



ПОЖАРНОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ

МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ДЛЯ ОПОВЕЩАТЕЛЕЙ «ГЛАГОЛ»

*Издание 2-е
исправленное и дополненное*

Москва 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	2
1.1.	Звенья систем оповещения и необходимость методики	2
1.2.	Требования нормативных документов и ТР ЕАЭС 043/2017	3
1.3.	Принятые «Методические допущения»	4
1.4.	Особенности оповещателей «Глагол»	5
1.5.	Таблицы значений ослабления звукового сигнала	6
2.	Три шага методики	10
2.1.	Исходные данные для расчета	10
2.2.	Методика расчета для помещения типа «Комната»	12
2.2.1.	Озвучивание «Комнаты» одним настенным оповещателем «Глагол - НХ»	12
2.2.2.	Озвучивание «Комнаты» одним потолочным оповещателем «Глагол - П»	14
2.3.	Методика расчета для помещения типа «Зал»	17
2.3.1.	Озвучивание «Зала» формы «Квадрат» настенными оповещателями «Глагол - НХ»	17
2.3.1.1.	Вариант 1. Квадратный «Зал» площадью от 40 до 100 кв.м.	17
2.3.1.2.	Вариант 2. Квадратный «Зал» площадью от 100 до 200 кв.м.	20
2.3.1.3.	Вариант 3. Квадратный «Зал» площадью от 200 до 400 кв. м.	22
2.3.1.4.	Вариант 4. Квадратный «Зал» площадью 400 до 600 кв.м.	23
2.3.1.5.	Вариант 5. Квадратный «Зал» площадью 600 до 800 кв.м.	25
2.3.1.6.	Вариант 6. Квадратный «Зал» площадью 800 до 1000 кв.м.	26
2.3.2.	Озвучивание «Зала» формы «Прямоугольник» настенными оповещателями «Глагол - НХ»	28
2.3.2.1.	Вариант 1. Прямоугольный «Зал» площадью от 40 до 100 кв. м.	29
2.3.2.2.	Вариант 2. Прямоугольный «Зал» площадью от 100 до 200 кв.м.	30
2.3.2.3.	Вариант 3. Прямоугольный «Зал» площадью от 200 до 400 кв.м.	31
2.3.2.4.	Вариант 4. Прямоугольный «Зал» шириной от 400 до 600 кв.м.	32
2.3.2.5.	Вариант 5. Прямоугольный «Зал» шириной от 600 до 800 кв.м.	32
2.3.2.6.	Вариант 6. Прямоугольный «Зал» шириной от 800 до 1000 кв.м.	33
2.3.3.	Озвучивание «Зала» потолочными оповещателями «Глагол - П»	34
2.3.3.1.	Расстановка оповещателей в «зале» с высотой потолка ниже 6 метров.	35
2.3.3.1.1.	Вариант 1-й. Невысокие «залы» с шириной до 7 метров.	38
2.3.3.1.2.	Вариант 2-й. Невысокие «залы» с шириной от 7 до 14 метров.	39
2.3.3.1.3.	Вариант 3-й. Невысокие «залы» с шириной от 14 до 21 метра.	40
2.3.3.1.4.	Вариант 4-й. Невысокие «залы» с шириной более 21 метра.	41
2.3.3.2.	Расстановка оповещателей в «залах» с высотой потолка более 6 до 12 метров.	42
2.3.3.3.	Расстановка оповещателей в «залах» с высотой потолка более 12 метров.	45
2.4.	Методика расчета для помещения типа «Коридор»	46
2.4.1.	Озвучивание «Коридора» настенными оповещателями «Глагол - НХ»	47
2.4.1.1.	Вариант 1-й. Коридор шириной менее 1,5-а метров.	48
2.4.1.2.	Вариант 2-й. Коридор шириной от 1,5-а до 3-х метров.	50
2.4.1.3.	Вариант 3-й. Коридор шириной от 3-х до 5 метров.	51
2.4.2.	Озвучивание «Коридора» потолочными оповещателями «Глагол - П»	53
2.4.2.1.	Градация 1-я. Коридор с потолками менее 4-х метров.	53
2.4.2.2.	Градация 2-я. Коридор с потолками от 4-х до 6-ти метров.	54
2.4.2.3.	Градация 3-я. Коридор с потолками выше 6-ти метров.	55
3.	Согласование акустических и электрических параметров СОУЭ	56
3.1.	Потери в оповещателях	56
3.2.	Мощность в зоне пожарного оповещения	56
4.	Потери мощности в линиях связи	57
5.	Рупорные громкоговорители. Озвучивание территорий	58
6.	Заключение	66

МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА.

1. Общие положения.

1.1 Звенья систем оповещения и необходимость методики.

Системы оповещения – системы, в которых энергия имеет несколько переходов, и по этому принципу их можно разделить на три звена. Начальное звено в этих системах является акустическим. Оно начинается от источника звуковой волны, например, от рта говорящего и заканчивается микрофоном – устройством, преобразующим акустические сигналы в электрические. Среднее звено – электрическое – это звукоусиление, различная коммутация, линии связи и приёмная часть оповещателей. Оно заканчивается электромагнитной частью динамика. И конечное звено системы оповещения, от диффузора динамика до уха слушателя, снова является звеном акустическим.

При проектировании и расчёте систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) специалисты зачастую сталкиваются с трудностями сочетания среднего (электрического) и конечного (акустического) звеньев системы. Им необходимо расположить оповещатели в данном помещении так, чтобы исключить концентрацию и неравномерное распределение отражённого звука. Подобрать такие оповещатели, которые обеспечивали бы чёткую слышимость звуковых сигналов и уровень звука от которых был бы выше уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. В итоге «согласовать» акустические величины воздействия на слуховой нерв человека с электрическими параметрами усилителя. Сделать это без специальных методик крайне сложно, ведь процессы в разных звеньях хотя и взаимозависимы, но связаны нелинейно.

Но в большинстве случаев, на стадии проектирования (когда здания ещё нет), при расчётах необходимо заранее учесть всё разнообразие строительных особенностей помещений, их разного делового назначения и уровней возможных шумов. Специалисту нужно рассчитать значения акустических параметров того помещения, которое ещё только будет построено.

Для того чтобы существенно упростить работу проектировщиков СОУЭ, которые используют оборудование торговой марки «Тромбон» и «Глагол», предлагается настоящая упрощённая методика электроакустического расчёта.

Методика – это определённая последовательность шагов (действий и вычислений), которые позволяют при имеющихся исходных данных и нормативных акустических параметрах СОУЭ, согласовать их с электрическими параметрами технических средств оповещения (типом оповещателей, их количеством, трансляционными усилителями мощности).

Целью данной методики электроакустического расчёта является определение:

- **места (или мест) установки оповещателей** «Глагол» в каждом помещении объекта и **вид их крепления** (настенный «Н» или потолочный «П»);
- **тип оповещателя (мощность 1, 3, 5, 10 Ватт)**, обеспечивающий необходимое превышение уровня звукового давления сообщения над уровнем звука допустимого шума в «расчётных точках» помещения на определенной высоте;
- **и мощность трансляционного усилителя (усилителей).**

Методика – это определённый способ расчёта и соотнесения друг с другом разных физических величин. В разных методиках (отечественных и зарубежных) применяются и разные способы расчётов. Данная методика не имеет универсального характера. Хотя она основана на фундаментальных принципах акустики, в ней приняты некоторые «Методические допущения» и «Расчётные правила», которые подтверждены только многочисленными практическими измерениями и могут рассматриваться только как частный случай построения СОУЭ на базе оборудования марки «Тромбон» и оповещателей «Глагол».

Первое издание Методики вышло несколько лет назад и было согласовано ФГБУ ВНИИПО МЧС России, что подтверждается в «Заключении» от 22 апреля 2016 г, в котором говорится: **«...данная методика может рассматриваться только, как частный случай построения СОУЭ на базе производимого организацией–разработчиком оборудования и может быть использована лишь на стадии предварительных расчётов».**

За прошедшее время нашей организацией накоплен большой дополнительный эмпирический опыт при установке и тестировании СОУЭ на базе приборов «Тромбон» и оповещателей «Глагол». Так же нашей методикой воспользовались сотни проектировщиков и installаторов СОУЭ. С помощью неё были рассчитаны сотни (если не тысячи) объектов. Авторский коллектив плотно контактировал (и продолжают это делать) со всеми специалистами, обращающимися по различным аспектам расчётов, приведённых в методике. Мы благодарим всех, кто высказал не только свои замечания и мнения, но и некоторые претензии. Замечания, как правило, касались орфографических и стилистических ошибок. А вот претензии предъявлялись к слишком «широкому», не плавному (ступенчатому) применению «Расчётных правил». Что приводило к резкому (скачкообразному) увеличению количества оповещателей при небольшом увеличении площади помещения, но при переходе этого помещения из одного «типа» в другой. (Так при установке потолочных оповещателей в помещении 39 кв. м. необходимо методика предлагала установить 1 оповещатель, а в помещении 41 кв. м. – уже 3).

Настоящее издание является 2-м – **исправленным и дополненным**. В нём произведены необходимые исправления и уточнения. Но главное, использованы более гибкие «Расчётные правила», позволяющие более плавно (не скачкообразно) учитывать увеличение геометрических размеров помещений. Что позволяет более точно рассчитывать, как количество оповещателей в помещениях, так и места их установки.

Несмотря на произведённые дополнения и изменения мы абсолютно уверены, что 2-е издание методики также **опирается на фундаментальные принципы акустики** (что будет частично подтверждено в приложениях). Но (и это главное) методика второго издания обладает преемственностью с прежним изданием, как способом расчётов и соотношением друг с другом различных физических величин. И, как следствие, полностью согласуется с «Заключением» ВНИИПО об использовании методики на стадии **предварительных расчётов**.

1.2. Требования нормативных документов.

В соответствии с Решением №40 Евразийской экономической комиссии от 23.06.2017 принят ТР ЕАЭС 043/2017 Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения». С 01.01.2020 на территории Российской Федерации вступили в силу требования к техническим средствам, функционирующим в составе систем противопожарной защиты, устанавливаемые **ТР ЕАЭС 043/2017 и стандартами, включёнными в соответствующие Перечни, утверждённые Решением Коллегии ЕАК от 19.11.2019 №200**. С Перечень международных и региональных стандартов включены Федеральный закон №123-ФЗ и ГОСТ Р 53325-2012.

В законе №123-ФЗ в статье 5 определено: «каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, включающую в том числе систему противопожарной защиты». Требования к системам противопожарной защиты установлены в главе 14 и 19 закона №123-ФЗ, в частности к системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в статьях 54 и 84.

В ответе №8799 эп -16-1-7 от 24.12.2019 на наше письмо, специалисты ФГБУ ВНИИПО МЧС России сообщили, что **СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности»** является действующим нормативным документом по пожарной безопасности. Этот Свод правил разработан в развитие положений федерального закона №123-ФЗ и устанавливает требования пожарной безопасности к проектированию, монтажу и эксплуатации систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в зданиях и сооружениях, что **не является предметом регулирования ТР ЕАЭС 043/2017**.

