



О.В. КОЧНОВ

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ



О.В. Кочнов

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ



Учебное пособие

МОСКВА
Компания ESCORT
2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
1.Общая классификация систем оповещения	3
2. Трансляционные системы оповещения	7
3. Построение многозонных систем оповещения	10
4. Построение многоприоритетных систем	11
5. Построение многоканальных систем	13
6. Сложный алгоритм оповещения (на примере аппаратно- программного комплекса АПК ROXTON)	21
7. Распределенные системы оповещения	25
8. Особенности проектирования СОУЭ в условиях развития электронных технологий	28
8.1. Некоторые особенности проектирования СОУЭ	30
8.2. Система звукового оповещения как часть СОУЭ	33
8.3. Громкоговорители для построения СОУЭ	37
8.4. Введение в электроакустический расчет	38
ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	44

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование и построение систем оповещения – две неразрывные составляющие единого процесса, целью которого является формирование оптимального решения. Построить оптимальную систему невозможно без предварительных оценок – расчетов, в которых можно выделить два подхода: первый – обсчет уже существующей – установленной и функционирующей системы и предварительный – оценочный расчет, целью которого является формирование оптимального решения. Обе задачи актуальны и обе апеллируют к опыту, подкрепленному расчетами.

Одними из актуальных, на сегодняшний день являются такие системы оповещения, как СОУЭ и ЛСО, основной задачей которых является доведение до людей информации об их безопасности. Активное проектирование данных систем предполагает наличие грамотных, адаптированных и актуализированных методик. Для проектирования современных систем оповещения требуется высокая квалификация. Проектировщику приходится сталкиваться с самым разнообразным кругом задач из таких областей, как электроакустика, электротехника, радиотехника, радиосвязь, автоматика, информатика, цифровые, сетевые технологии, программирование. Подобного рода методики, помогают повысить квалификацию специалистов и поэтому всегда будут актуальны.

Цель данного пособия – познакомить читателя со спецификой и общими принципами проектирования и построения систем звукового и речевого оповещения. В качестве базовой выбрана специфика проектирования СОУЭ – систем оповещения и управления эвакуацией людей, по следующей причине. Понятие СОУЭ является наиболее объемным и включает не только звуковое и речевое, но и световое оповещение, а главное широкий круг организационных мероприятий, контекстом которых как раз и являются расчеты.

1. Общая классификация систем оповещения

Разнообразие задач и систем оповещения, присутствующих на российском рынке, приводит к целесообразности их классификации.

Системы оповещения можно классифицировать по различным признакам, наиболее важными из которых являются следующие, рис.1:

- по назначению;
- по способу передачи информации;
- по способу построения;
- по уровню взаимодействия (по способу управления);
- по способу (схемотехнической) реализации.



Рис. 1 - Классификация систем оповещения

Классификация СО по назначению

Системы оповещения, в зависимости от области применения, могут решать различные задачи, в связи с которыми их можно разделить на **трансляционные, аварийные и комбинированные** системы.

Трансляционные системы позволяют транслировать звуковую информацию различного назначения – речевые объявления, информационные сообщения, фоновую музыку.

Аварийные системы позволяют транслировать аварийные (тревожные или экстренные) сообщения. К аварийным системам предъявляются повышенные требования по надежности, обеспечению контроля работоспособности, контролю линий, возможности резервирования по питанию. Аварийные системы строятся как высокоприоритетные, должны уметь функционировать в дежурном режиме. Включение аварийных систем осуществляется ручным (полуавтоматическим) или автоматическим способом; звуковые сообщения в таких системах транслируются на громкоговорители (в линии) на полной громкости.

Комбинированные – многофункциональные системы, совмещающие функции аварийного оповещения и музыкальной трансляции. Данная комбинация требует реализации такой функции, как многоприоритетность, при которой аварийное сообщение транслируется по высокому приоритету, блокируя низкие, менее значимые, приоритеты (функции), например, музыкальную трансляцию.

Классификация СО по способу передачи информации

По способу передачи информации СО делятся на:

- проводные;
- беспроводные.

Беспроводные – системы, передача информации в которых осуществляется по беспроводным каналам связи, например, радиоканалам.

Проводные – системы, передача информации в которых осуществляется по проводным каналам, называемым линиями трансляции, иногда фидерами или фидерными линиями. Проводные системы являются наиболее распространенными, отличаются повышенной надежностью, удобством эксплуатации и обслуживания.

Классификация СО по способу построения

По способу включения СО делятся на:

- локальные;
- централизованные;
- зональные;
- распределенные.

Локальные СО – системы, функционирующие в пределах ограниченного объекта (пространства).

Централизованные СО– системы с возможностью централизованного (удаленного по месту расположения) управления. Так, например, в СОУЭ управление осуществляется с пожарного поста, диспетчерской или другого специального помещения, отвечающего требованиям пожарной безопасности (НД), предъявляемым к указанным помещениям.

Зональные СО – системы с возможностью управления (выбора и коммутации) зонами. Для зональных систем характерна ситуация, когда к выходу трансляционного усилителя подключаются несколько линий громкоговорителей. Выбор и коммутация нужной линии (зоны) осуществляется селектором-коммутатором, включаемым между усилителем и линиями.

Классификация СО по уровню управления (по способу взаимодействия)

В СО можно выделить следующие уровни управления: контактный, протокольный, сетевой.

Классификация СО по способу реализации

По способу реализации СО можно разделить на: аналоговые, цифро-аналоговые, цифровые. Для каждого способа реализации характерен свой уровень управления.

Аналоговые – системы, транслирующие аналоговый (не оцифрованный) звук. Аналоговые системы строятся на аналоговых (звуко-усилительных, коммутационных и т.д.) элементах. Данные системы характеризуются высокой надежностью и доступностью по цене. Для аналогового оборудования характерен контактный способ взаимодействия.

Цифровые – системы, использующие цифровые методы преобразования и кодирования, в том числе аудио информации. Данные системы позволяют передавать, управлять и контролировать информацию на больших расстояниях по различным каналам и сетям, в том числе оптоволоконным. Для цифровых систем характерными являются протокольный и сетевой уровни управления. Цифровые системы позволяют достигать высоких показателей по таким критериям как:

- многофункциональность – решение широкого класса задач, интеграция с другими системами;
- эргономичность – гибкость, удобство и простота настройки и управления (интуитивно понятные интерфейсы);
- полный контроль – автоматический сбор статистики о состоянии узлов системы, анализ полученных данных, мгновенное реагирование;
- возможность протоколирования – запись всех событий, происходящих в системе, активация дополнительных средств, хранение информации;
- минимизация энергопотребления.

Более подробно с цифровыми методами передачи информации можно будет познакомиться в следующей главе.

Классификация систем оповещения по конструктивному исполнению

В зависимости от конструктивного исполнения (способа монтажа) СО можно разделить на настольные, стационарные, настенные (корпусные), модульные.

Настольные системы (блоки) – предназначены для установки на стол или на специальные полки, монтируемые в электротехнический шкаф.

Настольные СО (блоки) должны иметь надежное конструктивное исполнение. Большинство современных настольных систем строятся как многофункциональные системы.

Стационарные системы строятся из блоков различного функционального назначения, выполненные в жестком металлическом 19” корпусе и предназначены для монтажа в специализированный электротехнический шкаф или стойку, рис.2.



Рис.2 - Система оповещения, размещенная в электротехническом шкафу

Электротехнический шкаф защищает блоки от несанкционированного доступа, обеспечивает необходимый температурный режим, сохранность оборудования, увеличивая тем самым срок ее эксплуатации.

Настенные системы – формируются из отдельных блоков различного функционального назначения, предназначенных для настенного монтажа. Данные блоки могут выполняться в пластиковых или металлических корпусах, монтируются на стену, в специализированные (в т. ч. настенные) электротехнические шкафы при помощи дополнительного крепежа, например, DIN-реек.

Модульные – многофункциональные системы или конструкции, состоящие (формирующиеся) из отдельных съемных модулей. Данные модули устанавливаются в специализированные корпуса (кейсы).

2. Трансляционные системы оповещения

Основой любой проводной трансляционной системы служит трансляционный усилитель. Усилитель представляет собой комбинированное устройство, включающее в свой состав предварительный усилитель (ПУ), усилитель мощности (УМ), согласующий трансформатор. К трансляционному усилителю подключаются специализированные трансформаторные громкоговорители. На рис.3 изображена условная схема функционирования трансляционной системы.

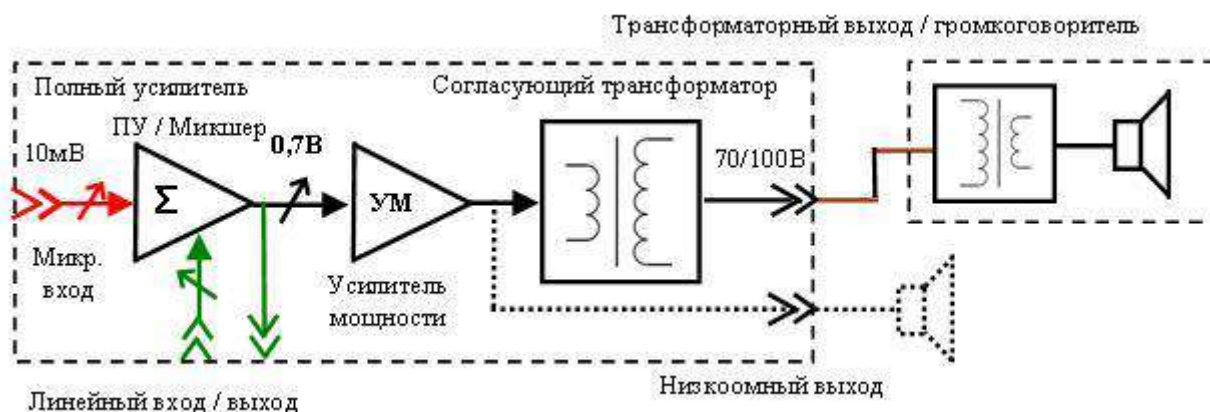


Рис.3 - Схема функционирования трансляционной системы

Предварительные усилители (ПУ) – устройства, осуществляющие усиление низкоуровневого (1-100 мВ) звукового сигнала, поступающего от звукового источника (например, микрофона), до уровня ~0,7 В с целью его передачи на усилитель мощности для дальнейшего усиления. Уровень входного сигнала, как правило, регулируется (на что указывает наклонная стрелка на схеме). Регулировка входного уровня называется регулировкой чувствительности (входа). ПУ, к которым подключаются несколько звуковых источников (CD/mp3-проигрыватели, компьютеры), называются микшерами.

Усилители мощности (УМ) – устройства, осуществляющие (дальнейшее) усиление звукового сигнала от источника или ПУ с уровнем 0,7-1 В до уровня, необходимого для работы соответствующей нагрузки – речевых оповещателей, громкоговорителей, акустических систем.

Трансформаторное согласование позволяет подключать к выходу УМ длинные нагруженные линии и используется при построении централизованных или зональных систем оповещения. Трансформаторное согласование по сравнению с низкоомным имеет высокую устойчивость к различным наводкам в линию громкоговорителей.

Трансляционные усилители работают со специализированными трансформаторными громкоговорителями. Трансформаторный способ согласования позволяет транслировать звуковую информацию по проводам небольшого сечения на достаточно большие расстояния с минимальными

потерями. Большинство моделей усилителей кроме трансформаторного имеют и т.н. низкоомный выход для подключения 4~16-омных акустических систем (одновременное использование обоих выходов недопустимо).

На рис.4 показано устройство и конструктивное исполнение трансляционного усилителя ROXTON MZ-240 (см. Приложение 6).



Рис.4 - Конструктивное исполнение трансляционного усилителя на примере модели ROXTON MZ-240

Модель, изображенная на рисунке, кроме вышеперечисленных компонент, включает в свой состав селектор коммутации на 6 зон, встроенный комбинированный источник, состоящий из порта для SD-карты, порта для USB карты и FM-тюнера.

Пример подключения

На рис.5 изображена схема подключения трансляционного усилителя ROXTON AA-240.

