

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СОУЭ

© 2020 Е. В. Семенова, Е. А. Бойков

*Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)*

*В статье рассмотрены основные требования к системе оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), особенность реализации методики электроакустического расчета СОУЭ на примере различных помещений общеобразовательной школы, общей площадью 3000 кв. м.*

*Ключевые слова: методика электроакустического расчета, система оповещения и управления эвакуацией, общеобразовательная школа, требования к СОУЭ, уровень шума.*

Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) позволяет избежать паники и снизить риск гибели людей при внезапно возникающей необходимости быстро покинуть данное помещение и здание при пожаре, террористическом акте или любых чрезвычайных происшествиях или ситуациях и уйти на безопасное расстояние от места опасности.

Основные параметры СОУЭ рассчитываются по специально разработанным методикам, которые позволяют определить уровень звукового давления, время бесперебойного функционирования при пожаре, время работы от резервного источника питания и др. параметры.

Основные требования к СОУЭ изложены в СП 3.13130.2009 п. 4:

«4.1 Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать 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.

4.2 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.

4.3 В спальнях помещений звуковые сигналы СОУЭ должны иметь уровень звука не менее чем на 15 дБА выше уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении, но не менее 70 дБА. Измерения должны

проводиться на уровне головы спящего человека.

4.4 Настенные звуковые и речевые оповещатели должны располагаться таким образом, чтобы их верхняя часть была на расстоянии не менее 2,3 м от уровня пола, но расстояние от потолка до верхней части оповещателя должно быть не менее 150 мм».

Акустический расчет в общем случае является достаточно сложной задачей, поэтому на практике, для упрощения расчетов, используют следующие допущения:

Допущение 1. Исходя из геометрических размеров помещений, все помещения делятся только на три типа:

- «Комната» (площадь до 40 кв. м., длина не превышает 1,75 ширины),
- «Коридор» (длина превышает ширину в 2 и более раз),
- «Зал» (площадь более 40 кв. м.).

В помещении типа «Комната» размещается один оповещатель.

В двух остальных типах помещений – будут размещаться несколько, равномерно расположенных, оповещателей.

Допущение 2. Громкоговоритель излучает «сферическую» волну, т. е. звуковое давление в любом направлении от громкоговорителя будет одинаковым. В месте наибольшего удаления (R) от источника колебаний располагается «расчётная точка» – точка, в которой необходимо будет знать уровень звукового давления, производимого данным источником колебаний.

Исходными данными для расчета являются:

- характеристики громкоговорителя, а именно уровень звукового давления (при номинальном напряжении питания), измеренный на расстоянии 1 м от громкоговорителя;

---

Семенова Елена Владимировна – Воронежский институт высоких технологий, канд. техн. наук, доцент, [semenovaelena1@mail.ru](mailto:semenovaelena1@mail.ru).

Бойков Евгений Алексеевич – Воронежский институт высоких технологий, канд. техн. наук, доцент, [bojkov-2012@yandex.ru](mailto:bojkov-2012@yandex.ru).

- геометрические размеры озвучиваемого помещения;

- уровень шума (дБА) в помещении;
- способ монтажа громкоговорителей.

Уровень звукового давления (Узв. д, дБА) приводится в документации завода-изготовителя громкоговорителей.

Уровень шума (Уш, дБА) в помещениях нормируется в зависимости от назначения помещения и приводится в СП 51.13330.2011.

Требуемый уровень звука в расчетной точке Утр определяется как  $Уш + 15$ , дБА.

Затухание звукового сигнала в зависимости от расстояния имеет квадратичную зависимость и может быть легко определено при помощи соответствующей таблицы или расчета.

В качестве объекта электроакустического расчета СОУЭ возьмем типовое 3-х этажное здание средней общеобразовательной школы, общей площадью 3000 кв. м. Здание состоит из учебных классов, кабинетов, бытовых и вспомогательных помещений. Площадь и интерфейс здания позволяет проводить обучение 700-750 школьников одновременно.

Подобный расчет позволяет определиться с выбором мощности речевых оповещателей, он проводится для каждого помещения школы и отвечает на вопросы: «Сколько динамиков, какой мощности и где необходимо расположить их в данном помещении, чтобы выполнить требования нормативных документов, которые предъявляются к системе оповещения». Зная результаты расчетов для каждого помещения, можно вычислить необходимую мощность усилителей системы звукового оповещения для всего здания.

В качестве первого примера рассмотрим классное помещение размером 14х6 м (площадь составляет 84 кв. м).

Для таких помещений уровень шума (Уш) нормируется величиной 35 дБА (согласно СП 51.13330.2011 п. 6, Таблица 1).