В Своде правил 3.13130.2009. определено:

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.

4.6 Речевые оповещатели должны воспроизводить нормально слышимые частоты в диапазоне от 200 до 5000 Гц. Уровень звука информации от речевых оповещателей должен соответствовать нормам настоящего свода правил применительно к звуковым пожарным оповещателям.

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

4.8 Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать уровень звука во всех местах постоянного или временного пребывания людей в соответствии с нормами настоящего свода правил.

ВНИМАНИЕ. Второе предложение п. 4.6 адресует нас к п.4.1. Ниже по таблице 2 можно определить, что у всех речевых оповещателей марки «Глагол» на расстоянии 3м. уровень звука более 75 дБА, следовательно, необходимо обеспечить требование, изложенное в п.4.2.

1.3. Принятые «Методические допущения».

Акустический расчет в помещениях является очень сложной задачей. Но к системам оповещения уровень акустических требований существенно ниже, чем даже к бытовым акустическим системам, не говоря о системах озвучивания концертных залов. Поэтому в данной Методике возможны упрощения и (чтобы не перегружать проектировщиков специальными терминами и сложными математическими выкладками) принимаются следующие «Методические допущения».

Допущение 1. Исходя из геометрических размеров помещений, **все помещения** в зданиях и сооружениях делятся только на **три типа**:

– «**Комната**» (площадь до 40 кв.м.),

– «**Коридор**» (длина превышает ширину в 3 и более раз, ширина коридора не может превышать 5 м.),

– «**Зал**» (площадь более 40 кв.м.).

В помещении типа «**Комната**» размещается **один оповещатель**.

В двух **остальных типах помещений** – будут размещаться **несколько оповещателей**, расположить которые и должен проектировщик (и в этом ему должна помочь данная Методика).

Допущение 2. Диффузорный громкоговоритель «Глагол» считаем «точечным» источником звука, который излучает «сферическую» волну. Но в «сфере» распространения звука «вырезаем» только ограниченный сектор, за пределы которого звук как бы не распространяется. Получается, что в центре сферы находится источник колебаний, а «пограничные» звуковые лучи совпадают с радиусами сферы под определённым телесным углом. Звуковое давление на одинаковом расстоянии от точечного источника в любом направлении будет одинаковым.

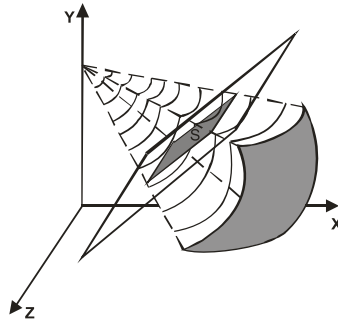


Рис.1. Сферическая волна, излучаемая источником звука с определенным телесным углом.

Внутри телесного угла, где распространяется сферическая волна, на одном и том же расстоянии от источника колебаний звуковое давление будет равным по значению. Телесный угол для диффузорных громкоговорителей, устанавливаемых в оповещатели «Глагол» примем **равным 90 град.**

На рисунке 1. через сферическую волну проходит некая секущая плоскость, выделяющая внутри телесного угла плоскость **S** – назовём её «**плоскость озвучивания**». На «плоскости озвучивания» в наибольшем удалении от источника колебаний располагается «**расчётная точка**» – точка в которой необходимо будет знать уровень звукового давления, производимого данным источником звуковых колебаний. Величина отрезка от точки крепления оповещателя до «расчётной точки», обозначенная как **R**, – расстояние, проходя которое звуковые колебания подвержены ослаблению.

Авторы понимают определённую «грубость» подобного допущения. Она проявляется в разнице между допущенным «жестким» телесным углом распространения звука от «точечного» источника звука и широкой (почти 360-ти градусной) «диаграммой направленности» распространения звука от диффузорного громкоговорителя. Однако без подобной «решительности» невозможно было бы предложить проектировщикам способ расчёта, в котором можно оперировать имеющимися у них (на стадии предварительного проектирования) исходными данными – длина, ширина, высота помещения и уровень шума. Реальная диаграмма направленности распространения звука от диффузорного динамика, и конечно отражённые и переотражённые звуковые колебания, так или иначе учтены авторами данной методики и в «расчётных правилах», предписываемых к разным типам помещений, и в расстановке оповещателей в них.

1.4. Особенности оповещателей «Глагол».

Электроакустический расчёт СОУЭ невозможен без учёта технических характеристик оконечных устройств – оповещателей. В системах оповещения «Тромбон» используются оповещатели торговой марки «Глагол» имеющие различные варианты исполнения корпуса и типа крепления. Требования к оповещателям в основном определяются Сводом правил СП-3.13130.2009, где в п. 4.6 сказано: «Речевые оповещатели должны воспроизводить нормально слышимые частоты в диапазоне от 200 до 5000 Гц». Все предлагаемые оповещатели торговой марки «Глагол» – выполняют эти требования.

Но с некоторого времени проектировщики и инсталляторы систем оповещения высказывали пожелания об улучшении акустических характеристик и возможности регулировки громкости непосредственно при установке оповещателя. Первое определялось тем, что СОУЭ иногда используется как система звукоусиления – для транслирования фоновой музыки, рекламных объявлений или для подачи звуковых сообщений «с голоса». И в этих случаях необходимы повышенные требования к акустическим характеристикам – более равномерная амплитудно-частотная характеристика динамической головки. Второе пожелание – насущная практика инсталляций, когда при монтаже оповещателя в конкретном помещении требуется скорректировать его запроектированную мощность в ту или иную сторону.

Сегодня компания «Тромбон» предлагает, как традиционный ассортимент оповещателей,

так и оповещатели в которых установлены более качественные динамические головки с улучшенными акустическими параметрами и возможностью подбора мощности при подключении. В своём названии эти изделия имеют литеру «У» - улучшенная.

Готовя к выпуску настоящее исправленное и дополненное издание были проведены специальные акустические тесты для проверки достоверности характеристик воспроизводимого звукового давления всеми (как «старыми», так и «новыми» видами оповещателей).

Ниже приведена таблица актуальных значений уровня звука, распространяемого разными оповещателями «Глагол», которые проводились по акустической оси на расстоянии 1м. от передней панели оповещателя.

Звуковое давление оповещателей «Глагол» на расстоянии 1м, дБ												
H1-1	H1-3	H1-5	H2-3	H2-5	H2-10	H3-20	H3-40	K1-10	K1-20	K1-30	K1-40	ЗП-20
92	94	97	97	100	105	96	98	100	102	104	106	103 (воднустор)
				H1-5У	H1-5У	H1-5У	H2-10У	H2-10У	H2-10У	П-5У	П-5У	П-5У
Положение клемм (при выходной мощности)				1Вт	3Вт	5Вт	3Вт	5Вт	10Вт	1Вт	3Вт	5Вт
				95	97	100	100	103	105	94	99	101
П-1	П-3	П-5	П-10	ПП-3	ПП-5	ПН-3	ПН-5	ПШ-5	ПШ-10	ТН-15	ТН-25	
93	95	98	106	91	93	94	98	98	105	110	112	

Необходимо отметить, что излучаемая звуковая мощность не равна потребляемой электрической мощности. Потери происходят и в звуковом согласующем трансформаторе (который имеет КПД) и в самой динамической головке (где энергия преобразуется с потерями).

1.5. Таблицы значений ослабления звукового сигнала.

В воздушной среде звуковые волны затухают вследствие вязкости воздуха и молекулярного затухания. Затухание зависит и от температуры и влажности воздуха. В данной Методике принимается, что звуковая волна распространяется в помещении в сухом воздухе при температуре 20 град. Звуковое давление ослабевает пропорционально логарифму расстояния (R) от оповещателя: $F(R) = 20 \lg(1/R)$.

График ослабления звукового сигнала $F(R)=20*\lg(1/R)$

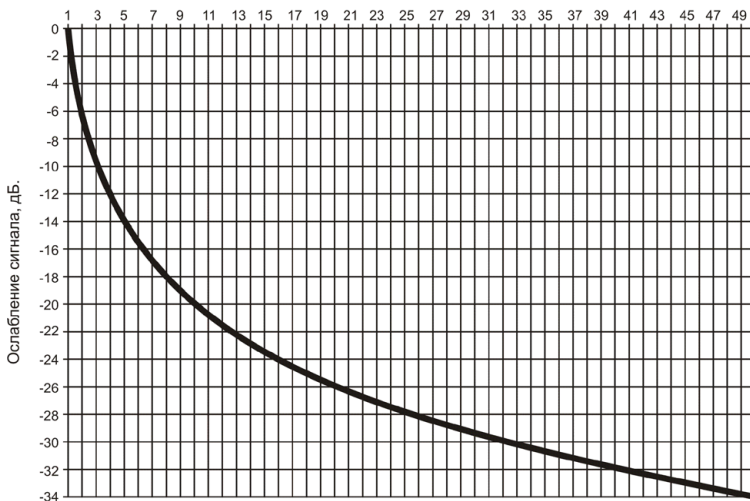


Рис. 2. График ослабления звукового давления в зависимости то расстояния до источника звука $F(R) = 20 \text{ Log}(1/R)$.

Для упрощения расчетов ниже приведены таблицы реальных значений уровней звукового давления от различных оповещателей «Глагол» на различных расстояниях.

Таблица 2. Звуковое давление, создаваемое одиночным оповещателем, при его включении на номинальное напряжение, на различных расстояниях от оповещателя.