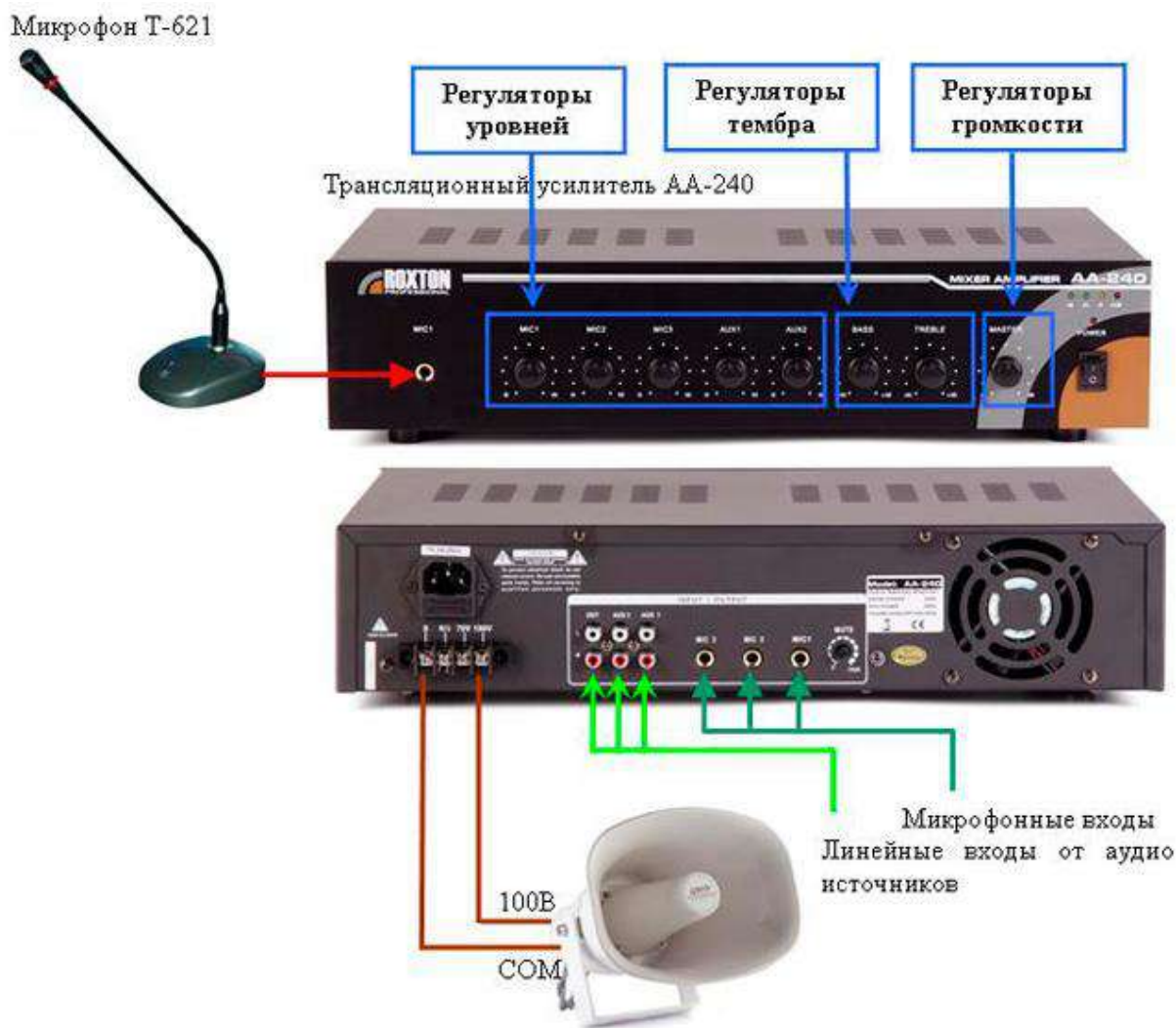


Рис.5 - Схема построения трансляционного усилителя ROXTON АА-240

Звуковой сигнал на данный (трансляционный) усилитель может поступать с нескольких звуковых источников. Звуковые источники, имеющие микрофонный уровень выходного сигнала (1-100 мВ), подключаются к микрофонным входам (MIC 1-4). Источники, имеющие линейный уровень выходного сигнала (0,1-0,7 В), подключаются к линейным входам (AUX 1-3). Микрофонный вход (MIC 1), расположенный на передней панели устройства, имеет высокий приоритет. При вещании с микрофона, подключенного к данному входу, сигналы с других входов приглушаются. Уровень приглушения (т.н. “дакинга”) устанавливается при помощи регулятора (MUTE), расположенного на задней панели устройства. На передней панели усилителя имеются отдельные регуляторы уровня каждого входа, регуляторы тембра ВЧ (TREBLE), НЧ (BASS). Общая регулировка громкости осуществляется регулятором MASTER. Согласующий трансформатор повышает напряжение усиленного сигнала до стандартных значений (70/100В).

Основные принципы, используемые при построении систем оповещения

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

3. Построение многозонных систем оповещения

Многозонные системы оповещения позволяют транслировать звуковую информацию (служебные, экстренные сообщения) в несколько зон как одновременно, так и отдельно. Зональность является важной функцией, повышающей гибкость системы (является характерной для СОУЭ, начиная с 3 типа). Многозонные системы иногда называют системами оповещения с централизованным управлением.

На рис.6 изображена система, состоящая из трансляционного усилителя и 3-х зонного селектора (коммутатор зон + релейная группа).

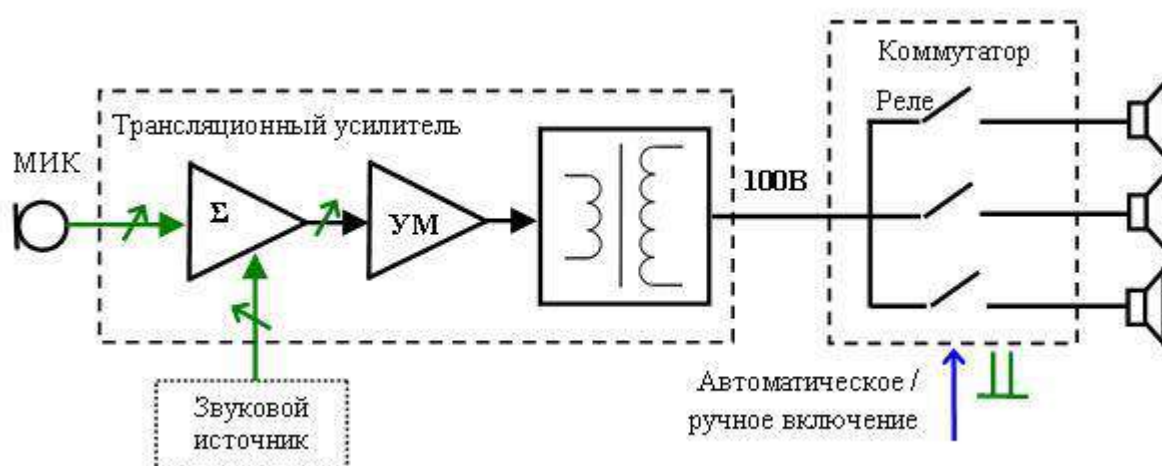


Рис.6 - Схема функционирования зональной трансляционной системы

Включение нужной зоны (согласно данной схеме) может осуществляться как ручным (полуавтоматическим), так и автоматическим способом. Включение в самом простом случае сводится к активации (замыканию контактов) нужного реле, подключающего трансформаторный выход усилителя к соответствующей линии громкоговорителей. При проектировании систем оповещения необходимо обращать внимание на коммутационные характеристики (реле) используемых селекторов. Нагрузка в линии, которую коммутирует данное устройство (реле), не должна превышать его возможности.

Пример построения зональной системы

На рис.7 изображен пример построения зональной системы оповещения, выполненный на оборудовании торговой марки [ITC ESCORT](#).

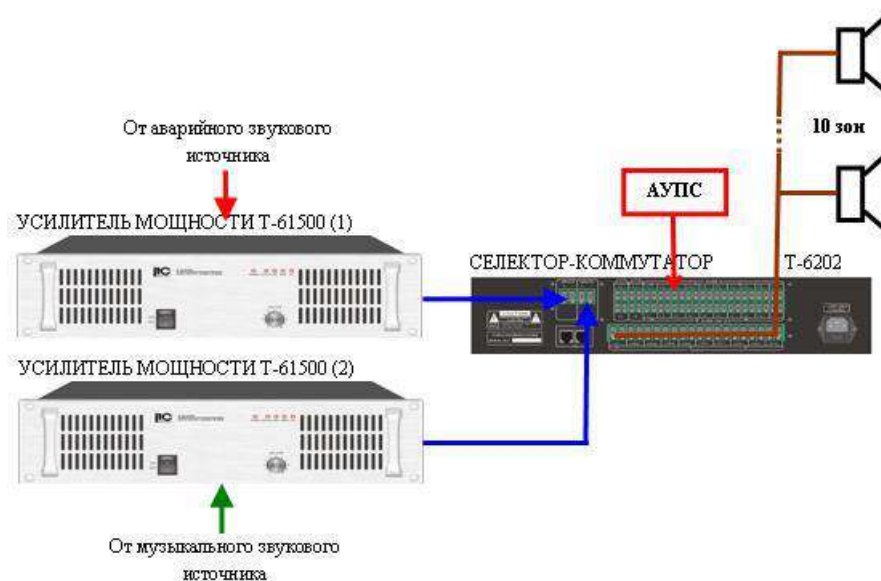


Рис.7 - Пример построения зональной системы оповещения

[Селектор-коммутатор ITC ESCORT T-6202](#) осуществляет коммутацию 10-ти линий громкоговорителей (мощность каждой из которых может достигать 1500 Вт) к усилителям мощности. Первый (высокоприоритетный) усилитель подключается к линиям автоматически – активацией сухих контактов, например, от автоматической установки пожарной сигнализации (АУПС). Второй (низкоприоритетный, о приоритетах см. далее) усилитель подключается к линиям вручную при помощи кнопок на передней панели.

4. Построение многоприоритетных систем

Многоприоритетные системы позволяют транслировать информацию, различающуюся по степени важности – музыка, рекламные объявления, служебные сообщения, экстренные сообщения о чрезвычайных ситуациях и о пожаре. В таких системах высокоприоритетный сигнал должен прерывать или приглушать низкоприоритетный сигнал. Так, например, автоматическая СОУЭ должна включаться от командного сигнала, формируемого системой АУПС, блокируя при этом менее важные функции, например, фоновую трансляцию. При данной активации высокоприоритетное аварийное сообщение должно беспрепятственно (с максимальным уровнем) поступить в (нужные) линии громкоговорителей. На рис.8 изображен пример построения двухприоритетной системы, реализующий данную возможность.

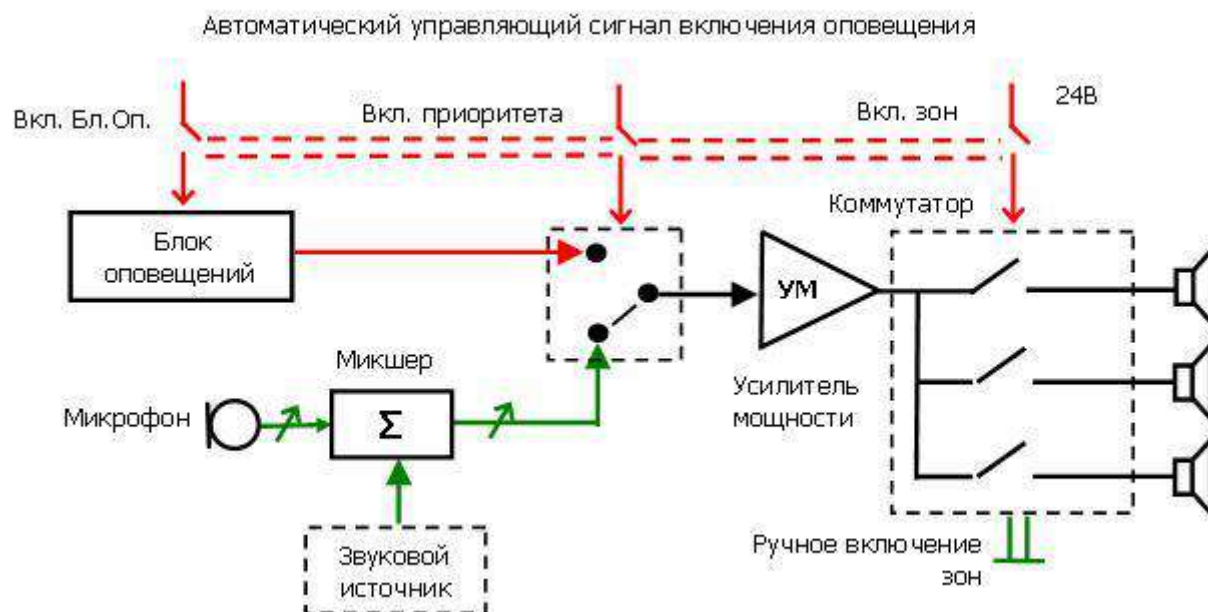


Рис.8 - Пример построения двухприоритетной системы

Из рисунка видно, что при автоматической активации – поступлении управляющего сигнала - включаются следующие компоненты:

- блок сообщений;
- трехпозиционное реле, подключающее блок сообщений ко входу УМ и отключающее звуковую трансляцию;
- коммутатор, подключающий линии громкоговорителей к выходу УМ.

Многозонность, многоприоритетность и многоканальность, являются основными принципами функционирования, присущими современной системе оповещения. На сегодняшний день актуальными являются комбинированные (многофункциональные) решения, имеющие минимум три приоритета. Пример такой реализации показан на рис.9.