При этом Утр составит  $35 + 15 = 50$  дБА

Согласно Допущению 2 данное помещение является помещением типа «Зал», подтипа «Прямоугольник». Для залов такого типа и площадью менее 100 кв. м применяется установка двух громкоговорителей, размещенных на противоположных, узких сторонах, посередине. Высота установки настенных громкоговорителей составляет 2,3 м.

При таких размерах помещения расстояние до расчетной точки составит 14,34 м.

Затухание звука на таком расстоянии составляет 23 дБА.

Требуемый уровень звука оповещателя составляет:

$$Утр.оп. = 50 + 23 = 80 \text{ дБА.}$$

Таким образом, для выполнения норм СП 3.13130.2009 достаточно применить оповещатели типа Соната-Т-100-3/1, у которых Узв.д составляет 90 дБА.

Пример 2. Школьный коридор длиной (Д) равной 23 м и шириной (Ш) равной 2 м.

Для таких помещений Уш рекомендует-ся принимать равным 65 дБА (с учетом шума, производимого школьниками во время перемен).

При этом Утр составит  $65 + 15 = 80$  дБА

Согласно Допущению 2 данное помещение является помещением типа «Коридор». Для коридоров шириной менее 3 м рекомендуется установка оповещателей вдоль одной стены.

Общее число оповещателей рекомендует-ся рассчитывать по формуле:

$$N = 1 + (Д - 2Ш) / 3Ш = 1 + 3,16 = 4,16.$$

Округляем в большую сторону до 5. Расстояние между оповещателями 4,6 м, от крайних оповещателей до концов коридора 2,3 м.

Высота установки настенных оповещателей составляет 2,3 м.

При таких размерах помещения и установке оповещателей расстояние до расчетной точки составит 3,5 м.

Затухание на таком расстоянии составляет порядка 11 дБА.

Требуемый уровень звука оповещателя составляет:

$$Утр.оп. = 80 + 11 = 91 \text{ дБА.}$$

Следовательно, для выполнения норм СП 3.13130.2009 необходимо применить оповещатели типа Соната-Т-100-5/3, у которых Узв.д составляет 92 дБА.

Проведя расчеты по вышеизложенной методике, получаем:

- для озвучивания помещений 0 зоны необходимо использовать 6 оповещателей типа Соната-Т-100-3/1 мощностью 3 Вт каждый. Суммарная мощность оповещателей составит 18 Вт, т. е. для питания оповещателей достаточно одного усилителя мощностью 50 Вт;

- для озвучивания помещений 1 зоны необходимо использовать 17 оповещателей типа Соната-Т-100-3/1 и 6 оповещателей ти-

па Соната-Т-100-5/3 мощностью 5 Вт каждый. Суммарная мощность оповещателей составит 81 Вт и для их питания необходимо использовать 2 усилителя по 50 Вт;

- для озвучивания помещений 2 зоны необходимо использовать 10 оповещателей типа Соната-Т-100-3/1 и 9 оповещателей типа Соната-Т-100-5/3. Суммарная мощность оповещателей составит 75 Вт и для их питания необходимо использовать 2 усилителя по 50 Вт;

- для озвучивания помещений 3 зоны необходимо использовать 12 оповещателей типа Соната-Т-100-3/1 и 11 оповещателей типа Соната-Т-100-5/3. Суммарная мощность оповещателей составит 91 Вт и для их питания необходимо использовать 2 усилителя по 50 Вт;

- для озвучивания помещений 4 зоны необходимо использовать 12 оповещателей типа Соната-Т-100-3/1 и 11 оповещателей типа Соната-Т-100-5/3. Суммарная мощность оповещателей составит 97 Вт и для их питания необходимо использовать 2 усилителя по 50 Вт.

Таким образом, для питания оповещателей 1-й, 2-й, 3-й и 4-й зон в дополнение к прибору БАС-4 (мощность 50 Вт) необходимо использовать по одному усилителю БУМ-1/4 на зону.

Для предупреждения паники в первую очередь необходимо оповестить персонал школы, а для наиболее эффективной организации эвакуации людей предлагается построить систему с несколькими зонами оповещения на базе 4-зонных приборов типа РЕЧОР:

- БАС-4 – Блок Автоматических Сообщений на 4 зоны (базовое устройство);

- БУМ-1/4 – Блок Усиления Мощности на 50 Вт;

- ДПО – Дистанционный Пульт Оповещения.

При обнаружении пожара ППКП (прибор приемно-контрольный пожарный) запускает трансляцию речевого сообщения в системе РЕЧОР в зону служебного персонала (кабинет директора, учительская, комната охраны). Если тревога оказалась ложной, например, «баловство» учащихся, то персонал имеет возможность сбросить сигнал тревоги непосредственно на ППКП в течение времени задержки до активации системы оповещения по всему зданию. Время задержки зависит от модели ППКП и устанавливается при настройке системы перед вводом в эксплуатацию.