	Звуковое давление оповещателей «Глагол» на различном расстоянии от оповещателя, дБ											
	н1-1	н1-3	н1-5	н2-3	н2-5	н2-10	н3-20	н3-40	к1-10	к1-20	к1-30	к1-40
Расст., м.	92	94	97	97	100	105	96	98	100	102	104	106
1	92,0	94,0	97,0	97,0	100,0	105,0	96,0	98,0	100,0	102,0	104,0	106,0
2	86,0	88,0	91,0	91,0	94,0	99,0	90,0	92,0	94,0	96,0	98,0	100,0
3	82,5	84,5	87,5	87,5	90,5	95,5	86,5	88,5	90,5	92,5	94,5	96,5
4	80,0	82,0	85,0	85,0	88,0	93,0	84,0	86,0	88,0	90,0	92,0	94,0
5	78,0	80,0	83,0	83,0	86,0	91,0	82,0	84,0	86,0	88,0	90,0	92,0
6	76,4	78,4	81,4	81,4	84,4	89,4	80,4	82,4	84,4	86,4	88,4	90,4
7	75,1	77,1	80,1	80,1	83,1	88,1	79,1	81,1	83,1	85,1	87,1	89,1
8	73,9	75,9	78,9	78,9	81,9	86,9	77,9	79,9	81,9	83,9	85,9	87,9
9	72,9	74,9	77,9	77,9	80,9	85,9	76,9	78,9	80,9	82,9	84,9	86,9
10	72,0	74,0	77,0	77,0	80,0	85,0	76,0	78,0	80,0	82,0	84,0	86,0
11	71,2	73,2	76,2	76,2	79,2	84,2	75,2	77,2	79,2	81,2	83,2	85,2
12	70,4	72,4	75,4	75,4	78,4	83,4	74,4	76,4	78,4	80,4	82,4	84,4
13	69,7	71,7	74,7	74,7	77,7	82,7	73,7	75,7	77,7	79,7	81,7	83,7
14	69,1	71,1	74,1	74,1	77,1	82,1	73,1	75,1	77,1	79,1	81,1	83,1
15	68,5	70,5	73,5	73,5	76,5	81,5	72,5	74,5	76,5	78,5	80,5	82,5
16	67,9	69,9	72,9	72,9	75,9	80,9	71,9	73,9	75,9	77,9	79,9	81,9
17	67,4	69,4	72,4	72,4	75,4	80,4	71,4	73,4	75,4	77,4	79,4	81,4
18	66,9	68,9	71,9	71,9	74,9	79,9	70,9	72,9	74,9	76,9	78,9	80,9
19	66,4	68,4	71,4	71,4	74,4	79,4	70,4	72,4	74,4	76,4	78,4	80,4
20	66,0	68,0	71,0	71,0	74,0	79,0	70,0	72,0	74,0	76,0	78,0	80,0
21	65,6	67,6	70,6	70,6	73,6	78,6	69,6	71,6	73,6	75,6	77,6	79,6
22	65,2	67,2	70,2	70,2	73,2	78,2	69,2	71,2	73,2	75,2	77,2	79,2
23	64,8	66,8	69,8	69,8	72,8	77,8	68,8	70,8	72,8	74,8	76,8	78,8
24	64,4	66,4	69,4	69,4	72,4	77,4	68,4	70,4	72,4	74,4	76,4	78,4
25	64,0	66,0	69,0	69,0	72,0	77,0	68,0	70,0	72,0	74,0	76,0	78,0
26	63,7	65,7	68,7	68,7	71,7	76,7	67,7	69,7	71,7	73,7	75,7	77,7
27	63,4	65,4	68,4	68,4	71,4	76,4	67,4	69,4	71,4	73,4	75,4	77,4
28	63,1	65,1	68,1	68,1	71,1	76,1	67,1	69,1	71,1	73,1	75,1	77,1
29	62,8	64,8	67,8	67,8	70,8	75,8	66,8	68,8	70,8	72,8	74,8	76,8
30	62,5	64,5	67,5	67,5	70,5	75,5	66,5	68,5	70,5	72,5	74,5	76,5

	Звуковое давление оповещателей «Глагол» на различном расстоянии от оповещателя, дБ									
	Н1-5У-1Вт	Н1-5У-3Вт	Н1-5У5Вт	Н2-10У-3	Н2-10У-5	Н2-10У-10	П5У-1Вт	П5У-3Вт	П5У-5Вт	ЗП-20
Расст., м.	95	97	100	100	103	109	94	99	101	103
1	95,0	97,0	100,0	100,0	103,0	105,0	94,0	99,0	101,0	103,0
2	89,0	91,0	94,0	94,0	97,0	103,0	88,0	93,0	95,0	97,0
3	85,5	87,5	90,5	90,5	93,5	99,5	84,5	89,5	91,5	93,5
4	83,0	85,0	88,0	88,0	91,0	97,0	82,0	87,0	89,0	91,0
5	81,0	83,0	86,0	86,0	89,0	95,0	80,0	85,0	87,0	89,0
6	79,4	81,4	84,4	84,4	87,4	93,4	78,4	83,4	85,4	87,4
7	78,1	80,1	83,1	83,1	86,1	92,1	77,1	82,1	84,1	86,1
8	76,9	78,9	81,9	81,9	84,9	90,9	75,9	80,9	82,9	84,9
9	75,9	77,9	80,9	80,9	83,9	89,9	74,9	79,9	81,9	83,9
10	75,0	77,0	80,0	80,0	83,0	89,0	74,0	79,0	81,0	83,0
11	74,2	76,2	79,2	79,2	82,2	88,2	73,2	78,2	80,2	82,2
12	73,4	75,4	78,4	78,4	81,4	87,4	72,4	77,4	79,4	81,4
13	72,7	74,7	77,7	77,7	80,7	86,7	71,7	76,7	78,7	80,7
14	72,1	74,1	77,1	77,1	80,1	86,1	71,1	76,1	78,1	80,1
15	71,5	73,5	76,5	76,5	79,5	85,5	70,5	75,5	77,5	79,5
16	70,9	72,9	75,9	75,9	78,9	84,9	69,9	74,9	76,9	78,9
17	70,4	72,4	75,4	75,4	78,4	84,4	69,4	74,4	76,4	78,4
18	69,9	71,9	74,9	74,9	77,9	83,9	68,9	73,9	75,9	77,9
19	69,4	71,4	74,4	74,4	77,4	83,4	68,4	73,4	75,4	77,4
20	69,0	71,0	74,0	74,0	77,0	83,0	68,0	73,0	75,0	77,0
21	68,6	70,6	73,6	73,6	76,6	82,6	67,6	72,6	74,6	76,6
22	68,2	70,2	73,2	73,2	76,2	82,2	67,2	72,2	74,2	76,2
23	67,8	69,8	72,8	72,8	75,8	81,8	66,8	71,8	73,8	75,8
24	67,4	69,4	72,4	72,4	75,4	81,4	66,4	71,4	73,4	75,4
25	67,0	69,0	72,0	72,0	75,0	81,0	66,0	71,0	73,0	75,0
26	66,7	68,7	71,7	71,7	74,7	80,7	65,7	70,7	72,7	74,7
27	66,4	68,4	71,4	71,4	74,4	80,4	65,4	70,4	72,4	74,4
28	66,1	68,1	71,1	71,1	74,1	80,1	65,1	70,1	72,1	74,1
29	65,8	67,8	70,8	70,8	73,8	79,8	64,8	69,8	71,8	73,8
30	65,5	67,5	70,5	70,5	73,5	79,5	64,5	69,5	71,5	73,5

	Звуковое давление, оповещателей «Глагол» на различном расстоянии от оповещателя, дБ											
	П1	П3	П5	П10	П3	П5	ПН-3	ПН-5	ПШ-5	ПШ-10	ТН-15	ТН-25
Расст., м.	93	95	97	106	91	93	94	94	98	105	110	112
1	93,0	95,0	98,0	106,0	91,0	93,0	94,0	94,0	98,0	105,0	110,0	112,0
2	87,0	89,0	91,0	100,0	85,0	87,0	88,0	88,0	92,0	99,0	104,0	106,0
3	83,5	85,5	87,5	96,5	81,5	83,5	84,5	84,5	88,5	95,5	100,5	102,5
4	81,0	83,0	85,0	94,0	79,0	81,0	82,0	82,0	86,0	93,0	98,0	100,0
5	79,0	81,0	83,0	92,0	77,0	79,0	80,0	80,0	84,0	91,0	96,0	98,0
6	77,4	79,4	81,4	90,4	75,4	77,4	78,4	78,4	82,4	89,4	94,4	96,4
7	76,1	78,1	80,1	89,1	74,1	76,1	77,1	77,1	81,1	88,1	93,1	95,1
8	74,9	76,9	78,9	87,9	72,9	74,9	75,9	75,9	79,9	86,9	91,9	93,9
9	73,9	75,9	77,9	86,9	71,9	73,9	74,9	74,9	78,9	85,9	90,9	92,9
10	73,0	75,0	77,0	86,0	71,0	73,0	74,0	74,0	78,0	85,0	90,0	92,0
11	72,2	74,2	76,2	85,2	70,2	72,2	73,2	73,2	77,2	84,2	89,2	91,2
12	71,4	73,4	75,4	84,4	69,4	71,4	72,4	72,4	76,4	83,4	88,4	90,4
13	70,7	72,7	74,7	83,7	68,7	70,7	71,7	71,7	75,7	82,7	87,7	89,7
14	70,1	72,1	74,1	83,1	68,1	70,1	71,1	71,1	75,1	82,1	87,1	89,1
15	69,5	71,5	73,5	82,5	67,5	69,5	70,5	70,5	74,5	81,5	86,5	88,5
16	68,9	70,9	72,9	81,9	66,9	68,9	69,9	69,9	73,9	80,9	85,9	87,9
17	68,4	70,4	72,4	81,4	66,4	68,4	69,4	69,4	73,4	80,4	85,4	87,4
18	67,9	69,9	71,9	80,9	65,9	67,9	68,9	68,9	72,9	79,9	84,9	86,9
19	67,4	69,4	71,4	80,4	65,4	67,4	68,4	68,4	72,4	79,4	84,4	86,4
20	67,0	69,0	71,0	80,0	65,0	67,0	68,0	68,0	72,0	79,0	84,0	86,0
21	66,6	68,6	70,6	79,6	64,6	66,6	67,6	67,6	71,6	78,6	83,6	85,6
22	66,2	68,2	70,2	79,2	64,2	66,2	67,2	67,2	71,2	78,2	83,2	85,2
23	65,8	67,8	69,8	78,8	63,8	65,8	66,8	66,8	70,8	77,8	82,8	84,8
24	65,4	67,4	69,4	78,4	63,4	65,4	66,4	66,4	70,4	77,4	82,4	84,4
25	65,0	67,0	69,0	78,0	63,0	65,0	66,0	66,0	70,0	77,0	82,0	84,0
26	64,7	66,7	68,7	77,7	62,7	64,7	65,7	65,7	69,7	76,7	81,7	83,7
27	64,4	66,4	68,4	77,4	62,4	64,4	65,4	65,4	69,4	76,4	81,4	83,4
28	64,1	66,1	68,1	77,1	62,1	64,1	65,1	65,1	69,1	76,1	81,1	83,1
29	63,8	65,8	67,8	76,8	61,8	63,8	64,8	64,8	68,8	75,8	80,8	82,8
30	63,5	65,5	67,5	76,5	61,5	63,5	64,5	64,5	68,5	75,5	80,5	82,5

2. Три шага методики.

Методика, как последовательность действий имеет следующие шаги.

1-й шаг – определение исходных данных для расчёта, в который входит:

- определение допустимого электрического напряжения в линиях связи СОУЭ (в зависимости от назначения объекта и требований электробезопасности) 100В или 30В,
- определение требований Заказчика (если они есть) к выбору типа крепления оповещателей (настенное или потолочное),
- отнесение помещения (по площади) к одному из 3-х типов помещений,
- назначение каждого помещения (офис, аудитория, номер гостиницы, производственное помещение и т.д.) и определение допустимого уровня звука постоянного шума в нём,
- данные о звуковом давлении, развиваемом разными оповещателями «Глагол».

2-й шаг – на основе исходных данных вычисление и подбор искомых количественных, электрических и акустических значений и величин по предложенному методикой способу:

- определение количества оповещателей и такого их размещения, чтобы исключить концентрацию и неравномерное распределение отражённого звука.
- выбор «расчётной точки» и вычисление расстояния от оповещателя до неё,
- выбор по таблице мощности одного оповещателя,
- определение суммарной мощности нескольких оповещателей в помещении,

3-й шаг – согласование акустических параметров и электрических характеристик СОУЭ.