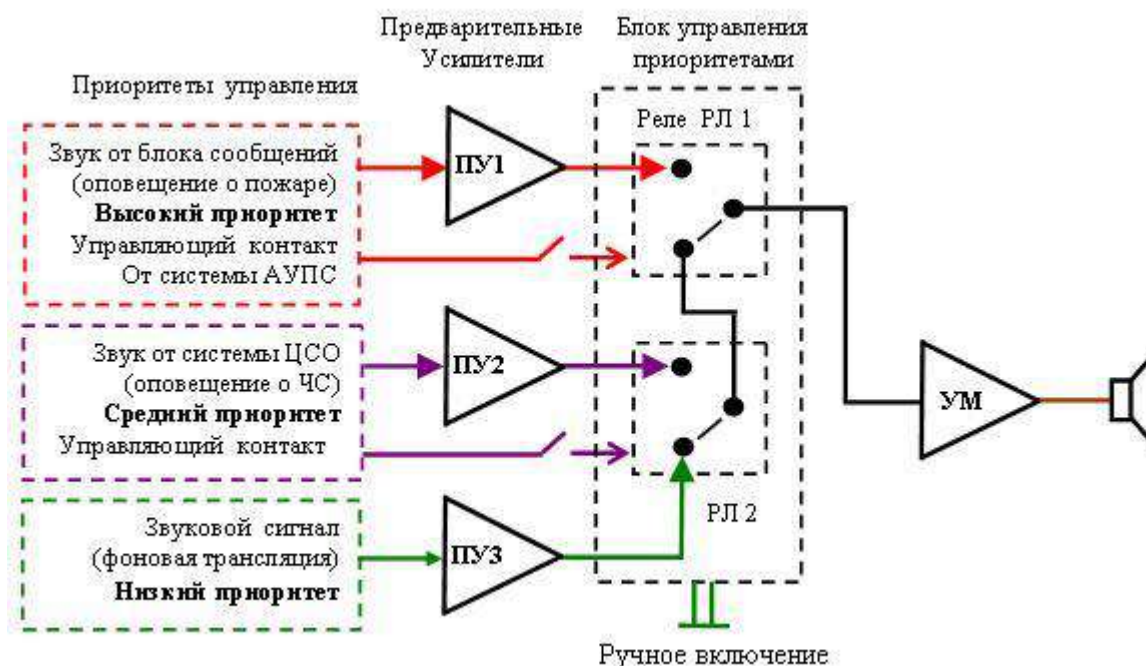


Рис.9 - Пример построения трехприоритетной системы

Блок управления приоритетами выполнен на базе двух 3-х позиционных реле (РЛ1, РЛ2), включающихся сигналом управления – напряжением, сухим контактом или нажатием кнопки на передней панели и коммутирующих аудиосигналы от звуковых источников на вход УМ. Наивысший приоритет в данном примере имеет звуковой сигнал (сообщение о пожаре), поступающий от блока сообщений и активируемый сигналом от системы АУПС. При этом все низшие приоритеты отключаются. Средний приоритет имеет звуковой сигнал (сообщение о ЧС), поступающий от системы централизованного оповещения (ЦСО) и активируемый сигналом от соответствующей (П-166ВАУ, БРУСР-М, БЦЗ и т.д.) системы. При поступлении данного сигнала низший приоритет отключается. Низший приоритет не нуждается в автоматической активации.

5. Построение многоканальных систем

При озвучивании крупных объектов возникают задачи, в которых в каждой (или нескольких) отдельной зоне необходимо организовать свою звуковую трансляцию. Данную задачу решают многоканальные системы.

Многоканальные системы позволяют транслировать различную (звуковую) информацию одновременно по нескольким каналам.

Многоканальную систему можно реализовать различными способами, но в любом случае в ней должны присутствовать несколько каналов – звуковых гальванически развязанных друг от друга трактов.

Наиболее простым примером реализации многоканальной системы является селектор программ (каналов), рис.10.

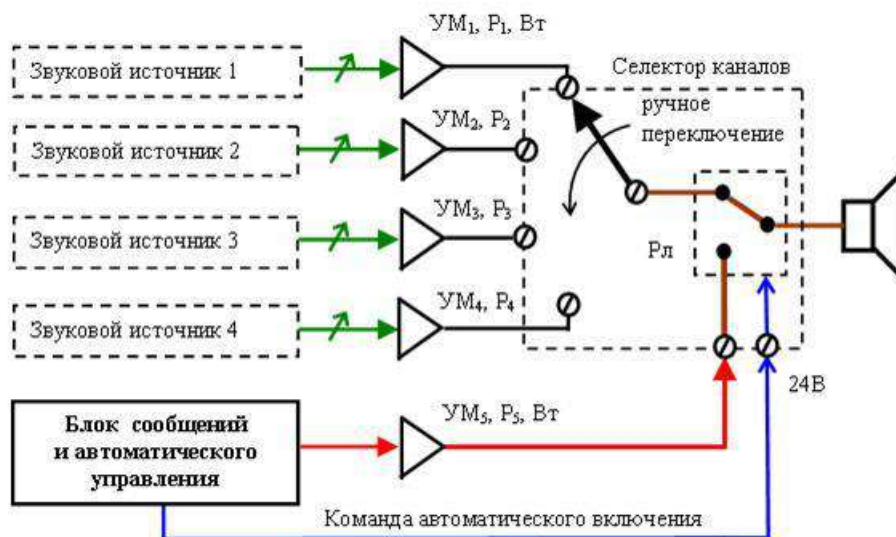


Рис.10 - Схема функционирования дистанционно управляемого селектора программ

На рисунке изображена схема функционирования 4-х проводного селектора программ с возможностью дистанционного управления. Изображенный селектор представляет собой 5-ти канальное (программное) устройство с возможностью выбора любого из 4-х регулируемых каналов и принудительного включения 5-го нерегулируемого канала (что соответствует требованиям НД). Выбор нужного канала (звукового источника) осуществляется вручную при помощи ручки регулятора. Автоматическое включение осуществляется подачей напряжения +24В, переключающего 3-х позиционное реле в нижнее по схеме положение, при котором громкоговоритель подключается к аварийному нерегулируемому каналу. Рассмотрим еще одно устройство, называемое аттенуатором или регулятором громкости.

На рис.11 представлена схема функционирования 4-х проводного регулятора громкости со встроенным реле принудительного включения полной громкости в режиме аварийного (тревожного) оповещения.

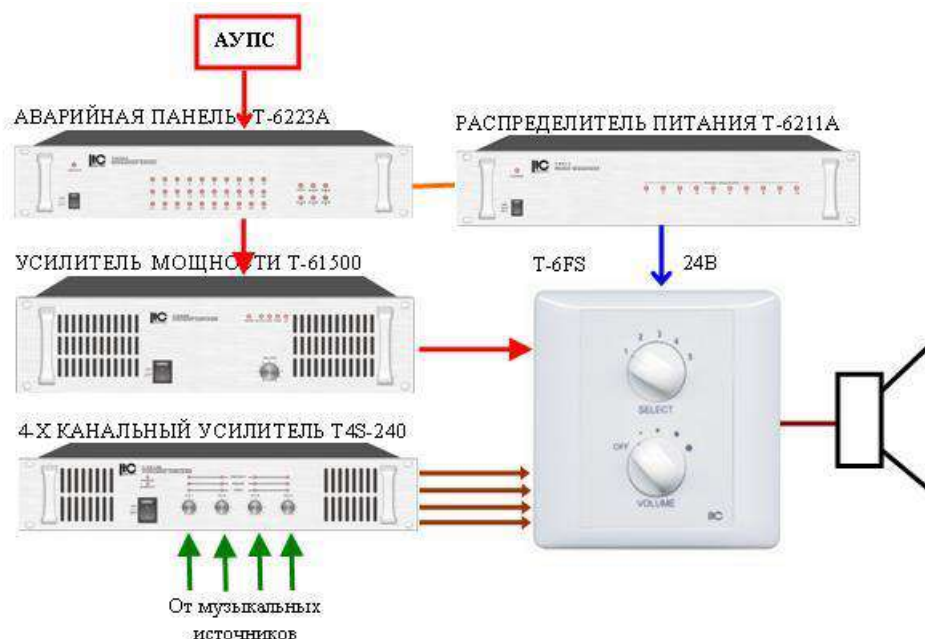


Рис.12 - Пример использования селектора каналов с регулятором громкости

На рисунке изображен фрагмент системы, в которой многоканальная трансляция организована на 4-х канальном усилителе ITC ESCORT T4S-240 (4 канала по 240 Вт). Номер канала и уровень его громкости устанавливаются на селекторе каналов с регулятором громкости T-6FS (6 Вт, 5 регулируемых каналов). При поступлении сигнала управления (“сухого” контакта) от системы АУПС активируется аварийная панель ITC ESCORT T-6223A, звуковое сообщение с которой поступает на УМ ITC ESCORT T-61500 (1500 Вт) и далее, минуя регуляторы, на громкоговоритель. Активацию (отключение регуляторов) селектора каналов с регулятором громкости осуществляет распределитель питания ITC ESCORT T-6211A, получающий сигнал управления от аварийной панели T-6223A по интерфейсу RS-485.

Примечание. В используемом 4-х проводном селекторе каналов с регулятором громкости используется одно 3-х позиционное реле, отключающее как каналы, так и регулятор громкости. Мощность регулятора громкости должна быть не ниже мощности подключаемой линии громкоговорителей.

На рис.13 приведен пример многоканальной реализации.

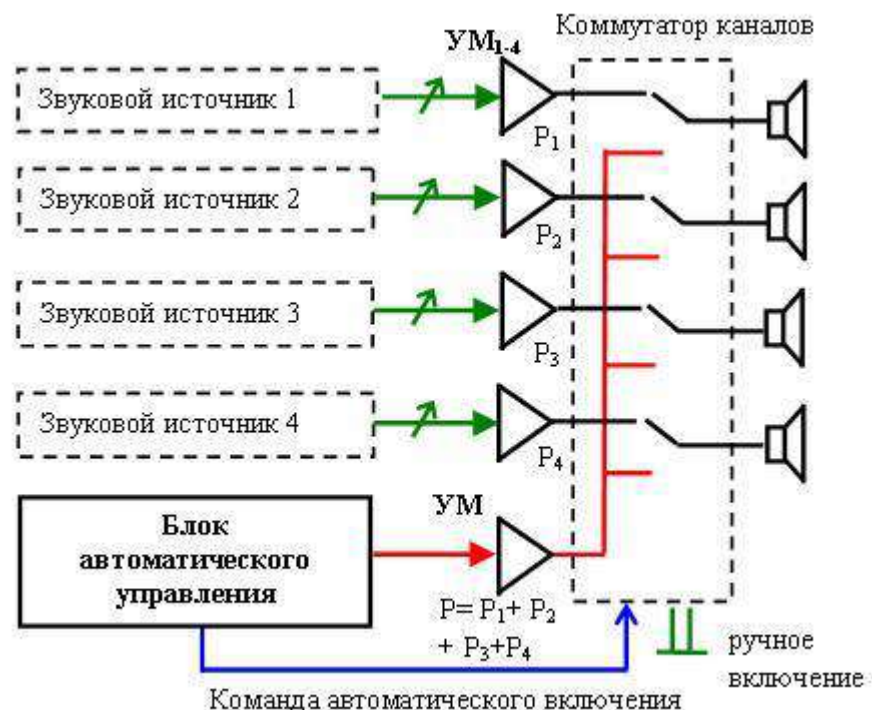


Рис.13 - Функциональная схема многоканальной системы с возможностью принудительного отключения

На рисунке изображена 5-ти канальная система, в которой присутствуют 4 полноценных регулируемых каналов (звуковой источник + УМ + линия громкоговорителей) и один аварийный. Коммутатор каналов построен на 3-х позиционных реле, управляемых как вручную, так и автоматически. В нормальном режиме контакты реле соединяют 100 В выходы трансляционных усилителей с нужной линией, в каждую из которых поступает независимый звуковой (например, музыкальный) сигнал от отдельного источника. Для аварийного режима предусмотрен отдельный (аварийный) усилитель, коммутируемый к нужному каналу блоком автоматического управления, отключающий соответствующий (канал) звуковой источник.

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

Пример данной реализации приведен на рис.14.

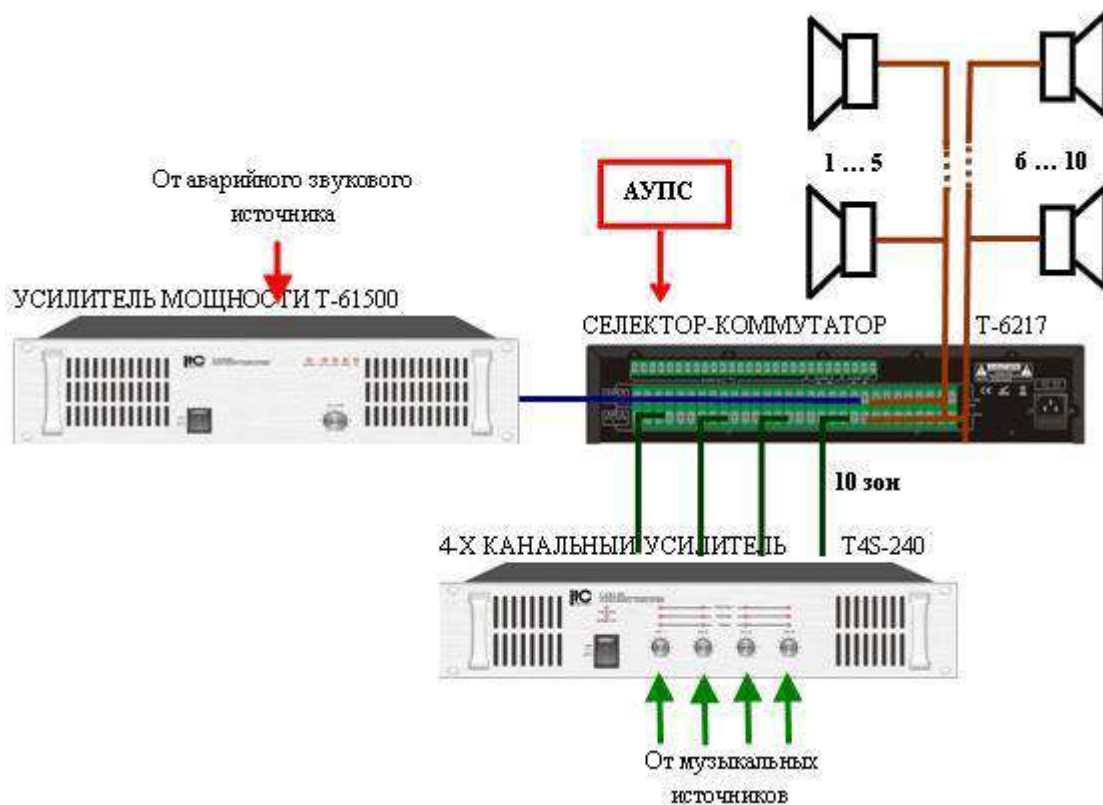


Рис.14 - Пример построения многоканальной системы

Основным исполнительным блоком в данном примере (фрагменте) является [селектор-коммутатор ITC ESCORT T-6217](#), коммутирующий до 10-ти музыкальных (низкоприоритетных) усилителей в ручном режиме и до 10-ти аварийных (высокоприоритетных) усилителей в автоматическом (от системы АУПС). В данной схеме присутствует аппаратная избыточность (в виде усилителя). Подобного недостатка лишены схемы, в которых одни и те же усилители работают как музыкальные, так и аварийные. Пример такой реализации изображен на рис.15.

