Соединить аудиопроцессор AP-8264 с блоком автоматического контроля управления PS-8108 с помощью протокола RS-485 в разъемы 18 и 19.
5. Осуществить соединение комбинированного преобразователя RP-8264 и терминала усилителя RA-8050. С помощью кабеля по протоколу RS-485 соединить разъемы 7 и 12.
6. Соединить комбинированный преобразователь RP-8264 с 4-канальным усилителем PA-8424. С помощью проводов соединить разъемы 5 и 10, а также 8 и 9.
7. Осуществить соединение громкоговорителей с комбинированным преобразователем RP-8264. При помощи проводов соединить разъемы 4 и 11.
8. Подключить настольный микрофон RM-01 к блоку автоматического контроля и управления PS-8208 с помощью кабеля AUX.
9. Далее произвести коммутацию 4-канальным усилителем PA-8424 с аккумуляторными батареями DJM-12-45 разъемом 13.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. СП 3.13130.2009: утв. Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 173: ввод в действие 01 мая 2009 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_88242/ (дата обращения: 14.02.2020).
2. Кочнов О. В. Особенности проектирования систем оповещения : учеб. пособие / О. В. Кочнов. – Муром : Изд-во «Стерх», 2012. – 154 с. Библ.: 14 назв.
3. Кочнов О. В. Проектирование систем оповещения : учеб. пособие : в 2 т. Т. 1: Основы проектирования и построения систем оповещения. – Тверь : Издатель А. Н. Кондратьев, 2016. – 405 с.
4. Кочнов. О. В. Особенности проектирования СОУЭ в условиях развития электронных технологий. Наука сегодня: теоретические аспекты и практика применения: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции 28 октября 2011 г. Часть 1. – Тамбов : ООО «Консалтинговая компания Юком», 2011. – С. 80–92.
5. СНиП 2.08.02-89. Пособие к проектированию СОУЭ в общественных зданиях. Актуализация от 21.05.2015 – СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения».
6. СНиП 23-03-2003. Защита от шума (Sound protection) от 2004-01-01.
7. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003, Москва 2011.
8. ГОСТ 31295.2-2005. Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета, дата введения 2007.01.01.
9. ГОСТ 31295.2-2005 (редакция 2006г.). Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 1, дата введения 01.01.2007.
10. ГОСТ Р 53575-2009 (МЭК 60268-5:2003). Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний (Москва Стандартинформ 2011).
11. Вахитов Ш. Я., Ковалгин Ю. А., Фадеев А.А., Щевьев Ю.П. Акустика : учебник для вузов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2009. – 660 с.
12. Руководство по проектированию систем звукового обеспечения на строящихся и реконструируемых объектах г. Москвы, 2000 г.
13. Самошин Д. А. Способы обеспечения своевременной и беспрепятственной эвакуации людей. Методы расчета времени эвакуации (интернет-публикация).

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| Глава 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ОПОВЕЩЕНИЯ И ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ | 4 |
| 1.1. Определения, назначение, типы систем оповещения | 4 |
| 1.2. Классификация систем оповещения | 6 |
| 1.3. Требования, предъявляемые к СОУЭ | 9 |
| Глава 2. ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ, МИКРОФОНЫ И МИКРОФОННЫЕ КОНСОЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ | 11 |
| 2.1. Громкоговорители | 11 |
| 2.2. Микрофоны. Микрофонные консоли | 24 |
| Глава 3. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ | 27 |
| 3.1. Многозонные системы звукового оповещения | 27 |
| 3.2. Многоприоритетные системы оповещения | 28 |
| 3.3. Комбинированные СОУЭ | 30 |
| 3.4. Многоканальные системы оповещения | 31 |
| 3.5. Сопряжение систем оповещения с сигналами ГОЧС | 33 |
| 3.6. Реализация обратной связи зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской | 35 |
| 3.7. Интеграция нескольких систем звукового оповещения | 40 |
| Глава 4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАССТАНОВКИ, РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ОПОВЕЩАТЕЛЕЙ, ЛИНИЙ СВЯЗИ И ИСТОЧНИКОВ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ | 43 |
| 4.1. Основные принципы расстановки речевых оповещателей | 43 |
| 4.2. Расчет параметров громкоговорителей | 47 |
| 4.3. Расчет сечения жилы провода в распределенных линиях | 58 |
| 4.3.1. Расчет сечения жилы провода и сопротивлений линий связи | 59 |
| 4.4. Расчет времени резервирования технических средств СОУЭ | 69 |
| Глава 5. ПОСТРОЕНИЕ СОУЭ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ROXTON | 77 |
| 5.1. Общие сведения об оборудовании. Техника безопасности | 77 |
| 5.2. Построение локальной СОУЭ III типа с возможностью сетевого управления на базе комбинированной системы ROXTON SX-480N | 81 |
| 5.3. Построение локальной СОУЭ III типа на базе комбинированного решения ROXTON RA-8236 | 85 |
| 5.4. Построение централизованной СОУЭ III типа на базе блока контроля управления ROXTON PS-8208 | 95 |
| 5.5. Построение централизованной многозонной СОУЭ IV типа на базе аудиопроцессора AP-8264 | 103 |
| 5.6. Построение централизованной многозонной СОУЭ IV типа путем сопряжения блока управления ROXTON RS-8108 с оборудованием БОЛИД с помощью интерфейса MODBUS | 107 |
| 5.7. Построение централизованной многозонной СОУЭ IV типа на базе блоков контроля управления ROXTON | 112 |
| ЛИТЕРАТУРА | 116 |

Учебное издание

МАЛЬЦЕВ Алексей Сергеевич
КОЧНОВ Олег Владимирович
АЛЕШКОВ Александр Михайлович
ДОЛЕНКО Владимир Владимирович
ПОЛЯКОВ Дмитрий Витальевич
МАЛЬЦЕВ Александр Владимирович
КОЛБАШОВ Михаил Александрович

СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ И ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Учебное пособие

Редактор З. А. Малаховская
Технический редактор Г. А. Габдулина
Корректор Н. В. Федькова

Подписано в печать _____ г. Формат 60×90 1/16.
Печ. л. 7,5. Уч.-изд. л. 5,4. Бумага офсетная.
Тираж 400 экз. Заказ _____.

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4