- подсчет суммарной мощности всех оповещателей,
- пересчет акустической мощности в электрическую,
- коррекция значения на запас из-за потерь,
- выбор мощности усилителя и емкости блока питания.

2.1. Исходные данные для расчёта.

Проектировщики, приступая к электроакустическому расчёту, основываются на исходных данных, предложенных в техническом задании на проектирование.

2.1.1. В зависимости от длины линии связи и требованиям к электробезопасности, можно выбрать различные напряжения в линиях связи системы оповещения: 30 В или 100В.

Если в техническом задании есть указание на использование безопасного напряжения, необходимо производить расчёт на напряжение 30В. Но более желательно строить СОУЭ на напряжении 100В, т.к. при этом значении снижаются потери в линиях связи. Усилители мощности марки «Тромбон УМ-XXX» имеют выходы с напряжением 30В и 100В, а оповещатели «Глагол» имеют два входа для подключения к линиям 100 В и 30 В. В каждом оповещателе имеется трансформатор для согласования разных напряжений: в линии связи и рабочего напряжения в динамической головке. Поэтому характеристики оповещателя (величина звукового давления и потребляемая электрическая мощность) не меняются разных значениях напряжения в линии связи.

Первое исходное – выбор величины электрического напряжения в линиях связи СОУЭ.

2.1.2. На поэтажных планах обозначены геометрические размеры и площадь каждого помещения. В соответствии с принятым нами допущением, делим их все на три типа:

- «**Комната**» - площадь до 40 кв.м.,
- «**Коридор**» - длина превышает ширину в 3 и более раз,
- «**Зал**» - площадь более 40 кв.м.

В помещении типа «**Комната**» допускается размещение **одного оповещателя.**

В двух **остальных типах помещений** – будут размещаться **несколько** равномерно расположенных **оповещателей.** Отдельно смотри раздел 2.3 и 2.4.

Второе исходное – определение количества оповещателей в конкретном помещении.

2.1.3. Выбор «расчётной точки» - точки на плоскости озвучивания в данном помещении, геометрически максимально удалённой от оповещателя (или найденной теоретически), в которой необходимо обеспечить уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня звука постоянного шума.

Как результат – определение расстояния от точки крепления оповещателя до «расчётной точки».

2.1.4. Производственное эксплуатационное назначение помещения и уровень шума.

В расчётах важное значение имеет **уровень звука постоянного шума** в помещениях, где должно производиться оповещение. Напомним, что в п. 4.2 СП3.13130.2009 определено: «Для обеспечения четкой слышимости звуковые сигналы СОУЭ должны иметь уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Измерение проводится на расстоянии 1,5 м. от уровня пола». Обращаем внимание, что в СП3 формулируется как «выше допустимого уровня постоянного шума». На основании СП51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003» и приведенной в нем «Таблицы 1» выводим значения допустимого уровня шума.

Таблица 3.

Назначение помещений или территорий	Максимальный уровень звука, дБА
1 Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	60
2 Рабочие помещения диспетчерских служб, кабины наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, участки точной сборки, телефонные и телеграфные станции, залы обработки информации на ЭВМ	65
3 Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	75
4 Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами (за исключением поз. 1 – 3)	80
5 Палаты больниц и санаториев	35
6 Операционные больницы, кабинеты врачей больниц, поликлиник, санаториев	35
7 Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории учебных заведений, конференц-залы, читальные залы библиотек, зрительные залы клубов и кинотеатров, залы судебных заседаний, культовые здания	40
8 Жилые комнаты квартир в домах категории А, категорий Б и В	40
9 Жилые комнаты общежитий	45
10 Номера гостиниц категорий А, Б, В	45
11 Жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов	40
12 Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций категории А, Б и В	50
13 Залы кафе, ресторанов, фойе театров и кинотеатров категории А, Б и В	55
14 Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэровокзалов, спортивные залы	60
15 Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	50
16 Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	55
17 Территории, непосредственно прилегающие к зданиям поликлиник, школ и других учебных заведений, детских дошкольных учреждений, площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов	55

В Таблице 3 приведены «допустимые уровни звука постоянного шума» в некоторых помещениях, которые принимаются для расчёта именно в данной Методике. Если в проекте не обозначены значения допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемых помещениях, то можно опираться на значения этой Таблицы 3.

Как результат – выбор значения (в дБА) уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Именно это значение шума принимаем и в «расчётной точке».

2.1.5. Условные обозначения.

Примем следующие условные обозначения:

- H** – высота подвеса оповещателя от пола,
- 1,5м** – уровень 1,5 метра от пола, на этом уровне находится «плоскость озвучивания»,
- h** – превышение над уровнем 1,5 м до точки подвеса,
- Ш** – ширина помещения,
- Д** – длина помещения,
- R** – расстояние от оповещателя до «расчётной точки»,
- L** – проекция R (расстояние от оповещателя до уровня 1,5 м на противоположной стене),
- S** – площадь озвучивания («звуковое пятно» на плоскости озвучивания).

2.2. Методика расчёта для помещения типа «Комната».

Напомним, что по принятому допущению, помещением типа «Комната» называется помещение, в котором:

- общая площадь не превышает 40 кв.м.,
- высота потолка может быть разной.

Особенностью данной методики является то, что расчет для одного и того же помещения типа «Комната» может быть осуществлён как для озвучивания настенным оповещателем, так и оповещателем, встроенным в подвесной потолок.

2.2.1 Озвучивание «Комнаты» одним настенным оповещателем «Глагол – НХ».

Сначала определим, где в данной «Комнате» необходимо разместить настенный оповещатель, выбираем «расчётную точку» - точку, максимально удалённую от оповещателя.

Для подвеса выбираются «меньшие» стены, противостоящие по длине помещения. Напомним, что в своде правил определено: «Настенные звуковые оповещатели, как правило, должны крепиться на высоте не менее 2,3 м. от уровня пола, но расстояние от потолка до оповещателя, должно быть не менее 150мм.»

На рисунке 3 показано, что при увеличении длины (Д) «Комнаты» расстояние до «расчётной точки», которая должна располагаться на противоположной стене, так же увеличивается.

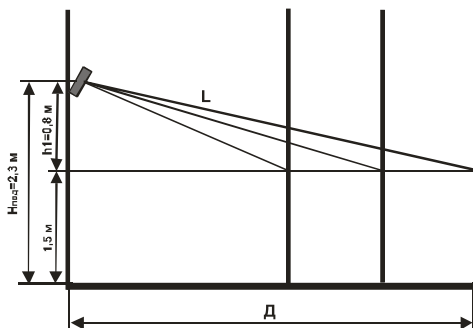


Рис. 3. Вертикальная проекция крепления настенного оповещателя по СП3.13130.2009.

Расстояние L (как проекция R) в метрах как гипотенуза легко исчисляется по известным двум катетам:

$$L = \sqrt{0,8^2 + D^2}$$

Иногда оповещатель располагают по середине «Комнаты» - по центру короткой стороны, как изображено на рис.4

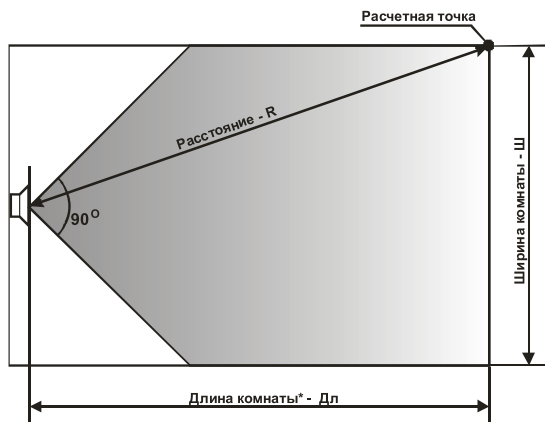


Рис. 4 . Расположение оповещателя по центру «Комнаты».

Для того, чтобы вычислить размер R, необходимо ещё раз применить теорему Пифагора:

$$R = \sqrt{L^2 + (\text{Ш}/2)^2} = \sqrt{0,8^2 + \text{Д}^2 + (\text{Ш}/2)^2}$$

По такой формуле вычисляется R - если оповещатель размещён по середине «Комнаты». Если оповещатель размещён выше рекомендованной высоты 2,3 м, то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м - превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{L^2 + (\text{Ш}/2)^2} = \sqrt{h^2 + \text{Д}^2 + (\text{Ш}/2)^2}$$

Но иногда оповещатель необходимо разместить в углу комнаты рис.5.

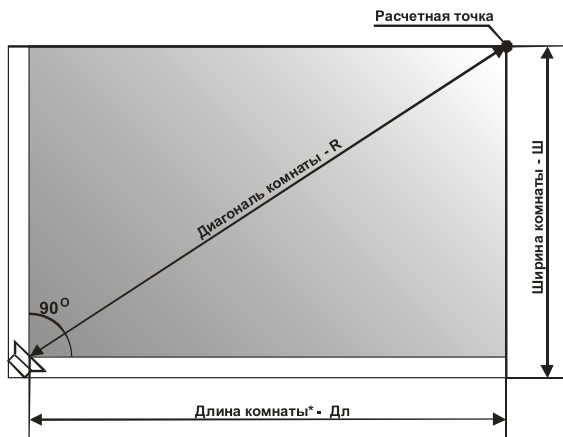


Рис. 5. Размещение оповещателя в углу комнаты (вид сверху) с обозначением прямой, соединяющей оповещатель и «расчётную точку».

В этом случае изменится лишь одно слагаемое

$$R = \sqrt{L^2 + \Sigma^2} = \sqrt{0,8^2 + D^2 + \Sigma^2}$$

Если оповещатель установлен выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{L^2 + \Sigma^2} = \sqrt{h^2 + D^2 + \Sigma^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

Р р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах.
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.**, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».

3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя «**Глагол – НХ-Х**», который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель настенного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

Практика проектирования подсказала необходимость обратить внимание на строительные варианты устройства помещений типа «Комната». Довольно часто несколько комнат проектируются как помещения смежные и имеют тамбуры или небольшие прихожие, отгороженные лёгкими межкомнатными перегородками. **Тамбур, без оборудованных рабочих мест, не является помещением «с постоянным или временным пребыванием людей»**, поэтому оснащать его отдельным оповещателем не нужно.

Однако, если размеры этого «подсобного» помещения **превышают 20 кв.м.**, а размеры смежных помещений (очевидно залов) велики и количество людей, находящихся в них может быть значительным (что может усложнить процесс управления эвакуацией), авторам методики представляется возможным установка в нём **одного оповещателя**.

2.2.2. Озвучивание «Комнаты» одним потолочным оповещателем «Глагол – П».

Проектируя СОУЭ с использованием потолочных оповещателей, целесообразно ввести понятие «Зона покрытия» – это проекция на площадь озвучивания площади, через которую проходят звуковые колебания от одного оповещателя (как бы «звуковое пятно»).

При высоких потолках «зона покрытия» вписывается в пространство телесного угла 90 град. распространения звуковой волны (см. рис. 6) и как бы «больше» плоскости озвучивания данного помещения. Расчёт расстояния R от оповещателя до «расчётной точки» прост.

$$R = \sqrt{(H - 1,5\text{м})^2 + (\Sigma/2)^2 + (D/2)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

Р р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах.