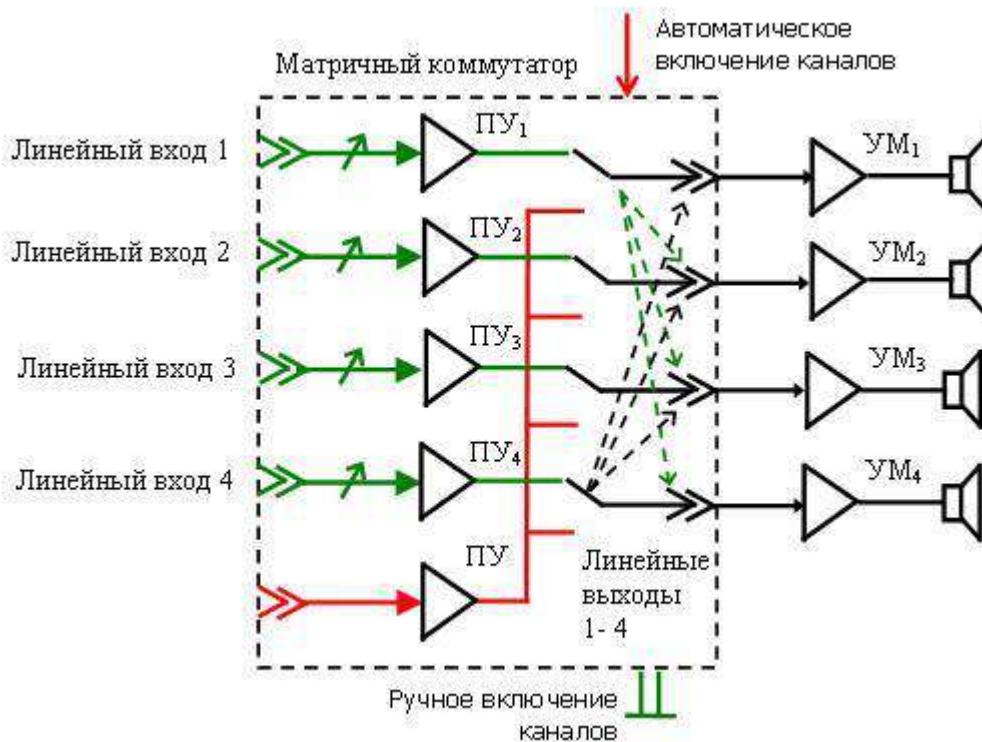


Рис.15 - Функциональная схема системы многоканальной трансляции с устранением избыточности

В данном решении, в отличие от предыдущего, осуществляется коммутация не выходных (100 В), а входных (~1 В) сигналов.

Примечание. В существующих схмотехнических реализациях избыточность отсутствует. Функции дополнительного предварительного усилителя (на схеме - ПУ) выполняет один из существующих ПУ (ПУ1...ПУ4).

Рассмотрим пример. На рис. 16 изображена многоканальная система, реализованная на [8-ми канальном предусилителе ITC ESCORT T-6240](#).

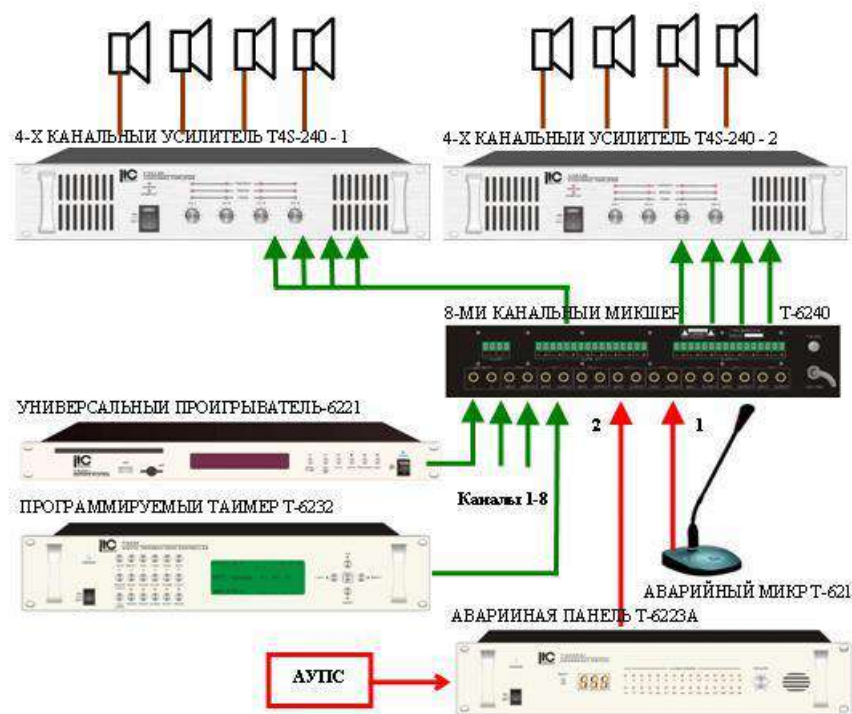


Рис.16 - Пример построения системы на базе многоканального предварительного усилителя

Основным исполнительным блоком в данном примере (фрагменте) является 8-ми канальный предварительный усилитель T-6240. Данный ПУ работает в 2-х режимах: музыкальном и аварийном. В музыкальном режиме ПУ осуществляет предварительное усиление сигналов от 8-ми звуковых источников (ITC ESCORT T-6221, ITC ESCORT T-6232 и проч.). Уровень звукового сигнала каждого из каналов регулируется. Аварийный режим организован двумя способами. Первый способ – автоматическое включение, активируемое подачей “сухого” контакта (до 8-ми контактов). При данной активации сообщение от аварийного источника (ITC ESCORT T-6223A), подключенного ко входу Line Input 2 поступает в соответствующий канал. Второй способ активации – приглушение (т.н. “дакинг”). При поступлении аудио-сигнала (например, от микрофона ITC ESCORT T-621) на высокоприоритетные входы (Mic, Line Input 1) трансляция во всех (с 1-го, по 8-ой) каналах приглушается (режим т.н. “дакинга”). При необходимости коммутации любого аудиовхода с любым аудиовыходом (пунктирные стрелки, рис.15), необходимо использовать системы, называемые матричными.

Матричные системы – многоканальные системы, в которых любой вход может быть соединен с любым выходом ручным или автоматическим способом.

На рис.17 изображена схема функционирования матричного коммутатора ITC ESCORT T-8000.



Рис.17 - Схема функционирования матричного коммутатора ITC ESCORT T-8000

Цифроаналоговый матричный коммутатор ITC ESCORT T-8000 – многоканальное решение с возможностью дистанционного управления от 4-х микрофонных консолей ITC ESCORT T-8000A и 8-ми удаленных пейджинговых контроллеров T-8000BW. Матрица позволяет осуществлять многоканальную трансляцию звуковой информации с 8-ми различных, в том числе удаленных, источников в 32 зоны (в режиме расширения). Дистанционное управление каналами осуществляется по интерфейсу RS-422. В данной системе реализован высокий приоритет, позволяющий использовать данное решение в качестве СОУЭ.

6. Сложный алгоритм оповещения

При возникновении пожара в защищаемом здании могут возникать внештатные ситуации, в которых дежурный оператор должен иметь возможность вмешаться в процесс автоматического оповещения. Реализация

сложного алгоритма оповещения является одним из требований, присущих СОУЭ 4, 5 типов.

Сложный алгоритм подразумевает реализацию нескольких сценариев оповещения об эвакуации из каждой зоны, в зависимости от места обнаружения пожара. В зависимости от ситуации дежурный оператор должен иметь возможность вмешаться в процесс оповещения. Задача организации нескольких вариантов эвакуации решается как организационными (разработка планов эвакуации), так и техническими средствами. Технические средства должны иметь возможность полуавтоматического и автоматического управления: полуавтоматическое – вмешательство оператора с целью корректировки возможных путей эвакуации, автоматическое – активация технических средств, реализующих заранее спланированный алгоритм оповещения.

Сложный алгоритм может быть реализован как аппаратными, так и программными средствами [20]. На рис.18 изображен фрагмент аппаратной реализации сложного алгоритма оповещения.

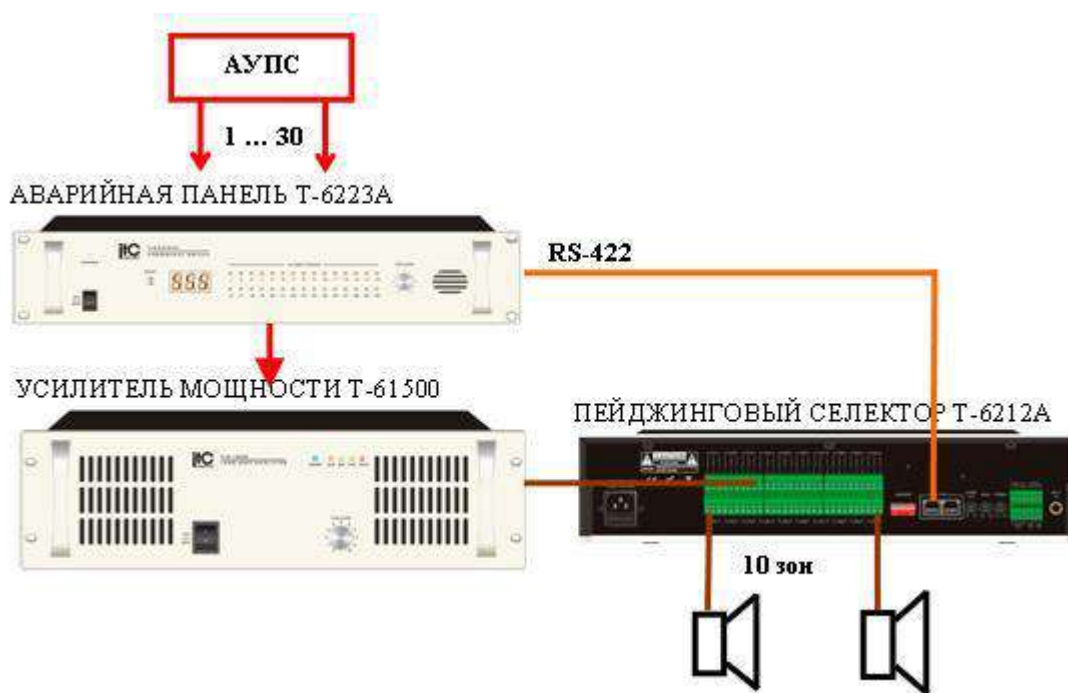


Рис.18 - Фрагмент блок-схемы, реализующей сложный алгоритм оповещения

В данном примере алгоритм управления реализуется программными возможностями системы пожарной сигнализации (АУПС), на выходе которой формируется определенная временная последовательность управляющих сигналов (импульсов или сухих контактов). Данная последовательность сигналов поступает на [аварийную панель Т-6223А](#). В зависимости от номера управляющего сигнала на аварийной панели активируются заранее записанные звуковые сообщения (в mp3-формате).