Если в течение времени задержки персонал не предпринял никаких действий система оповещения всего здания запускается в автоматическом режиме. В этом случае прибор БАС-4 включает световые оповещатели (например, Молния-24) с указанием путей эвакуации по всему зданию и производит передачу речевого сообщения в трансляционные линии во все или в заданные зоны оповещения.

БАС-4 имеет 4 входа для сигналов управления с ППКП. В зависимости от того, на какой вход поступит сигнал, будет воспроизведено присвоенное данному входу заранее записанное в память БАС-4 сообщение в определенную комбинацию зон. Само сообщение и комбинация зон трансляции (алгоритмы эвакуации) задаются согласно плану эвакуации объекта при настройке системы перед вводом в эксплуатацию.

Отличительная особенность приборов РЕЧОР – большой объем памяти, который позволяет записывать сообщения с более точными инструкциями действий при пожаре (до 120 сек.), чем это позволяют существующие аналогичные устройства. А многозонная схема оповещения позволяет организовать до 4-х автоматических алгоритмов эвакуации людей из здания в зависимости от места возникновения пожара.

Если необходимо оперативно изменить алгоритм эвакуации в случае нештатного изменения обстановки или успокоить учащихся и учителей в случае ложной тревоги, дежурный персонал может передать дополнительную информацию с внешнего микрофона, который идет штатно в комплекте с БАС-4, либо с дистанционного пульта оповещения (ДПО).

Дистанционный Пульт Оповещения РЕЧОР предлагается установить в кабинете с постоянным пребыванием персонала, он может быть удален от прибора БАС-4 на расстояние до 150 м. ДПО позволяет вести мониторинг состояния зон оповещения, исправности всех приборов и линий трансляции, разряда аккумуляторных батарей. С помощью микрофонной консоли можно оперативно отменить сигнал тревоги в случае ложного срабатывания или передать дополнительную информацию в любые, выбранные с помощью кнопок управления, зоны оповещения.

В дежурном режиме приборы РЕЧОР (БАС-4 и БУМ-1/4) автоматически контролируют состояние встроенного резервного источника питания и исправность трансля-

ционных линий в соответствии с требованиями ФЗ № 123 и СП 3.13130. За счет автоматического контроля периоды регламентных работ могут быть увеличены, что уменьшит стоимость обслуживания системы. Сигнал о неисправности системы отображается не только с помощью встроенного зуммера и светового индикатора, как у большинства аналогов, но и с помощью релейного выхода может передаваться на ППКП.

Система РЕЧОР не требует специальных навыков по монтажу и настройке – межблочный кабель идет в комплекте. К приборам требуется только подвести питание и 2-х проводный кабель от линий громкоговорителей. Российский производитель приборов РЕЧОР гарантирует техническую поддержку в течение всего периода эксплуатации.

Таким образом, при построении СОУЭ 3 типа приборы РЕЧОР позволяют реализовать самые эффективные алгоритмы эвакуации: уменьшить вероятность возникновения паники и надежно донести жизненно важную информацию для людей, находящихся в здании.

Подводя итог, необходимо отметить, что предложенный пример позволяет получить оптимальную систему оповещения и управления эвакуацией школьников в случае любой негативной ситуации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федер. Закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. (в ред. Фе-

дер. закона от 27.12.2018 № 123-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

2. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» (Утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 173).

3. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» (в ред. Изменения № 1, утв. Приказом МЧС РФ от 01.06.2011 № 274).

4. СП 51.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 Защита от шума» (в ред. Изменения № 1, утв. Приказом Минстроя России от 05.05.2017 № 770/пр)

5. СП 77.13330.2016 «Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации» (Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 20 октября 2016 г. N 727/пр).

6. СП 133.13330.2012 «Сети проводного радиовещания и оповещения в зданиях и оповещения. Нормы проектирования» (в ред. Изменения N 1, утв. Приказом Минстроя России от 17.04.2017 № 712/пр).

7. Проектирование систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в общественных зданиях Пособие к СНиП 2.08.02-89./ Пособие разработано авторским коллективом в составе: канд. техн. наук Мешалкин Е.А., канд. техн. наук Никонов С.А., Тадеуш С.В. (ВНИИПО МВД РФ), Брусельцева Г.Д. (АПКИ "Спецавтоматика" г. Новосибирск).

## IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF ELECTROACOUSTIC CALCULATION OF SSE

© 2020 E. V. Semenova, E. A. Boikov

*Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)*

*The article describes the main requirements for the warning system and evacuation management (soue), a feature of the methods of electro-acoustic calculation paga for various areas of secondary school, with a total area of 3000 sq. m.*

*Keywords: electroacoustic calculation method, evacuation warning and control system, general education school, requirements for SSE, noise level.*