2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.**, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».

3. Поднимаясь по столбцу - определяем тип оповещателя «**Глагол - П-Х**», который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

Но часто высота потолков не столь велика (не превышает 4-х метров). Это приводит к тому, что при геометрическом построении плоскость озвучивания не «охвачена» телесным углом данного потолочного оповещателя, т.е. «зона покрытия» от одного оповещателя меньше плоскости озвучивания в данном помещении (см. рис. 7).

В этом случае данная Методика предлагает следующее «**расчётное правило**»:

Если «зона покрытия» меньше плоскости озвучивания и «расчётная точка» геометрически не располагается внутри телесного угла звуковой волны, «расчётную точку» следует обозначить не на плоскости озвучивания (на высоте 1.5м от пола), а на пересечении границы телесного угла и угла комнаты, наиболее удалённого от оповещателя.

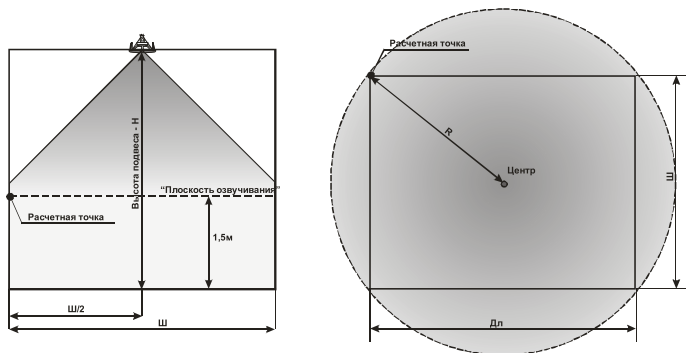


Рис 6. Плоскость озвучивания при высоких потолках, «расчётная точка» выше 1,5 м.

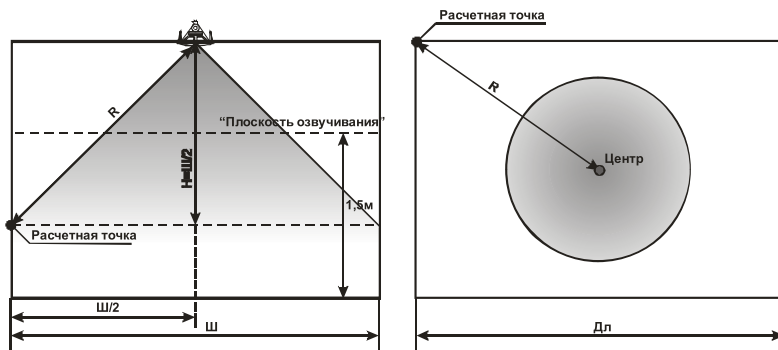


Рис.7. Плоскость озвучивания при низких потолках, где «расчётная точка» ниже уровня 1,5 м.

Но по свойству равнобедренного треугольника

$$R = \sqrt{2(D/2)^2 + 2(\text{Ш}/2)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель как сумма:

Р р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах.
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному

Р р.т., которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».

3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя «Глагол – П-Х», который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

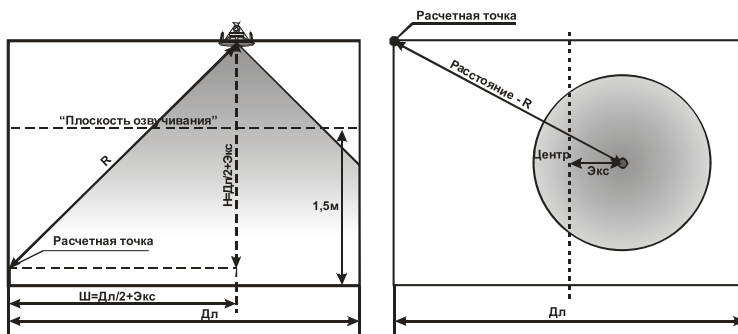


Рис. 8. Расположение потолочного оповещателя со смещением (эксцентриситетом) от геометрического центра «Комнаты».

Симметричное расположение оповещателя так, как это изображено на рисунках выше крайне редко, т.к. там, как правило, располагается светильник. Рекомендуемое место крепления потолочного оповещателя – на центральной оси по длине «Комнаты» с некоторым смещением (эксцентриситетом) от геометрического центра «Комнаты». Значение эксцентриситета выбирается проектировщиком. Это смещение обозначим как «Экс».

В этом случае:

$$R = \sqrt{\text{Ш}^2/2 + 2(D/2 + \text{Экс})^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель как сумма:

Р р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах.
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному

Р р.т., которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».

3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя «Глагол – П-Х», который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

О помещениях с тамбурами мы говорили в конце предыдущего пункта. Подход к озвучиванию этих служебных помещений будет одинаков вне зависимости от способа крепления оповещателя.

2.3. Методика расчёта для помещения типа «Зал».

Под помещение типа «Зал», по принятому допущению, подпадают все помещения размерами более 40 кв.м. Трудно представить разнообразие форм и размеров всевозможных помещений этого типа. При начале расчётов необходимо руководствоваться следующими правилами.

Правило 1. В большом помещении оповещатели должны размещаться таким образом, чтобы создавать как можно более равномерное «покрытие» озвучиваемой плоскости.

Правило 2. При сложных конфигурациях залов необходимо разделять их на более простые формы, которые подпадали под помещения выбранных типов «Комната», «Зал» и «Коридор» и рассчитывать их как самостоятельное помещение, независимо от того, что оно является лишь частью большого помещения сложной формы.

Правило 3. Если в «Зале» есть центральные колонны, то их желательно использовать для крепления настенных оповещателей.

Правило 4. Если колонны «выстраиваются» в ряд, то при размещении настенных оповещателей, этот ряд колонн возможно представить, как стену, разделяющую «Зал» на два (а если рядов много, то на несколько) самостоятельных «Залов», рассчитываемых как отдельные помещения.

Для более точных расчетов помещения типа «Зал» разделим на две формы:

- «**Квадрат**», в которых отношение длины к ширине меньше 1,5,
- «**Прямоугольник**», в которых отношение длины к ширине равно/больше 1,5.

2.3.1. Озвучивание «Зала» формы «Квадрат» настенными оповещателями «Глагол – НХ».

Исходя из анализа многочисленных практических измерений уровня звукового давления и различных способов размещения оповещателей в малых, средних и больших помещениях, настоящая Методика предлагает подразделить всё многообразие строительных решений «залов» формы «квадрат» на 6 вариантов:

- зал от 40 до 100 кв.м.,
- зал от 100 до 200 кв.м.,
- зал от 200 до 400 кв.м.,
- зал от 400 до 600 кв.м.,
- зал от 600 до 800 кв.м.,
- зал от 800 до 1000 кв.м.

2.3.1.1. Вариант 1. Квадратный «Зал» площадью от 40 до 100 кв.м.

В «Залах», не превышающих по площади 100 кв.м. достаточно 2-х оповещателей.

В настоящем издании методики предлагается новый подход к месту размещения оповещателей и определению месту расположения «расчётной точки».

Размещать оповещатели следует на одной стене, обозначаемой как «ширина» помещения, симметрично относительно центральной оси помещения, как показано на рис. 9.

Отступ крепления оповещателя от стен, обозначаемых как «длина» помещения, должен составлять расстояние, равное Ш:4. Расстояние между оповещателями должно составлять расстояние равное Ш:2. Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «**Расчетное правило**»:

«Расчетная точка» находится в противоположном от оповещателей углу помещения. Расстояние R исчисляется как длина отрезка от оповещателя до противоположного угла помещения.

Если оповещатели устанавливаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + D^2 + (\text{Ш}/4)^2}$$

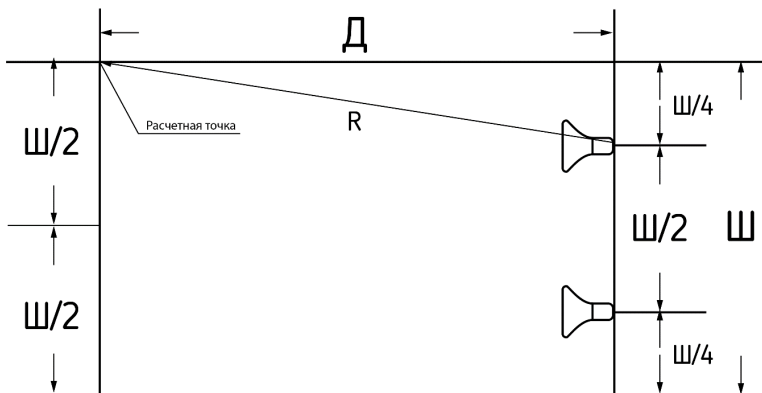


Рис. 9. Размещение 2-х оповещателей в «Зале» формы «квадрат» площадью до 100 кв.м.

Если оповещатель размещен выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + D^2 + (\text{Ш}/4)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

Р р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения R в метрах (округляя в большую сторону).
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.**, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя «**Глагол – НХ-Х**», который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 2. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения

- Размещение оповещателей в «залах» с центральной колонной.

Если в центре «Зала» типа «Квадрат» площадью до 100 кв.м. находится центральная колонна, то количество оповещателей увеличивается до 4-х штук. Их нужно разместить на колонне по четырём направлениям под углом 90 град. друг к другу. Так как это изображено на рисунке 10.

В этом случае мощность оповещателей будет ниже, чем в предыдущем случае, т.к. «расчётная точка» находится ближе к оповещателю. **Расстояние R исчисляется как длина отрезка от оповещателя до наиболее удалённой стены.**

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до расчётной точки рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/2)^2}$$

Если оповещатель размещают выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м - превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/2)^2}$$

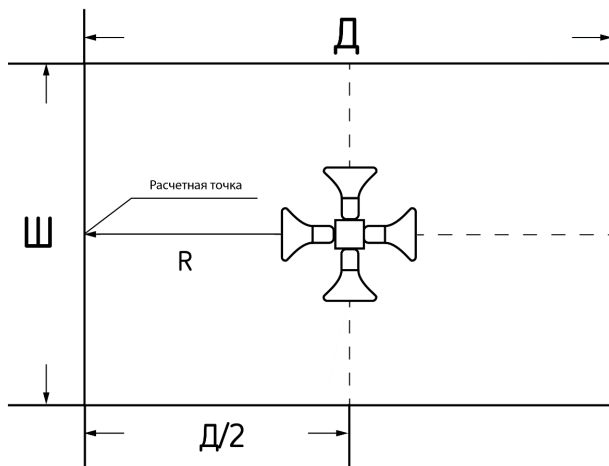


Рис. 10. «Зал» типа «Квадрат» с центральной колонной.

Следующее вычисление - определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

Р р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах.
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.**, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
3. Поднимаясь по столбцу - определяем тип оповещателя «Глагол - НХ-Х», который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель настенного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 4. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.1.2. Вариант 2. Квадратный «Зал» площадью от 100 до 200 кв.м..