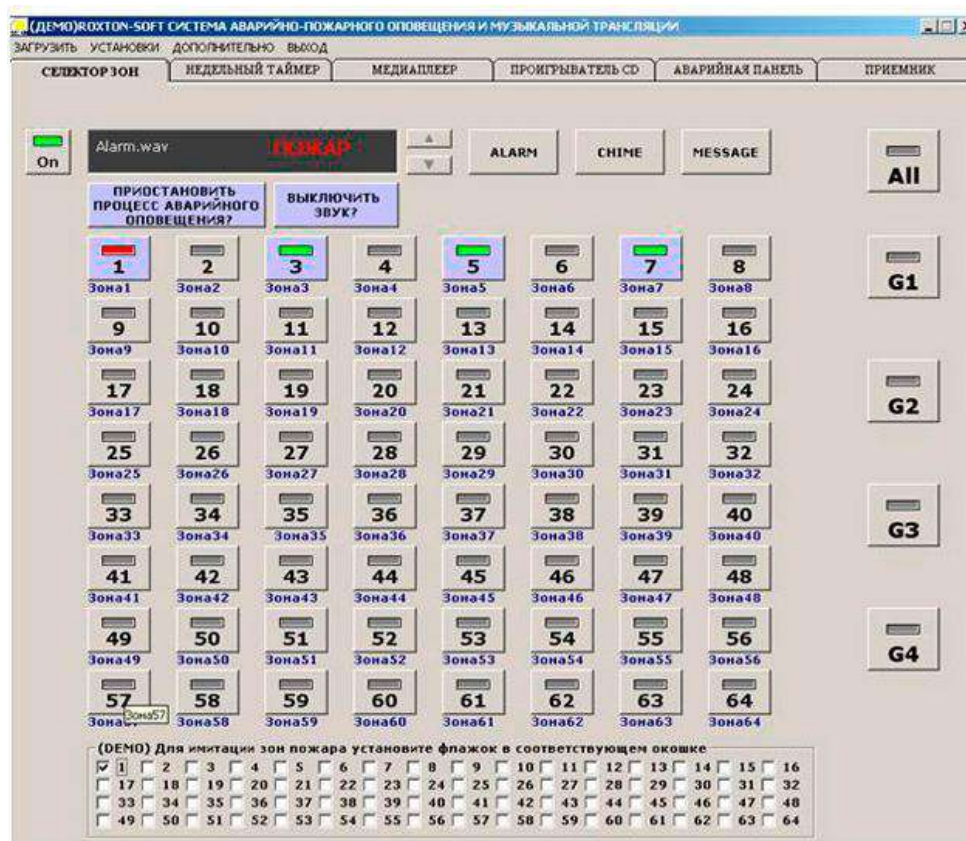
Данные сообщения транслируются на [УМ Т-61500](#) и далее в линию (зону), соответствующую номеру управляющего сигнала. Коммутацию линий осуществляет [пейджинговый селектор ITC ESCORT Т-6212А](#), управляемый от [аварийной панели Т-6223А](#) по интерфейсу RS-422. Временем оповещения каждой зоны можно управлять 2-мя способами: программированием пожарной станции (при статическом управлении) или варьированием длительности сообщений при импульсном управлении блоком [ITC ESCORT Т-6223А](#).

Реализацию сложного алгоритма оповещения программными средствами рассмотрим на примере [аппаратно-программного комплекса \(АПК\) ROXTON](#).

АПК позволяет, используя персональный компьютер (НР-4015LKM), принимать аварийный сигнал от системы пожарной сигнализации и транслировать сигнал оповещения о пожаре в заданные линии по гибкому (сложному) алгоритму. В комплексе предусмотрена возможность оперативного вмешательства и корректировки процесса автоматического аварийного оповещения. Аварийные события и действия оператора записываются в протокол. Сценарии оповещения настраиваются заранее и хранятся на жестком диске компьютера.

Базовый комплект представляет собой набор технических средств, состоящий из мультимедийного компьютера с установленным в него 16-, 32- или 64-х канальным промышленным контроллером, программным обеспечением (ПО), платы клеммников.

Графический интерфейс программы управления изображен на рис.19.



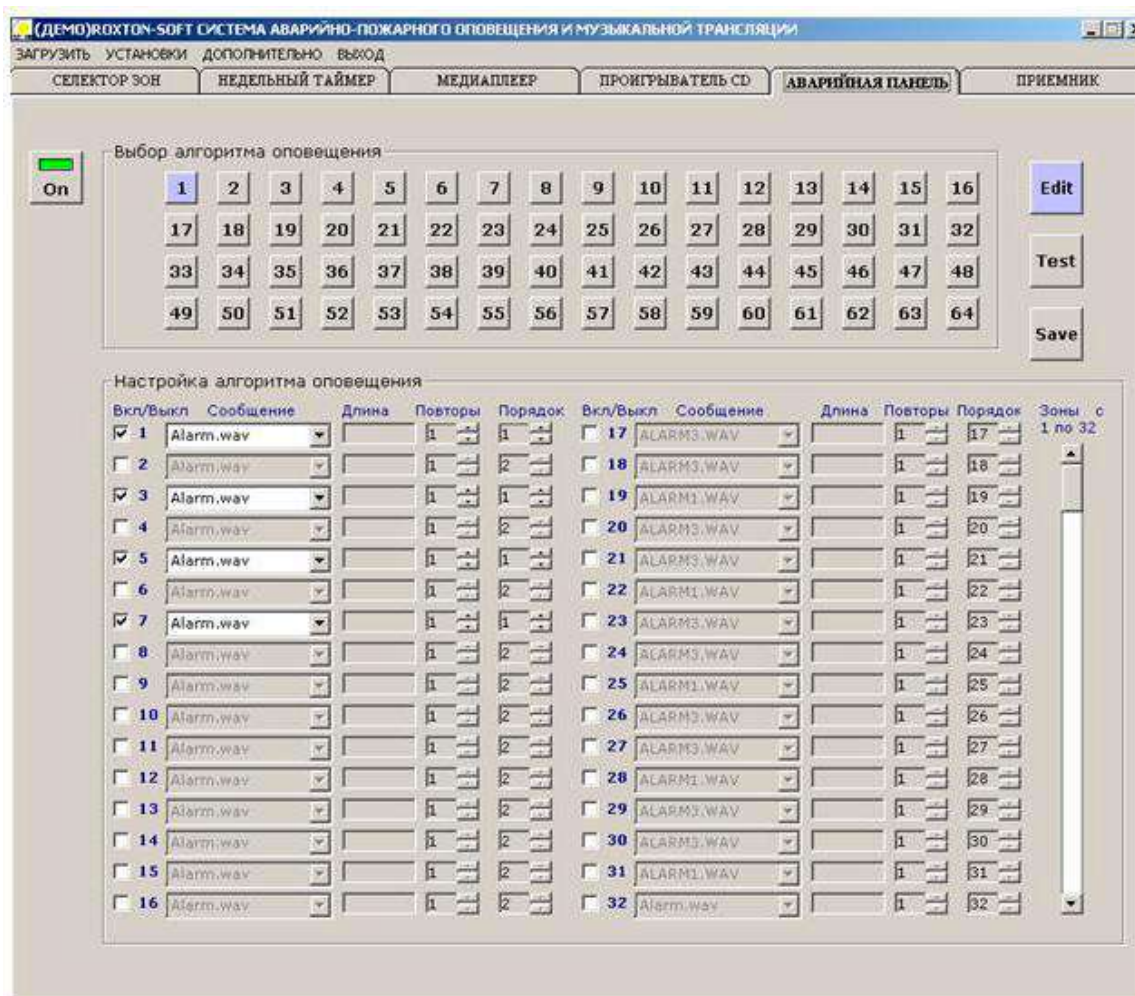


Рис.19 - Программное обеспечение для контроля и управления цифро-аналоговыми системами оповещения (Roxton, Roxton-Inkel, ITC-Escort)

В режиме тревоги сигналы от АУПС (12/24В, сухой контакт) поступают на входы контроллера. Программа регистрирует данный сигнал, запуская алгоритм, номер которого соответствует номеру сигнала (номеру клеммы контроллера, на которую поступает данный сигнал). Низкие программные приоритеты отключаются, запускается алгоритм, который при необходимости можно скорректировать или приостановить.

Пример сложного алгоритма

Пусть необходимо реализовать алгоритм (сценарий) оповещения для эвакуации из 10-ти этажного здания. Предположим, произошло возгорание на N-ом этаже здания. В этом случае алгоритм может быть реализован следующим образом. Вначале оповещается персонал здания. Персонал может приостановить алгоритм с целью выяснения ситуации. При наличии угрозы

алгоритм продолжается. Далее оповещается зона возгорания (N), затем последовательно этажи 10, 9, ... N+2, N+1, затем этажи N-1, N-2, 2, 1, после чего включается циркулярное оповещение всех зон. Всего в данной программе можно организовать до 3600 различных сценариев.

7. Распределенные системы оповещения

Уровень задач, решаемых современными системами оповещения, кроме перечисленных требует от последних реализации таких функций, как:

- интегрируемость;
- возможность координированного управления;
- контроль работоспособности;
- протоколирование событий.

Реализация данных и многих других требований накладывает на систему оповещения дополнительные требования. В качестве примера можно привести систему оповещения и управления эвакуацией СОУЭ 5 типа – систему с возможностью координированного централизованного управления из единого пожарного поста-диспетчерской всеми (техническими) системами (службами) защищаемого здания. Эффективное решение данной задачи обеспечивается при полной интеграции всех технических средств (всего комплекса), что, в свою очередь, повышает уровень безопасности людей. В современных условиях выполнение данных требований не представляется возможным без цифровой реализации, являющейся не самоцелью, а средством оптимизации и унификации [20]. Цифровая передача данных имеет известный ряд преимуществ: высокое качество звука, возможность передачи информации на большие расстояния, помехоустойчивость.

Под интеграцией будем понимать возможность объединения нескольких независимых систем, предназначенных для решения различных задач, в единую систему. В основе каждой должны быть заложены унифицированные принципы и методы обработки данных. В более простом смысле, интеграция – это оптимальное согласование нескольких систем.

Большинство из вышеперечисленных задач можно решить цифроаналоговыми средствами (ср. задачи протокольного уровня). Так, [система оповещения ITC ESCORT](#), используемая в качестве примера в данной главе, для обмена данными использует интерфейс RS-422.

Интерфейсы передачи данных RS-422/485

Интерфейсы передачи данных RS-422/485 разработаны совместно двумя ассоциациями: Ассоциацией электронной промышленности (EIA — Electronics Industries Association) и Ассоциацией промышленных средств связи (TIA — Telecommunications Industry Association). Ранее EIA маркировала все свои стандарты префиксом «RS» (от англ. Recommended Standard — Рекомендованный стандарт). Многие инженеры продолжают

использовать это обозначение, однако EIA/TIA официально заменил «RS» на «EIA/TIA».

Интерфейс RS-422 изначально предусматривает использование четырехжильной экранированной витой пары, допускает соединения ограниченного числа передатчиков и приемников (до 5-ти передатчиков и до 10-ти приемников на каждый передатчик). Экран в витой паре (в RS-422) используют в качестве сигнальной земли, которая является обязательной. Интерфейсы RS-422 и RS-485 (см. следующую главу) были придуманы для замены RS-232 в тех случаях, когда RS-232 не удовлетворял по скорости и дальности передачи. RS-422, в отличие от RS-232, использует балансный сигнал, который передается по сбалансированной (симметричной) линии, представляющей собой сигнальную землю и пару проводов (а не один, как в небалансном варианте). RS-422 использует отдельные пары проводов: одну пару для приема, одну для передачи (и еще по одной паре на каждый сигнал контроля/подтверждения, впрочем, не всегда).

Рассмотрим еще один пример использования данного интерфейса, рис.20.

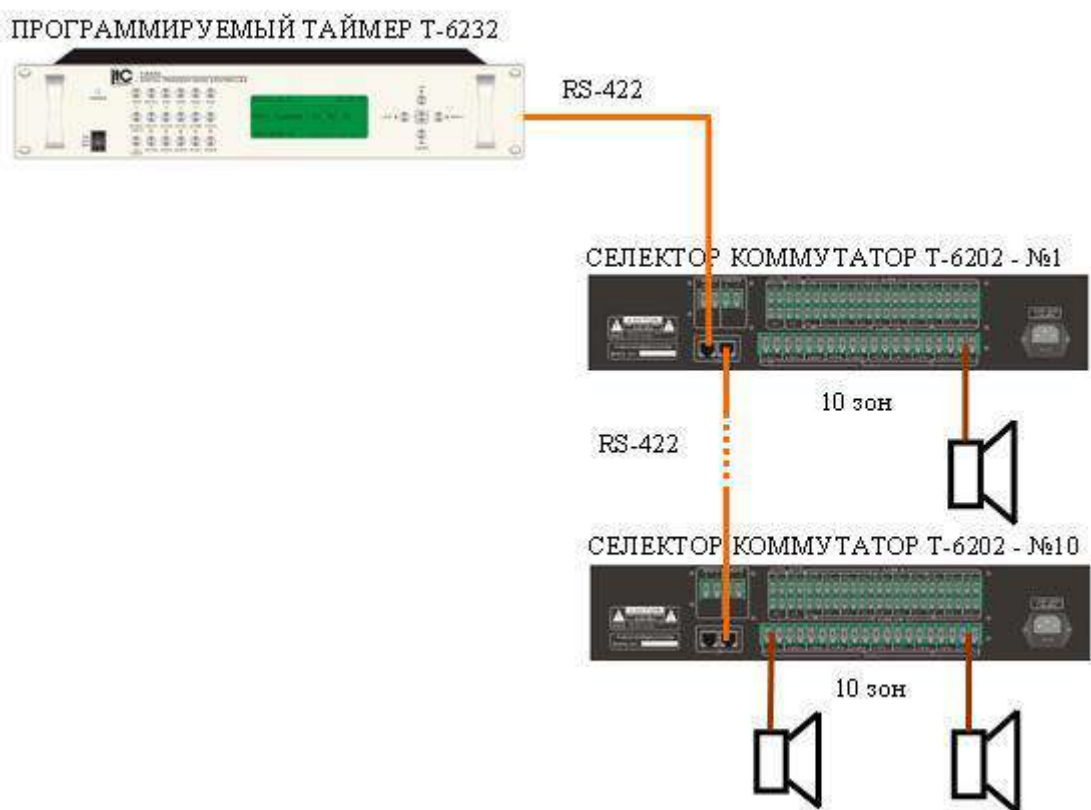


Рис.20 - Фрагмент блок-схемы, демонстрирующий возможности микропроцессорного управления и интерфейса RS-422

Программируемый недельный таймер ITC ESCORT T-6232 – многофункциональное устройство, осуществляющее автоматическое управление различными функциями по сигналам встроенного недельного таймера):

- управление питанием;
- включение mp3-сообщений, хранящихся на USB-карте;
- дистанционную трансляцию (по RS-422) данных сообщений в определенные линии;
- управление 10-ю 10-ти зонными селекторами Т-6202, адрес каждого из которых устанавливается при помощи DIP-переключателя (на задней панели).

Распределенные системы оповещения

Если нужно построить единую систему оповещения на крупном объекте с территориально разбросанными участками или зданиями, то необходимо использовать распределенную систему оповещения. Под распределенными системами оповещения понимаются системы, которые позволяют дистанционно управлять и контролировать:

- узлы и элементы системы;
- отдельные периферийные устройства;
- полноценные локальные системы.

Данные системы строятся на базе цифровых технологий, наиболее эффективны на больших территориях. Распределенные системы совмещают возможности многозонных и многоканальных систем, имеют возможность централизованного (координированного) управления. Сбор и анализ информации осуществляется с целью принятия оптимальных решений.

На рис.21 изображена блок-схема распределенной многофункциональной системы оповещения, построенной на блоках системы ITC ESCORT.

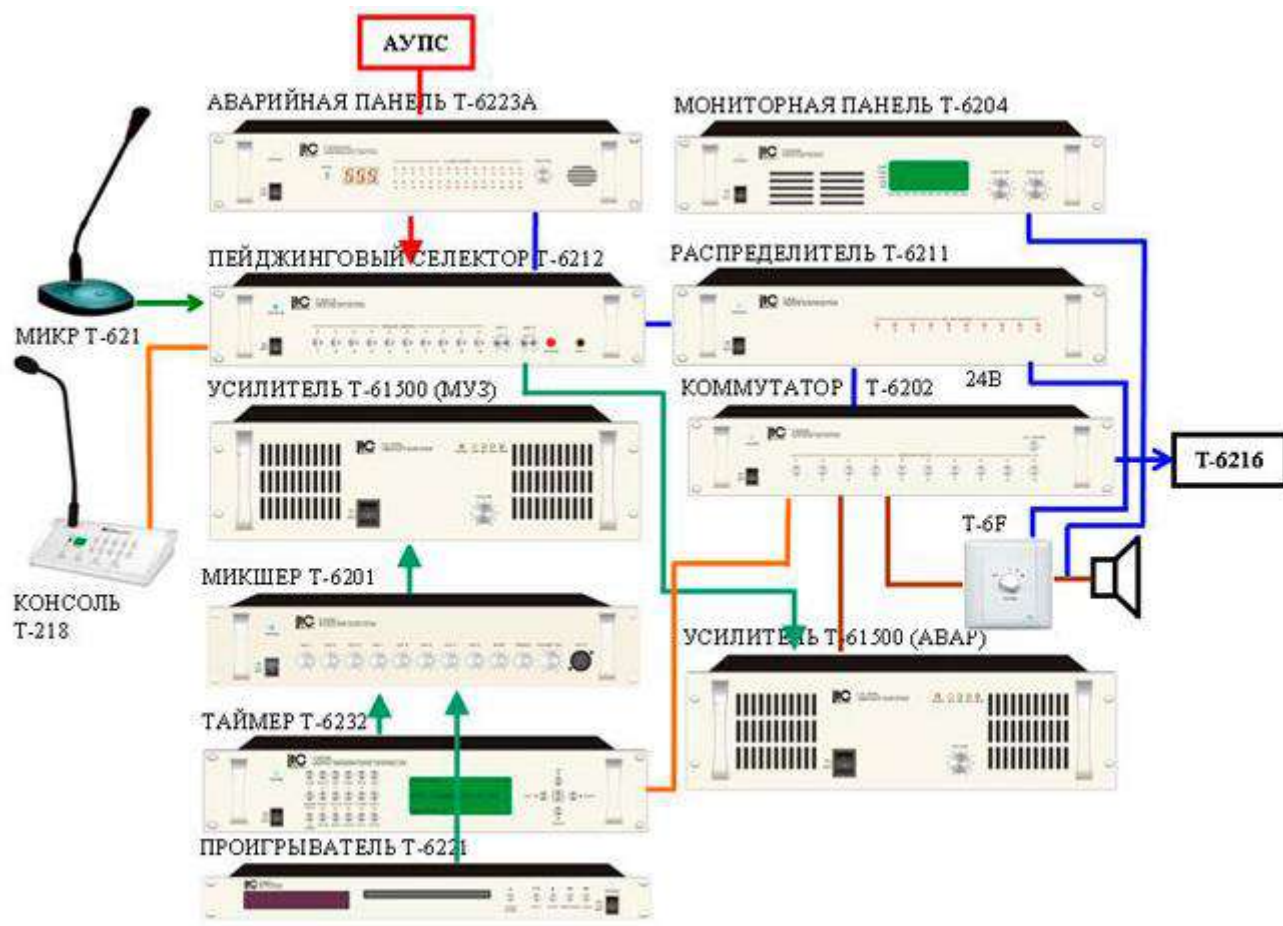


Рис.21 - Фрагмент распределенной системы оповещения и музыкальной трансляции

Данная система включает фрагменты, рассмотренные ранее. Рассмотрим работу данной схемы в порядке приоритетов.

Наивысший приоритет в данной схеме имеет автоматическое оповещение о пожаре. При активации блока ITC ESCORT T-6223A от системы АУПС происходит:

- включение (посредством “сухих контактов”) пейджингового селектора ITC ESCORT T-6212 с целью блокировки низших приоритетов (например, микрофонных консолей ITC ESCORT T-218);
- активация распределителя питания ITC ESCORT T-6211 с целью выдачи управляющего напряжения +24В на нужный аттенюатор или группу аттенюаторов. Блок T-6211 получает команду управления в виде “сухих контактов” от селектора T-6212;
- активация селектора ITC ESCORT T-6202 с целью включения нужной зоны. Блок T-6202 получает команду управления в виде “сухих контактов” от распределителя T-6211;

При необходимости организации дежурного режима, используются возможности [селектора ITC ESCORT T-6202](#), на выходе которого возникает управляющий “сухой контакт” для включения [распределителя питания ITC ESCORT T-6216](#), для выведения из спящего режима [аварийных усилителей T-61500](#) (нижний справа).

Средний приоритет управления принадлежит [микрофону ITC ESCORT T-621](#) и [удаленным микрофонным консолям T-218](#) (количеством до 16-ти).

По низкому приоритету, реализованному на селекторе-коммутаторе [ITC ESCORT T-6202](#), осуществляется музыкальная трансляция. Возможность звуковой, в том числе программной (рекламные объявления) трансляции с нескольких источников, что обеспечивается применением [микшера ITC ESCORT T-6201](#) и (музыкального) [усилителя мощности T-61500](#) (нижний слева, не резервируется).

Контроль линий оповещения осуществляет [мониторная панель ITC ESCORT T-6204](#). При необходимости автоматического контроля линий используется блок [ITC ESCORT T-6220](#). Дистанционная регулировка громкости осуществляется аттенюаторами [ITC ESCORT T-6F \(6Вт\)](#). Для регулировки одним аттенюатором нескольких громкоговорителей необходимо использовать более мощную модель аттенюатора, например, [ITC ESCORT T-1200F \(200Вт\)](#).

8. Особенности проектирования СОУЭ в условиях развития электронных технологий.

Необходимость в написании этого раздела продиктована с одной стороны недостаточной разработкой данного материала в современных учебниках по проектированию систем безопасности, а с другой – требованием времени, быстро меняющимися условиями внутреннего и внешнего рынка, развитием электронных технологий, нарастающими темпами строительства новых объектов различного назначения, заменой в существующих зданиях и сооружениях устаревшего оборудования современными средствами безопасности и автоматизации.

Современные проектировщики и специалисты в области систем безопасности нуждаются в повышении своей квалификации и, как следствие, обязаны следить за техническими процессами, происходящими в современном обществе. При возникновении необходимости или в случае морального и физического устаревания техники, средств и технологий может потребоваться даже переквалификация. Современные специалисты, кроме обладания чисто техническими знаниями и навыками, должны уметь ориентироваться в огромном рынке электронных систем безопасности, уметь использовать и адаптировать импортное оборудование, интегрировать различные бренды. Не следует пренебрегать и инновационными решениями, эффективность которых оправдана истекшим

десятилетием. И еще одна причина: импортное оборудование нуждается в адаптации и инновации в связи с тем, что отечественная нормативная база имеет свою специфику, отличающуюся от международной.

Настоящий материал основывается на многолетнем практическом опыте автора, включает большое количество примеров на базе существующего недорогого, активно применяемого сертифицированного оборудования.

Безусловно, работа не претендует на полноту охвата всей проблематики в сфере СОУЭ, поскольку детальная разработка данной темы не представляется возможной в рамках небольшой публикации. В разделе освещены некоторые трудности, возникающие при проектировании СОУЭ.

Юридическим основанием для применения СОУЭ на нашем рынке являются своды правил, нормативы, разработанные на основании федеральных законов. Однако фактически подобные системы строятся для того, чтобы попросту защитить людей при той или иной угрозе, своевременно предупредив их об опасности. Доведение до людей информации, касающейся их личной безопасности, является делом обязательным и наиважнейшим.

Рекомендации, предложенные в настоящей книге, опираются на действующие СНиПы, однако они могут рассматриваться также вне этой зависимости и легко адаптироваться под меняющиеся условия.

Основное внимание в работе уделено особенностям и основным принципам построения и проектирования СОУЭ 3-5 типов и в частности систем звукового оповещения(СЗО). Рассмотрены вопросы, касающиеся основных этапов проектирования СОУЭ, представлены ссылки на нормативные документы, приведены примеры решений некоторых наиболее важных задач на уровне структурных схем, включен минимальный теоретический материал для самостоятельных(электроакустических) расчетов, даны практические примеры, продемонстрированы результаты расчетов.

8.1 Некоторые особенности проектирования СОУЭ

В современных условиях, одним из важных аспектов на этапе проектирования является составление грамотного технического задания. На этом этапе осуществляется обратная связь между проектировщиком и поставщиком оборудования. Техническое задание (ТЗ) формирует проектировщик, но оптимальное решение и всю необходимую документацию, предоставляет техническая служба поставщика или производителя проектируемой системы.

При выборе СОУЭ очень важно правильно оценить здание или сооружение, для которого она проектируется, и в котором СОУЭ будет устанавливаться и эксплуатироваться.

После того как произведена оценка здания, нужно рассчитать необходимое количество зон. Следует сказать несколько слов о делении по зонам. Для озвучивания больших территорий применяются так называемые распределенные(в отличие от локальных) системы. Такие системы работают по многозонному принципу. Деление по зонам имеет два преимущества:

- 1) с функциональной точки зрения, это удобство и гибкость управления;
- 2) с технической точки зрения, это создание однородного звукового поля или обеспечение равномерного звучания речевых оповещателей, а также минимизация паразитных обратных связей в системе.

Различные аспекты могут существенным образом повлиять и на окончательный выбор СОУЭ. В зависимости от специфики озвучиваемого объекта и существующих или проектируемых коммуникаций могут потребоваться, например, цифровые системы оповещения.

Дадим некоторые определения. **Комплексные системы**, в отличие от автономных, способны решать более широкий круг задач, а также интегрироваться с другими системами. Локальные СОУЭ представляют собой совокупность средств оповещения, которые при поступлении команды управления передают сигнал оповещения в заданные зоны.

Централизованные системы отвечают за централизованный сбор информации, контроль и управление периферийными устройствами. Такие системы мы будем называть еще и распределенными, классифицируя их тем самым по способу построения и подразумевая под способом не только возможность деления по зонам, но и возможность размещения узлов системы на распределенных(больших) территориях. В распределенных системах громкоговорители распределяются по всей территории или зоне расположения слушателей. При этом должна обеспечиваться однородность звукового поля, что в свою очередь приводит к хорошей разборчивости речи.

При расчете времени резервирования по питанию необходимо уметь рассчитывать время резервирования как в дежурном, так и в тревожном режиме.

Дадим некоторые пояснения. **Дежурный режим**– это режим, при котором большинство блоков в отсутствие звуковой трансляции отключены. Примером являются трансляционные усилители как наиболее крупные потребители. При этом блоки системы должны находиться в режиме готовности, чтобы при подаче на них питания включиться в работу. Таким образом, можно сформулировать понятие “находиться в дежурном режиме”.

Система, находясь в дежурном режиме, имеет минимальное потребление при отсутствии аварийной ситуации и оперативно включается для выполнения своей задачи при активации. При необходимости музыкальной трансляции усилители должны быть запитаны от 2-х вводов распределителя питания, отключаемом и неотключаемом. При этом резервировать следует только отключаемые вводы. В противном случае

очень сложно обеспечить работу системы в течение 24 часов при отсутствии основного питания.