В «Залах», не превышающих по площади 200 кв.м. достаточно 4-х оповещателей. Размещать их следует следующим образом: на противоположных стенах меньшего размера (с названием «Ш» - ширина), друг напротив друга так, как показано на рис 11. Отступ от стен «Д» равен Ш:4, а шаг расстановки между оповещателями - Ш:2. Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее **«Расчетное правило»:**

«Расчётная точка» находится на пересечении центральной оси помещения (параллельной стороне «Ш») и оси, соединяющей противоположные оповещатели. Расстояние R исчисляется как длина отрезка от оповещателя до центральной оси помещения (параллельной стороне «Ш»).

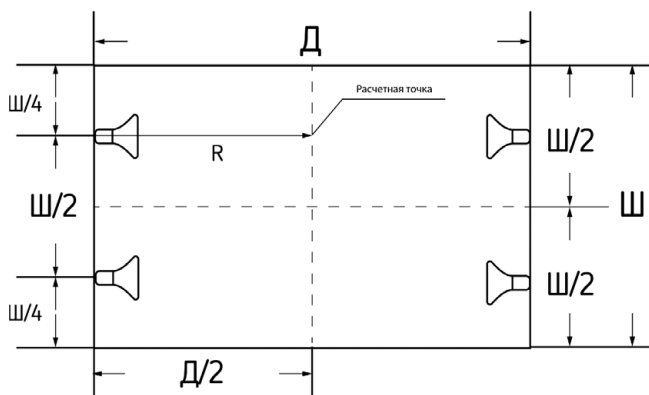


Рис. 11. Размещение оповещателей в «Зале» формы «квадрат» площадью от 100 до 200 кв.м.

Если оповещатели устанавливаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/2)^2}$$

Если оповещатель размещен выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м - превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/2)^2}$$

Следующее вычисление - определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

P р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», далее действуем как в пункте 2.3.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 4. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

- Размещение оповещателей в залах с центральной колонной.

Если в центре «Зала» типа «Квадрат» площадью до 200 кв.м. находится центральная колонна, то количество оповещателей остается равно 4. Оповещатели нужно разместить на колонне по четырём направлениям под углом 90 град. друг к другу. Так как это изображено на рисунке 12. В этом случае мощность оповещателей может быть ниже, т.к. «расчётная точка» находится ближе к оповещателю. Расчётное правило и расстояние R определены в предыдущем пункте.

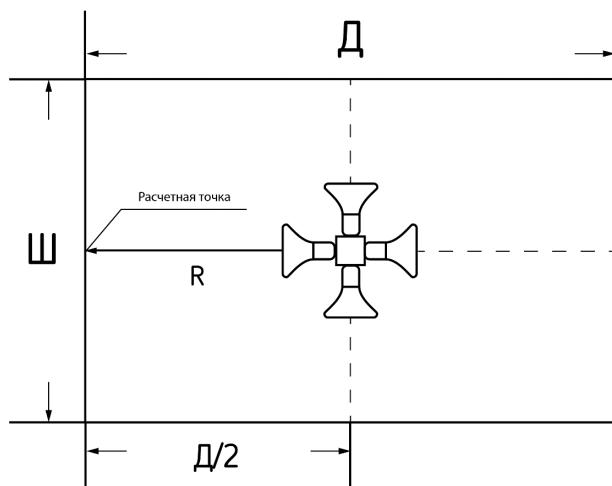


Рис. 12. «Зал» типа «Квадрат» с центральной колонной.

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до расчётной точки рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/2)^2}$$

Если оповещатель размещают выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м - превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/2)^2}$$

Следующее вычисление - определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

P р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», далее действуем как в пункте 2.3.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 4. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.1.3. Вариант 3. Квадратный «Зал» площадью от 200 до 400 кв. м.

Многочисленные инсталляции привели к устойчивому убеждению, что в таких помещениях равномерность распределения звука требует 6-ти оповещателей. Размещать их следует равномерно по 3 на противоположных стенах (на короткой стороне «Ш» – ширина), друг напротив друга (см. рис. 13). Шаг расстановки между оповещателями должен составлять размер Ш:3, а отступ крайних оповещателей от стен – Ш:6.

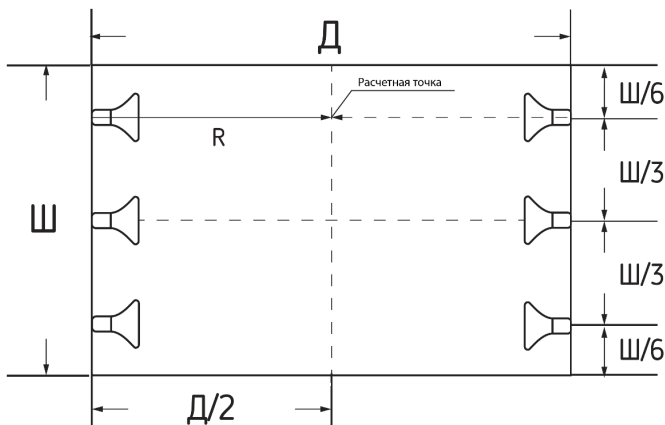


Рис. 13. Размещение 6-ти оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 200 до 400 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчетное правило»:

«В залах с площадью от 200 до 400 кв.м. «расчётная точка» находится на пересечении центральной оси помещения (параллельной стороне «Ш») и оси, соединяющей противоположные оповещатели (вдоль стороны «Д»). Расстояние R исчисляется как длина отрезка от оповещателя до центральной оси помещения (параллельной стороне «Ш»)

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до расчётной точки рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (Д/2)^2}$$

Если оповещатель размещать выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (Д/2)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

$$P_{p.t.} = \text{Допустимый уровень звука постоянного шума} + 15$$

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», далее действуем как в пункте 2.3.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 6. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

- Размещение оповещателей в «зале» с центральной колонной.

Если в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 200 до 400 кв.м. есть центральная колонна, то её нужно обязательно учитывать. Необходимо разместить оповещатели, так представлено на рис 14.

«Расчётная точка» находится в точке пересечения линии, соединяющей крайние оповещатели (вдоль стороны «Д») и центральной осевой линии зала (параллельной стороне «Ш»). Расстояние R исчисляется как длина отрезка от оповещателя до центральной оси помещения (параллельной стороне «Ш»). Все расчёты аналогичны для случая без колонны.

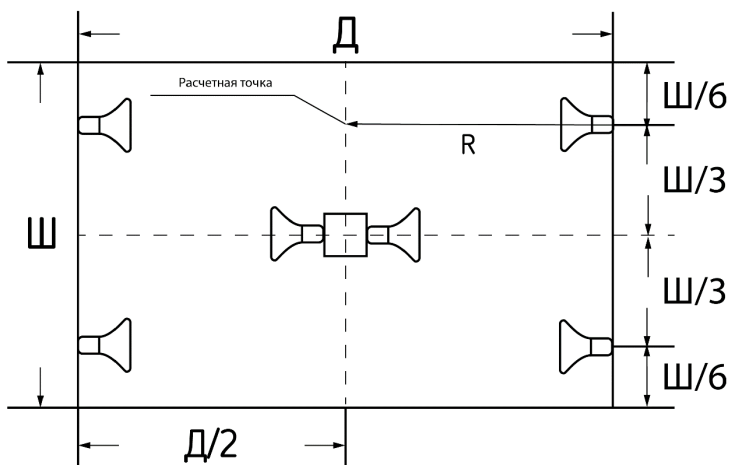


Рис 14. Размещение 6-ти настенных оповещателей в среднем «Зале» форм «Квадрат» площадью от 200 до 400 кв.м. с центральной колонной и расположение «расчётной точки».

Все расчёты аналогичны вышеизложенным в этом пункте.

2.3.1.4. Вариант 4. Квадратный «Зал» площадью 400 до 600 кв.м.

В «залах» с такой площадью необходимо размещение 8 оповещателей. Размещать их следует симметрично по 2 на каждой стене друг напротив друг друга (см. рис. 14А). Шаг расстановки по стороне «Д» будет равен $D:3$, а по стороне «Ш» - $Ш:3$.

Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчётное правило»:

«В средних залах (площадью от 400 до 600 м.кв.) «расчётная точка» находится на пересечении двух осевых линий: центральной осевой линии помещения (параллельной стороне «Д»), и осевой линией, соединяющей противоположные оповещатели, расположенные на стороне «Д». Расстояние R исчисляется как длина отрезка от оповещателя, расположенного на стороне «Ш» до «расчётной точки».

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до расчётной точки рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/3)^2 + (Ш/6)^2}$$

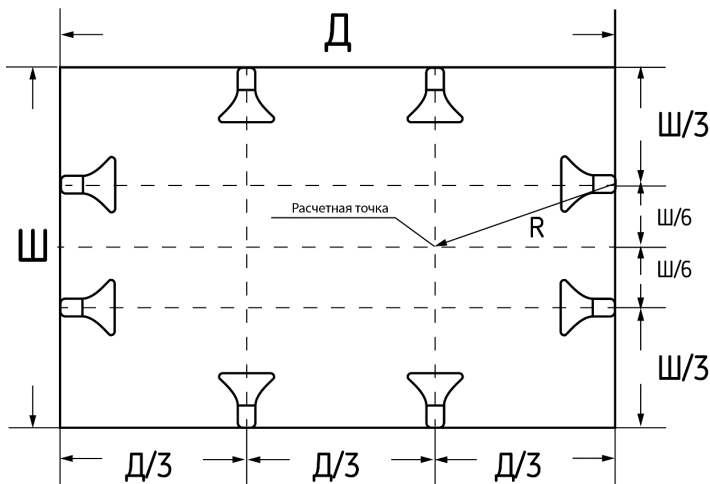


Рис. 14А. Размещение 8-ми оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 400 до 600 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Если оповещатель размещён выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/3)^2 + (Ш/6)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

$P_{р.т.}$ = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», далее действуем как в пункте 2.3.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 8. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

- Размещение оповещателей в зале с центральной колонной. Если в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 400 до 600 кв.м. есть центральная колонна, то её нужно учитывать. Общее количество оповещателей остаётся тем же, но размещение их меняется и представлено на рис.14Б. Для этого варианта предлагаем следующее **«Расчётное правило»:**

«Расчётная точка» находится на пересечении двух осей, проведённых из точек Д:4 и Ш:3. Расстояние R исчисляется как длина отрезка от углового оповещателя до «расчётной точки».

Расчёт расстояния до «расчётной точки» будет исчисляться по следующей формуле:

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/4)^2 + (Ш/3)^2}$$

Если оповещатели установлены на рекомендуемой высоте 2,3 метра.

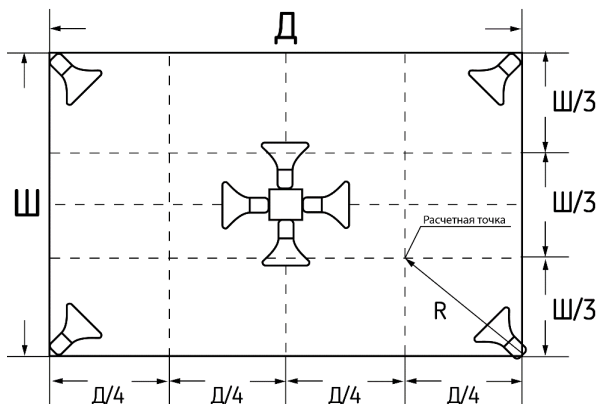


Рис. 14Б. Размещение 8-ми оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» с центральной колонной площадью от 400 до 600 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Для подобной установки оповещателей в проекте дополнительно необходимо предусмотреть специальные «угловые кронштейны».

Если оповещатели установлены на большей высоте, то одно слагаемое под корнем изменяется (h – превышение значения высоты установки оповещателя над значением высоты «плоскости озвучивания» – 1,5 м.)

$$R = \sqrt{h^2 + (D/4)^2 + (Ш/3)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

P р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», далее действуем как в пункте 2.3.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 10. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.1.5. Вариант 5. Квадратный «Зал» площадью 600 до 800 кв.м.

В «залах» с такой площадью необходимо размещение 10 оповещателей. Размещать их следует симметрично по 2 на стене «Ш» и по 3 на стене «Д», и друг напротив друга (см. рис. 14В). Шаг расстановки оповещателей по стороне «Д» будет равен $D/4$, а по стороне «Ш» – $Ш/3$. Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчётное правило»:

«В больших залах (площадью от 600 до 800 кв.м.) «расчётная точка» находится на пересечении соевой линии, проходящих через центры крайних оповещателей, расположенных на стороне «Д», и центральной осевой линией помещения, параллельной стороне «Д» (см. рис. 14В). Расстояние R определяется как длина отрезка от центра оповещателя, расположенного на стороне «Ш» до «расчётной точки».

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до расчётной точки рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/4)^2 + (Ш/6)^2}$$

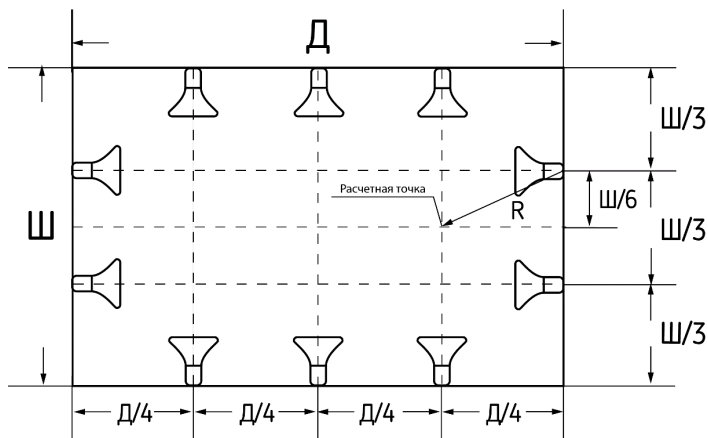


Рис. 14В. Размещение 10-ти оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 600 до 800 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Если оповещатель размещён выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/4)^2 + (Ш/6)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

$P_{р.т.}$ = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», далее действуем как в пункте 2.3.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 10. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

- Размещение оповещателей в «зале» с центральной колонной. Если в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 600 до 800 кв.м. есть центральная колонна, то её нужно учитывать. Общее количество оповещателей может быть уменьшено до 8, и размещение их меняется. Пример установки оповещателей в подобном помещении представлен на рис.14Б. Все расчётные правила и формулы для этого случая аналогичны правилам и формулам, приведённым в пункте 2.3.1.4. для залов с центральной колонной.

2.3.1.6. Вариант 6. Квадратный «Зал» площадью 800 до 1000 кв.м.

В «залах» с такой площадью необходимо размещение 12 оповещателей. Размещать их следует по 3 на каждой стене друг напротив друг друга (см. рис. 15) с шагом расстановки по стороне «Д» – $D:4$, по стороне «Ш» – $Ш:4$.

Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчётное правило»:

«В больших залах (площадью от 800 до 1000 кв.м.) «расчётная точка» находится на пересечении осевых линий, одной – центральной осевой линии помещения (параллельной стороне «Ш»), и осевой линией между крайними оповещателями, установленными на стороне «Ш» (см рис. 15). Расстояние R определяется как длина отрезка от крайнего оповещателя на стороне «Д» до ближайшей «расчётной точки».

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до расчётной точки рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/4)^2 + (Ш/4)^2}$$

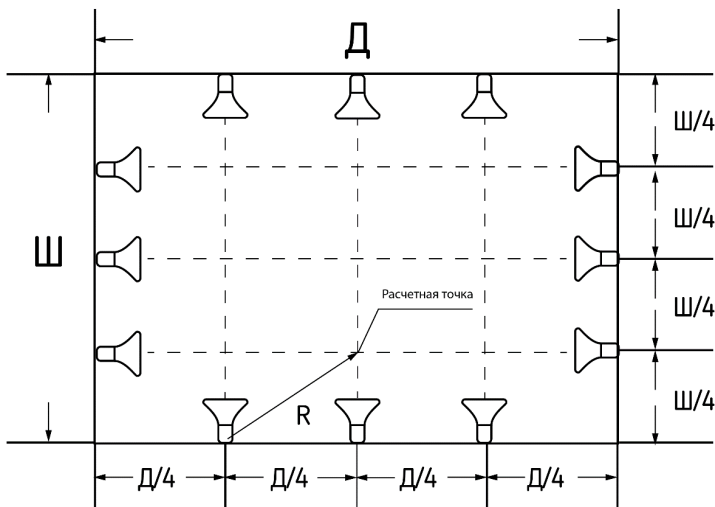


Рис. 15. Размещение 12-ти оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 800 до 1000 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Если оповещатель размещён выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/4)^2 + (Ш/4)^2}$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

Р р.т. = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», далее действуем как в пункте 2.3.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 12. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

– Размещение оповещателей в «зале» с центральной колонной. Если в «Зале» формы «Квадрат» площадью от 800 до 1000 кв.м. есть центральная колонна, то её нужно учитывать. Общее количество оповещателей остаётся тем же, но размещение их меняется и представлено на рис.16.

Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчётное правило»:

«В больших залах с колонной «расчётная точка» находится на пересечении осевых линий, одной – центральной осевой линии помещения (параллельной стороне «Ш»), и осевой линией между ближайшими крайними оповещателями, установленными на стороне «Ш» (см рис. 16). Расстояние R определяется как длина отрезка от крайнего оповещателя на стороне «Д» до ближайшей «расчётной точки».

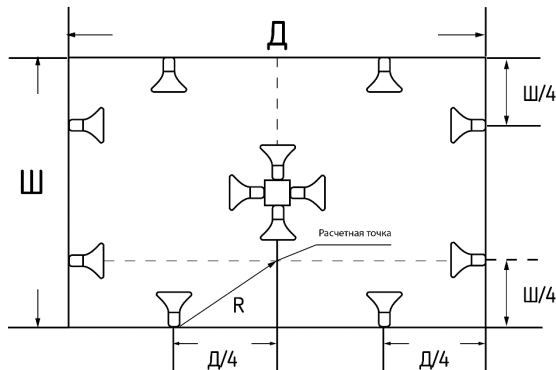


Рис 16. Размещение 12-ти оповещателей в зале от 800 до 1000 кв.м. с центральной колонной.

Расчёт расстояния до «расчётной точки» аналогичен вышеприведённому для зала данной площади без колонны.

В «Залах» более 1000 кв.м. использование одних настенных оповещателей не рекомендуется из-за слишком больших расстояний от оповещателя до «расчётной точки». В таких залах необходима комбинация из настенных и потолочных оповещателей. Либо необходимо использовать тросы, для подвеса на них по 4 оповещателя, подобно их размещению на колонне.

2.3.2. Озвучивание «Зала» формы «Прямоугольник» настенными оповещателями «Глагол – НХ».

Напомним, что в «Зале» формы «Прямоугольник» длина равна/превышает ширину в 1,5 и более раз.

Во многом появления настоящего второго издания методики продиктовано необходимостью более «плавного» перехода в подсчёте количества оповещателей необходимых при увеличении площади помещений, а также практически выверенной и более точной схемой их расстановки. Поэтому принятое ранее (в первом издании Методики) «Расчётные правила» для этих типов помещений считаем утратившим силу.

Настоящее издание методики предлагает подразделить всё многообразие строительных решений для «прямоугольных» залов на 6 вариантов:

- зал от 40 до 100 кв.м.,
- зал от 100 до 200 кв.м.,
- зал от 200 до 400 кв.м.,
- зал от 400 до 600 кв.м.,
- зал от 600 до 800 кв.м.,
- зал от 800 до 1000 кв.м.

Если зал имеет не прямоугольную, а иную форму, в качестве длины используется величина центральной линии «Зала» (проходящей на равном удалении от продольных стен помещения).

2.3.2.1. Вариант 1. Прямоугольный «Зал» площадью от 40 до 100 кв. м.

В «Залах», не превышающих по площади 100 кв.м. достаточно 2-х оповещателей. Размещать их следует на противоположных стенах, обозначаемых как «ширина» помещения, по центральной оси, так, как показано на рис 17. Отступ крепления оповещателя от стен, должен составлять расстояние, равное $Ш/2$. Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчетное правило»:

«Расчётная точка» находится на линии пересечения центральной оси помещения (параллельно стороне «Ш») и большей стороной помещения (обозначаемой как «Д»). Расстояние R определяется как длина отрезка от оповещателя на стороне «Д» до «расчётной точки».

Если оповещатели устанавливаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/2)^2 + (Ш/2)^2}$$

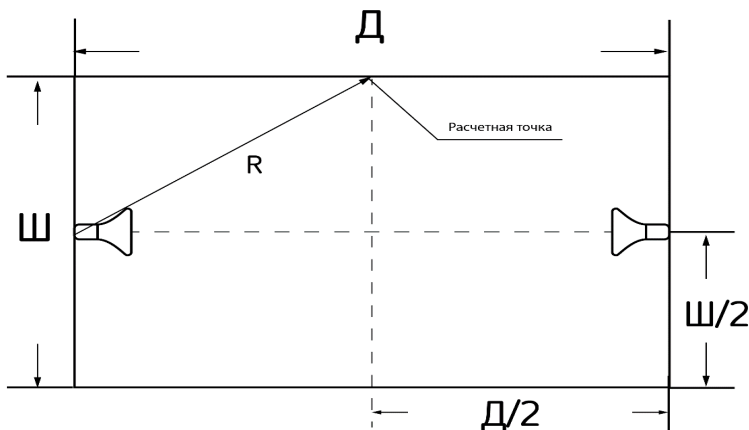


Рис. 17. Размещение 2-х оповещателей в «Зале» формы «прямоугольник» площадью от 40 до 100 кв.м.

Если оповещатель размещен выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

$P_{р.т.}$ = Допустимый уровень звука постоянного шума +15

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения R в метрах (округляя в большую сторону).
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному $P_{р.т.}$, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».

3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя **«Глагол – НХ-Х»**, который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на 2. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.2.2. Вариант 2. Прямоугольный «Зал» площадью от 100 до 200 кв.м.