Под **аварийным** режимом будем понимать режим функционирования СОУЭ при поступлении на нее сигналов от ОПС. При пропадании питания СОУЭ должна функционировать в течение расчетного времени или времени, оговоренного в НПБ (например, 1 час). При пропадании питания СОУЭ запитывается от АКБ, подключение которых осуществляется автоматически.

При инсталляции таких систем необходимо обеспечить двойное питание блоков от основного и аварийного ввода.

Для резервирования оборудования, имеющего питание 220В, используются источники бесперебойного питания ИБП(UPS). По сравнению с АКБ они имеют по крайней мере одно очень большое преимущество- простота в обслуживании.

На практике не все так просто. Дело в том, что на современном рынке присутствует большое разнообразие ИБП. Производители, выдвигая на передний план те или иные преимущества, обычно скрывают недостатки своих брендов, поэтому для применения в СОУЭ желательно использовать источники бесперебойного питания, которые прошли сертификацию в пожарных органах, т.е. тестировались на электромагнитную совместимость, на устойчивость работы при различных перебоях в сети, отключения, кратковременные пропадания и т.д.

Основное назначение ИБП в СОУЭ– это обеспечение длительной работы системы при пропадании питания. Поэтому для расчета необходимо знать параметры выбираемого ИБП, которые в свою очередь обеспечиваются либо встроенными АКБ, либо– для увеличения времени резервирования– дополнительными внешними. В любом случае необходимы точные данные от производителя.

В СОУЭ соединение звукоусилительной системы с громкоговорителями осуществляется линиями связи. Как и в любых линиях, в них возникают потери, что может заметно снизить качество и уровень передаваемого сигнала, поэтому немаловажной является задача расчета потерь на проводах. Рассчитав суммарную нагрузку СОУЭ, можно приступить к расчету потерь на проводах при условии, что провод уже выбран. Но можно решать и обратную задачу, а именно выбирать минимально необходимое сечение кабеля в зависимости от допустимых потерь.

В звуковых системах для обеспечения приемлемого качества вещания величина допустимых потерь принимается равной 10%. Следовательно, задачу можно сформулировать таким образом: найти оптимальное сечение жилы кабеля(при заданных параметрах нагрузки), при котором потери не превысят 10%.

В реальных условиях нагрузка распределяется вдоль линии более или менее равномерно. В этом случае необходимое сечение жилы может быть уменьшено. Сечение жилы линейно зависит от длины провода– для

большей длины требуется большее сечение, следовательно, для равномерно распределенной нагрузки одинаковой мощности формулу для расчета сечения провода можно переписать в следующем виде:

$$S=K*r*L_{\text{ж}}/R_{\text{л}},$$

где K – коэффициент, учитывающий равномерность нагрузки;

r – удельное сопротивление жилы;

$L_{\text{ж}}$ – длина жилы провода;

$R_{\text{л}}$ – длина линии.

Для равномерной нагрузки коэффициент K можно представить как среднее арифметическое значение между худшим при длине L и лучшим при длине L/N случаями:

$$K=(1+N)/2N,$$

где N – количество громкоговорителей в линии.

Приведенная выше формула справедлива как для одного громкоговорителя, т.е. для $N=1$, $K=1$, так и для большого количества, т.е. $N=100$, $K\sim 0,5$.

8.2 Система звукового оповещения как часть СОУЭ

СОУЭ является одной из важнейших составляющих системы безопасности. В существующих нормативах дается такое определение: СОУЭ – это комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара и необходимых путях эвакуации. Следовательно, проектируемая СОУЭ должна отвечать основному предназначению, оптимальным образом решать поставленную задачу, удовлетворять всем требованиям пожарной безопасности, быть надежной и, что немаловажно, доступной по своей цене. Для оптимального выбора соответствующей системы оповещения необходимо четко представлять решаемую задачу, разбираться в принципах и способах функционирования существующих систем, а также ориентироваться в существующем рынке.

Дадим некоторые определения. Речевая система оповещения – это комплекс технических средств, предназначенный для оповещения людей в одной или нескольких выделенных зонах с целью передать этим людям информацию, направленную на обеспечение их безопасности. В

международных стандартах дается еще и такое определение: Звуковая система аварийного оповещения должна обеспечивать трансляцию понятной информации, направленной на защиту людей. Обратите внимание на ключевое слово— “понятной”. Понятность— это очень важная характеристика, предъявляющая ряд существенных требований к звуковым трактам СЗО.

Системы оповещения можно разделить по нескольким признакам: По способу передачи информации: **проводные** и **беспроводные**. В беспроводных системах передача информации осуществляется по радиоканалам. Такие системы в нашей стране начали применяться сравнительно недавно и на сегодняшний день активно развиваются. Но наиболее распространенными на сегодняшний день являются проводные системы. Информация в таких системах передается по проводам. Они отличаются повышенной надежностью и удобством в обслуживании. По конструктивному исполнению системы можно разделить на настольные и стоечные.

Настольные системы. Это недорогие системы, совмещающие в себе несколько функций. В таких системах в одном конструктиве может присутствовать несколько блоков. Такими системами можно управлять дистанционно при помощи микрофонных консолей. Настольные системы имеют ряд ограничений, не позволяющих применять их в качестве полноценных систем.

Стойчные или **рэковые системы** лишены практически всех недостатков, свойственных настольным системам. Под стойчными будем понимать системы, выполненные в жестком металлическом корпусе, предназначенные для монтажа в специализированные электротехнические шкафы, или кратко, стойки.

Следовательно, такие системы мы будем иногда называть стойчными. Данные системы строятся, как правило, из отдельных блоков. Блоки подбираются в связи с конкретной решаемой задачей и монтируются в электротехнический шкаф. Электротехнический шкаф защищает систему от несанкционированного доступа, обеспечивает необходимое охлаждение и сохранность, увеличивая тем самым срок эксплуатации оборудования. Системы также отличаются по своим возможностям. В связи с неуклонным расширением строительства и реконструкцией многих предприятий возникает задача построения систем распределенного звучания.

Такие системы соответствуют 5 типу. Задачи, соответствующие данному типу, оптимальнее всего решаются на базе систем, использующих цифровые технологии. В таких системах основные исполнительные блоки, иногда называемые терминальными, могут выноситься на большие расстояния.

Управление такими системами осуществляется централизованно, при помощи процессора, сервера и т.д. В таких реализациях организуются посты

управления, необходимые для сбора информации и ее анализа, разрабатывается комплекс мероприятий и соответствующая документация для принятия оптимальных решений. Высокая функциональность и удобство управления такими системами достигается за счет широкого использования программного обеспечения. Программное обеспечение позволяет гибко подстраиваться под решение как текущих, так и возникающих задач.

В **цифровых** системах звукового оповещения (СЗО) используются такие универсальные протоколы, как RS-122/232/422/485. Современные цифровые методы преобразования позволяют передавать информацию по оптоволоконным локальным вычислительным сетям и осуществлять интеграцию с другими системами. В этой связи важно напомнить, что в рамках применяемых технологий должны неукоснительно соблюдаться нормы пожарной безопасности.

Одной из актуальных на сегодняшний день задач является стыковка систем оповещения с сигналами гражданской обороны. Данная задача решается на основании 2-х требований.

Первое– правовое, это выполнение НПБ-104-03, пп 3.2. При проектировании СОУЭ должна предусматриваться возможность ее сопряжения с системой оповещения гражданской обороны.

Второе– требование практического характера. На сегодняшний день в рамках гражданской обороны проводится довольно обширная система мероприятий, направленных на передачу информации о чрезвычайных ситуациях по различным, в том числе цифровым, каналам связи. Так вот как раз это разнообразие в способах передачи информации и создает ряд некоторых трудностей при стыковке ГОЧС с СОУЭ.

При стыковке сигналов ГОЧС, переданных по радио каналам, с системами оповещения возникают некоторые сложности, одной из которых является детектирование. Если по аварийному каналу(например, на какой либо частоте) передается только аварийная информация, то для СОУЭ достаточно иметь только дополнительный приоритетный аудио вход. Но если по одному каналу передается и служебная, и аварийная информация, при этом аварийная информация отделяется, например, словами: “Внимание всем”, то такое детектирование как раз и требуется. В этом варианте удобней всего реализуется полуавтоматический режим. В любом случае в СОУЭ должен быть предусмотрен дополнительный канал или приоритет.

В связи с растущими темпами строительства все более актуальными становятся задачи, решить которые позволят СОУЭ 4 и 5 типов. По существующим нормам в этих типах должна быть реализована обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской. К такой системе связи предъявляются повышенные требования. Система обратной связи должна быть надежной, двусторонней, вандалозащищенной, функционировать в экстренных условиях(например, при повышенном шуме), удовлетворять существующим

нормам (например таким, как обеспечение бесперебойного питания или контроль шлейфов). Немногие производители могут предложить полноценное решение, удовлетворяющее всем критериям.

Одним из требований для СОУЭ4 и 5 типов является возможность организации нескольких вариантов эвакуации из каждой зоны оповещения.

Задача может звучать так: реализовать СОУЭ с возможностью организации сложного алгоритма оповещения.

Задача сложного алгоритма– обеспечить последовательное оповещение с целью предотвращения паники. Такие задачи на сегодняшний день проще всего решаются программными средствами.

Для СОУЭ5 типа характерно понятие интеграции. Под интеграцией следует понимать возможность совместного функционирования нескольких систем для решения некоторого класса задач, а также возможность осуществлять координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре. Другими словами, СОУЭ должна иметь возможность централизованного управления и интеграции с другими системами. На сегодняшний день данная задача наиболее оптимально решается на базе цифровых систем.

Цифровая обработка звуковых вещательных сигналов не самоцель, а средство оптимизации и унификации. Цифровая передача данных имеет известный ряд преимуществ: высокое качество звука, возможность передачи информации на большие расстояния, помехоустойчивость. Под интеграцией будем понимать возможность объединения нескольких независимых систем, предназначенных для решения различного класса задач, в единую систему. В основе каждой из таких систем должны быть заложены унифицированные принципы и методы обработки данных. В более простом смысле интеграция– это оптимальное согласование нескольких систем.

Система оповещения и управления эвакуацией– это комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенный для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара и необходимых путях эвакуации. Следовательно, СОУЭ не может ограничиваться только системами звукового вещания. Ввиду некоторой специфики и ограниченного объема статьи мы рассмотрели далеко не полный перечень средств и особенностей, касающихся построения СОУЭ, как например: средства управления движением людей, включения указателей направления, световых табло и многое другое. При реализации технических аспектов не следует забывать и об организационных мероприятиях. Многие вопросы, которые не поддаются однозначному техническому разрешению, следует оговаривать в дополнительных инструкциях по управлению СОУЭ. Указания по техническому обслуживанию могут способствовать повышению как уровня безопасности, так и уровня надежности СОУЭ.

8.3 Громкоговорители для построения СОУЭ

Громкоговорители являются представителями более широкого класса, имеющего название пожарные оповещатели. Пожарный оповещатель – это исполнительное устройство, предназначенное для окончательного формирования и воспроизведения служебной или экстренной информации, характер которой определяется типом СОУЭ. В зависимости от характера формируемых сигналов оповещатели подразделяются на: световые, звуковые, речевые, комбинированные.

Большинство оповещателей, являются звуковыми устройствами. К ним применяются общие требования норм пожарной безопасности, которые в общем случае можно сформулировать следующим образом. Количество оповещателей звуковых и речевых сигналов, их расстановка и мощность должны обеспечить необходимую слышимость во всех местах пребывания людей в помещениях. Оповещатели подключаются к сети без разъемных устройств и не должны иметь регуляторы громкости.

Уровень звука оповещения должен быть выше постоянно действующего шума контролируемого помещения на 15 дБ, при этом уровень звука речевой информации не должен превышать 95 дБ, а уровень звуковых сигналов не более 120 дБ.

В проектах СОУЭ необходимо рассчитывать суммарный эквивалент уровня звука, учитывающий уровень шума контролируемого помещения и уровни звука акустических устройств оповещения при эвакуации.

В системе оповещения о пожаре громкоговоритель является конечным исполнительным элементом, и его параметры оказывают решающее влияние на качество передачи аудиоинформации, а в конечном итоге и на жизни людей.

В применении к СОУЭ громкоговоритель это устройство, на выходе которого должно быть обеспечено необходимое звуковое давление, минимальная неравномерность звукового поля в допустимых частотном и динамическом диапазонах.

Трансформаторные громкоговорители имеют очень широкое применение. Они применяются в трансляционных сетях, основным исполнительным элементом которых являются трансляционные усилители, также содержащие трансформатор. В трансформаторных линиях обеспечивается оптимальное согласование по нагрузке, минимизация потерь на проводах, отсутствие паразитных обратных связей и т. д.

Многие производители указывают такую характеристику трансформаторных громкоговорителей как **импеданс**. Под импедансом следует понимать реактивное сопротивление первичной обмотки трансформатора, измеренное на частоте 1кГц. Один и тот же трансформаторный громкоговоритель, работая в трансляционных сетях с различным напряжением, будет развивать разную мощность.

Зависимость мощности громкоговорителя от напряжения в линии и импеданса:

$$P_{гр} = U_{л}^2 / Z$$

где, $P_{гр}$ (Вт) – мощность громкоговорителя,

$U_{л}$ (В) – напряжении в линии,

Z (Ом) – импеданс громкоговорителя.

Громкоговоритель должен обладать характеристиками, обеспечивающими необходимое звуковое давление, и при этом хорошую разборчивость.

Характеристики громкоговорителя необходимы для электроакустического расчета, в котором и обосновывается их выбор.

В большинстве случаев характеристики являются следствием, а не причиной выбора громкоговорителя. Выбор громкоговорителя по конструктивному признаку основывается на специфике его применения: характере объекта, типе помещений, месту установки, способу крепления, классу защиты и т.д. Конструктивное исполнение также влияет на характеристики громкоговорителя.

Варьируя количеством громкоговорителей и углом наклона, можно получить различные величины вертикальной и горизонтальной диаграмм направленностей. Подобное варьирование позволяет адаптировать звуковые колонны к помещениям различной конфигурации, выравнить звуковое поле озвучиваемой территории, управлять спектром излучения, минимизировать паразитные обратные связи.

8.4 Введение в электроакустический расчет

Количество и мощность громкоговорителей рассчитывается исходя из геометрических параметров помещения. При этом, как правило, учитывается только площадь той части помещения, где находятся слушатели.

В закрытых помещениях рекомендуется устанавливать потолочные или настенные громкоговорители, поскольку они позволяют добиться наиболее равномерного распределения звука. При озвучивании галерей, коридоров и открытых площадей используются рупорные громкоговорители или прожекторы, так как они обеспечивают высокую степень направленности звука и обладают высоким КПД.

В коридорах, галереях и других протяженных помещениях рекомендуется устанавливать двунаправленные звуковые прожекторы. Такой прожектор устанавливается в середине коридора и излучает в обе стороны. За счет узко концентрированной звуковой энергии дальность звучания таких прожекторов может составлять несколько десятков метров.

Зная характеристики выбранных громкоговорителей, следует приступить

к электроакустическому расчету. Одной из задач электроакустического расчета является проверка того, что в каждой точке озвучиваемого помещения (потенциального нахождения людей) должен быть обеспечен необходимый уровень звукового давления аварийного звукового сигнала. Положительные результаты расчетов являются критерием правильности выбора громкоговорителя и, следовательно, после этого можно приступить к расчету необходимого количества громкоговорителей для озвучивания той или иной зоны.

Прежде чем приступить к обсуждению особенностей электроакустического расчета, следует прояснить наиболее важные моменты, базирующиеся на трех постулатах:

1. До момента излучения звуковой энергии(звука). Мы рассматриваем акустическую систему не как некоторый независимый резонатор, а как часть электроакустической системы. Поэтому мы должны учитывать параметры всего звукового тракта.
2. После излучения звука. Мы будем пользоваться наиболее простой и, как следствие, распространенной геометрической(лучевой) теорией. В основе этой теории лежат физические принципы, разработанные в оптике.
3. Для простоты расчета мы ограничимся не более чем одним отражением звукового сигнала от пола или от стены, что, с одной стороны, дает возможность существенно упростить расчетную часть, а с другой—получить вполне удовлетворительные результаты для среднестатистических объектов.

Для объектов сложной архитектуры, театров, концертных залов и т.п. следует использовать другие методы.

Еще раз напомним очень важный момент: гарантией того, что электроакустический расчет выполнен правильно, является нормировка всего звукового тракта. Например, в СОУЭ для полуавтоматического оповещения используется микрофон, целью которого является передача речевого сообщения. При работе с микрофоном следует соблюдать правила эксплуатации. Основной целью СОУЭ является донесение информации, направленной на обеспечение безопасности людей. Конечной информацией в звуковых системах является акустический сигнал. Для того, чтобы на выходе громкоговорителя сигнал имел необходимые(паспортные) значения, весь звуковой тракт должен быть нормирован, то есть на входах и выходах звукоусилительных устройств должны быть необходимые уровни. Микрофон является частью звукового тракта, следовательно, эти правила должны быть применены и к нему. В работе с микрофоном присутствует человеческий фактор. При объявлении через микрофон расстояние от губ диктора до головки микрофона должно быть также нормированным (30-50 см). Все подобного рода моменты необходимо отражать в документации по обслуживанию СОУЭ.

Акустика как наука является чрезвычайно сложной и активно

развивающейся отраслью. Профессор МТУСИ А. П. Ефимов выделяет 3 теории, активно применяемые для акустических расчетов. Для нашей методики мы выбрали наиболее практичную теорию:

Геометрическая (лучевая) теория акустических процессов в помещениях основана на законах геометрической оптики, в которой движение звуковых волн рассматривают подобно движению световых лучей. В соответствии с законами геометрической оптики при отражении от зеркальных поверхностей угол отражения равен углу падения, а падающий и отраженный лучи лежат в одной плоскости. Это справедливо, если размеры отражающих поверхностей много больше длины волны, а размеры неровностей поверхностей много меньше длины волны.

При проектировании звуковых систем недостаточно только методик. Необходимы дополнительные знания о звуке, о характере его распространения, об отражениях, а также знания об устройстве слухового аппарата человека.

Приведем например, в закрытых помещениях обязательно присутствует реверберация. **Реверберация**— это процесс постепенного уменьшения интенсивности звука при его многократных отражениях. В самом простом случае реверберация— это время, в течение которого звук уменьшится на 60дБ.

Считается, что наиболее комфортное звучание присутствует в помещениях с реверберацией в диапазоне 20-80мс. Зная скорость распространения звука в воздухе, можно видеть, что критическим расстояниями(в смысле возникающей реверберации) между громкоговорителями является расстояние больше 27м.

Эту цифру можно запомнить и опираться на нее как при оценках, так и на ранних этапах проектирования.

Громкоговоритель характеризуется электрической **мощностью**. Для перехода к зависимости уровня звука от подводимой мощности следует обратиться к теории. Мгновенное значение звукового давления в точке среды изменяется как со временем, так и при переходе к другим точкам среды, поэтому практический интерес представляет среднеквадратичное значение данной величины, связанное с интенсивностью звука:

Интенсивность— это поток энергии в какой-либо точке среды в единицу времени, прошедший через единицу поверхности (1м^2), нормальной к направлению распространения звуковой волны, измеряется в Вт/м². По-другому **интенсивность** (I) называют силой звука.

$$I=10 \lg (J/J_0) ,$$

где I – уровень интенсивности звука в дБ, $J_0=10^{-12}$ (Вт/м²),

J – интенсивность исследуемого звука в Вт, которую необходимо пересчитать в дБ.

Слуховой аппарат человека и многие измерительные приборы

чувствительны не к самой интенсивности звука, а к среднему квадрату звукового давления, поэтому на практике более распространен термин звуковое давление. Давление громкоговорителя, выраженное в дБ, зависит от мощности громкоговорителя, выраженной в Вт, логарифмически.

Наибольший интерес представляет следующая практическая зависимость:

$$SPL=10 \lg (P/P_0)$$

Где, SPL – уровень звукового давления (дБ),

P– мощность громкоговорителя в Вт, P₀ на практике принимается равным 1Вт.

В электроакустическом расчете решаются задачи, направленные на обоснование выбора громкоговорителей, правильность и оптимальность их установки и как правило выделяются несколько направлений. Разобьем громкоговорители на два класса: потолочные и настенные. **Потолочные**– это громкоговорители, у которых максимум звуковой энергии направлен перпендикулярно полу, остальные громкоговорители отнесем к настенным. Для каждого класса предлагается своя методика:

1. Методика расчета настенных громкоговорителей;
2. Расстановка настенных громкоговорителей;
3. Методика расчета потолочных громкоговорителей;
4. Расстановка потолочных громкоговорителей;
5. Учет отражений при расчете громкоговорителей;

Далее мы увидим, что для этих классов используется один и тот же подход.

Обозначим наиболее важные моменты, касающиеся расчета количества настенных громкоговорителей. Наиболее распространенными являются 2 взгляда на распределение звукового поля громкоговорителя. Для громкоговорителей с круговой диаграммой направленности (ДН) звуковое поле представляет собой сферическую волну, ограниченную конусом с телесным углом, соответствующим ДН. На практике решается задача нахождения площади, образуемой пересечением данного конуса с плоскостью, проведенной параллельно полу на высоте 1,5м. Как известно из геометрии, результатом пересечения плоскости и конуса будут разные эллиптические поверхности. В зависимости от угла наклона образуются: эллипс, гипербола или парабола. При угле наклона равном 90° результатом такого пересечения будет окружность, что как раз и характерно для потолочного громкоговорителя. Следовательно, методика расчета потолочного громкоговорителя может являться частным случаем общей методики.

Второй подход актуален для громкоговорителей с узкой ДН. Для них результирующая площадь будет получаться пересечением плоскости, проведенной параллельно полу на высоте 1,5м, и эллипсоидом вращения. Нетрудно заметить, что все получаемые фигуры, это фигуры второго

порядка, получаемые пересечением плоскости с конусом. Наиболее распространенным является результат, в котором плоскость пересекается с образующей конуса. Результатом такого пересечения является гипербола. На практике такая гипербола, ограниченная окружностью, отождествляется с сектором. На простом примере покажем, что отождествление фигуры 2-го порядка с сектором имеет место. Сравним площадь круга с площадью сектора с углом равным ДН:

$$S_{\text{сект}} = \pi L^2 * \text{ДН} / 360; \quad S_{\text{кр}} = \pi L^2 / 4$$

В данных соотношениях L это эффективная дальность звучания громкоговорителя.

При $\text{ДН} = 90^\circ$:

$$S_{\text{сект}} = S_{\text{кр}} = \pi L^2 / 4$$

Следовательно, для несложных случаев мы можем рассматривать площадь, озвучиваемую настенным громкоговорителем, как площадь сектора.

Эффективная дальность звучания зависит от уровня звукового давления:

$$L = 10^{(P/20)}$$

Где: P – разность между звуковым давлением громкоговорителя и уровнем шума, в дБ.

Рассчитав площадь, озвучиваемую одним громкоговорителем, можно оценить общее количество громкоговорителей:

$$K = \text{int}(S_{\text{п}} / S_{\text{гр}}) + 1$$

Где: $S_{\text{п}}$ – площадь помещения,

$S_{\text{гр}}$ – площадь, озвучиваемая одним громкоговорителем,

int – операция округления до целого значения,

+1 – корректировка результата округления в большую сторону.

Мы рассмотрели простые модели, очень удобные для применения на практике, особенно для быстрой оценки или при недостаточности данных от заказчика.

В завершение хотелось бы упомянуть об одном моменте: мы очень часто “отцеживаем комара и поглощаем верблюда”, например, гораздо большая погрешность в электроакустическом расчете, получается при неправильном учете уровня шумов в помещении. Например, при увеличении уровня шума с 60 дБ до 65 дБ, эффективная дальность звучания громкоговорителя с $\text{SPL} = 90 \text{ дБ}$, уменьшается в 2 раза. С другой стороны, при низких шумах может возникнуть реверберация. При большом коэффициенте отражения от стен реверберация возможна уже при уровне шума в 50 дБ

(тихое помещение). В более сложных задачах необходимо пользоваться специальными программами расчета, но пожалуй, самым достоверным все же нужно считать результат, подтвержденный практическими измерениями.

Выводы.

Бурно развивающиеся электронные технологии оказывают всестороннее влияние на различные процессы в обществе. Активное использование электронных технологий в системах жизнедеятельности накладывает повышенные требования к проектировщикам и инсталляторам подобных систем, от которых требуется постоянное повышение квалификации, более строгое осмысление целевых задач, привлечение все более широкого спектра средств, для их оптимального решения. Проектировщику необходимо осуществлять постоянную обратную связь с поставщиками и разработчиками.

Выбор того или иного оборудования должен осуществляться с учетом как перспектив, так и возможности интеграции с другими инженерными системами.

Выбор той или иной системы должен быть обоснован и подтвержден дополнительными расчетами, опирающимися на современные методики, в которых должны быть отражены и учтены как дополнительные, ранее не учитываемые факторы (например, психофизические), так и эмпирические результаты. Подобные методики могли бы использоваться в качестве практичных, компактных учебных пособий всеми заинтересованными лицами.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Свод правил СПЗ.13130-2009.
2. Приказ МЧС РФ от 20 июня 2003 г. N 323 "Об утверждении норм пожарной безопасности. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях" (НПБ104-03).
3. НПБ77-98 – Общетехнические требования к СОУЭ.
4. Проектирование систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в общественных зданиях, пособие (к СНиП2.08.02-89).
5. Технические средства и системы оповещения людей о пожаре.
6. Акустика, Учебник. Ред. Проф. Ю.А. Ковалгина, Москва, 2009 г.
7. О. Б. Попов, С. Г. Рихтер Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания, Москва, 2007 г.
8. ИЕС 60849 “Sound system for emergency purposes”.
9. Годный В. Г. ГОЧС системы оповещения и их особенности.
10. Три взгляда на акустику помещений, проф. МТУСИ А. П. Ефимов.
11. Сайт группы компаний“Escort”, г. Москва www.escortpro.ru
12. Сайт компании ООО“Статус-Связь”, г. Москва www.evacs.ru
13. Пожарное оповещение, электроакустический расчет, Тромбон, Москва, 2008г.
14. В.Г. Бастанов. 300 практических советов. Московский рабочий, 1986г.