В этих залах количество оповещателей увеличивается до 4-х. Размещаются они на противоположных стенах, по большим сторонам – Д. Шаг расстановки между оповещателями, размещёнными на одной стене, составляет половину размера длины. Оповещатели устанавливаются не «друг против друга», а в «шахматном» порядке со смещением осей на расстояние равное Д:4 (см. рис. 18). Отступ от крайних оповещателей до торцевой стены равен значению Д:8.

В некоторых помещениях (узких залах) соотношение размеров длины и ширины может быть таким, что графически угол «разворота» линии, соединяющей центр оповещателя и расчётную точку может превышать 45 градусов и как бы «выходить» за пределы телесного угла 90 град. Эти превышения считаем незначительными, изменение сигнала крайне малым и ими пренебрегаем.

Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее **«Расчётное правило»:**

«Расчётная точка» находится на пересечении двух осей: центральной оси помещения (параллельной оси «Д») и осью, соединяющей противоположные оповещатели. Расстоянием R до «расчётной точки» считаем длину отрезка от центра оповещателя до ближайшей «расчётной точкой» (см рис 18).

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/8)^2 + (Ш/2)^2}$$

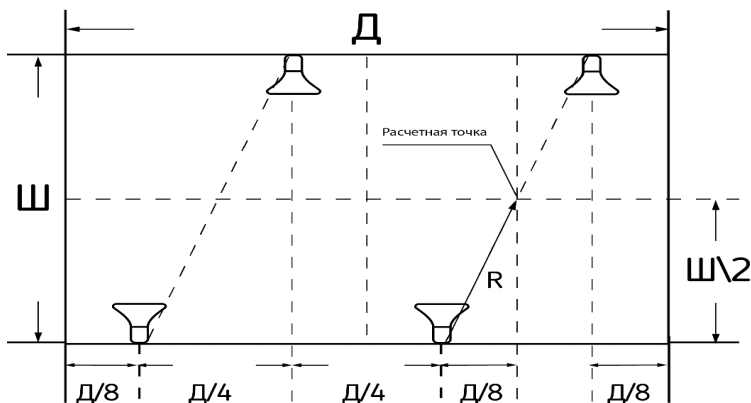


Рис. 18. Размещение оповещателей в помещении типа Малый «Зал» формы «Прямоугольник» от 100 до 200 кв.м. и положение «расчётной точки».

Если оповещатель размещать выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/8)^2 + (Ш/2)^2}$$

Следующее вычисление – действуем так, как в п. 2.3.2.1.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на 4, получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.2.3. Вариант 3. Прямоугольный «Зал» площадью от 200 до 400 кв.м.

В залах с площадью от 200 до 400 кв.м., оптимальная установка 6-ти оповещателей. Размещаются они по 3 штуки на противоположных стенах, более длинных сторонах – Д, но не «друг напротив друга», а в «шахматном» порядке со смещением осей на расстояние Д:6. Шаг расстановки между оповещателями равен Д:3, но крайние отстоят от торцевых стен на расстоянии равном Д:12. Графически размещение представлено ниже на рис 18А.

Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее **«Расчётное правило»:**

«Расчётная точка» находится на пересечении двух осей: центральной оси помещения (параллельной оси «Д») и акустической осью противоположного оповещателя. Расстоянием R до «расчётной точки» считаем длину отрезка от центра оповещателя до «расчётной точки» (см рис 18А).

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (Ш/2)^2 + (D/6)^2}$$

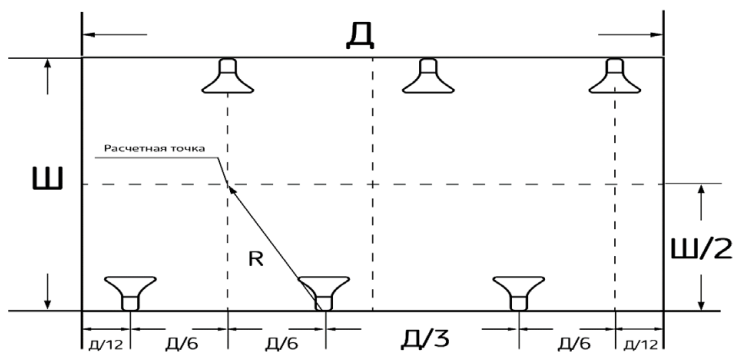


Рис. 18А. Размещение оповещателей в помещении типа Малый «Зал» формы «Прямоугольник» и положение «расчётной точки».

Если оповещатель размещать выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (Ш/2)^2 + (D/6)^2}$$

Следующее вычисление – действуем так, как в п. 2.3.2.1.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на 6, получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.2.4. Вариант 4. Прямоугольный «Зал» шириной от 400 до 600 кв.м.

В таких залах рекомендуем установить 8 оповещателей. Размещаются они по 4 штуки на сторонах «Д» противоположно друг к другу, с шагом расстановки равным $D/4$. Крайние же отстоят от торцевых стен на расстоянии равном четверти длины помещения. Графически размещение представлено ниже. Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчётное правило»: «Расчётная точка» находится на пересечении двух осей: центральной оси помещения (параллельной оси «Д») и осью, соединяющей соседние, но противоположные оповещатели. Расстоянием R до «расчётной точки» считаем длину отрезка от центра оповещателя до ближайшей «расчётной точкой» (см рис 19).

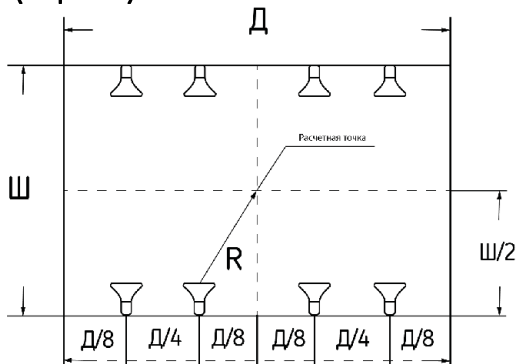


Рис. 19. Размещение настенных оповещателей в «Зале» формы «Прямоугольник» площадью от 400 до 600 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (D/8)^2 + (Ш/2)^2}$$

Если оповещатель размещать выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (D/8)^2 + (Ш/2)^2}$$

Следующее вычисление – действуем так, как в п. 2.3.2.1.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на 8, получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.2.5. Вариант 5. Прямоугольный «Зал» шириной от 600 до 800 кв.м.

В таких залах рекомендуем установить 10 оповещателей. Размещаются они на противоположных стенах по 5 штук «встречно» друг к другу. Шаг расстановки будет равен $D/5$. А крайние отстоят от торцевых стен (отступ) на расстоянии равном $D/10$. Графически размещение представлено ниже на рис. 19А. Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее «Расчётное правило»: «Расчётная точка» находится на пересечении двух осей: центральной оси помещения (параллельной оси «Д») и осью, соединяющей противоположные оповещатели. Расстоянием R до «расчётной точки» считаем длину отрезка от центра оповещателя до ближайшей «расчётной точкой» (см рис 19А).

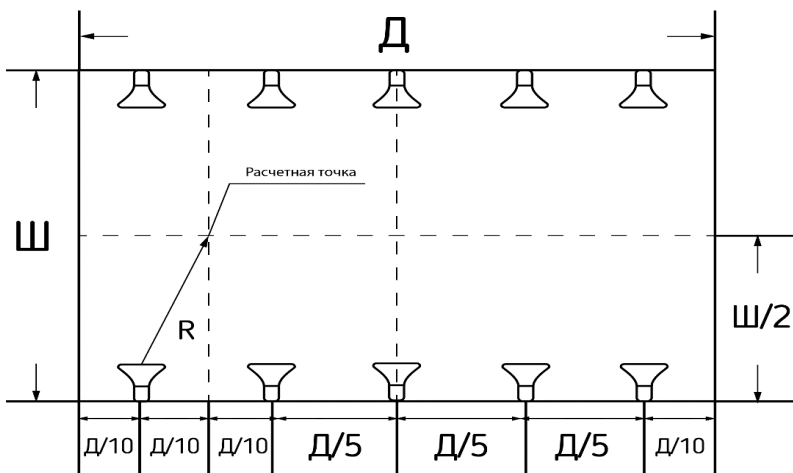


Рис. 19А. Размещение настенных оповещателей в «Зале» формы «Прямоугольник» площадью от 600 до 800 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (Д/10)^2 + (Ш/2)^2}$$

Если оповещатель размещать выше рекомендованной высоты 2,3 м. , то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (Д/10)^2 + (Ш/2)^2}$$

Следующее вычисление – действуем так, как в п. 2.3.2.1.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на 10, получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

2.3.2.6. Вариант 6. Прямоугольный «Зал» шириной от 800 до 1000 кв.м.

В таких залах рекомендуем установить 12 оповещателей.

Размещаются они на противоположных стенах по 6 штук «встречно» друг к другу. Шаг расстановки будет равен Д:6. А крайние отстоят от торцевых стен (отступ) на расстоянии равном Д:12. Графически размещение представлено на рис 19Б. Для определения места положения «расчётной точки» используем следующее **«Расчетное правило»:**

«Расчётная точка» находится на пересечении двух осей: центральной оси помещения (параллельной оси «Д») и осью, соединяющей соседние, но противоположные оповещатели. Расстоянием R до «расчётной точки» считаем длину отрезка от центра оповещателя до ближайшей «расчётной точкой» (см рис 19Б).

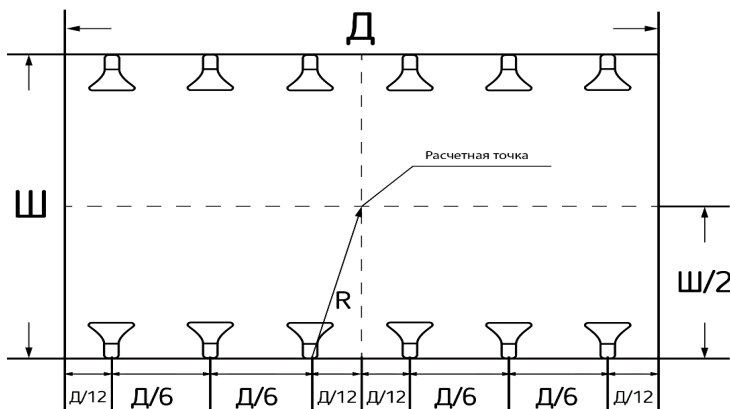


Рис. 19б. Размещение настенных оповещателей в «Зале» формы «Прямоугольник» площадью от 800 до 1000 кв.м. и расположение «расчётной точки».

Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2,3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R = \sqrt{0,8^2 + (Д/12)^2 + (Ш/2)^2}$$

Если оповещатель размещать выше рекомендованной высоты 2,3 м., то в вычислениях необходимо заменить 0,8 м на размер h м – превышение высоты подвеса над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + (Д/12)^2 + (Ш/2)^2}$$

Следующее вычисление – действуем так, как в п. 2.3.2.1.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на 12. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

«В «Залах» более 1000 кв.м. использование одних настенных оповещателей на рекомендуется из-за слишком больших расстояний от оповещателя до «расчётной точки». В таких залах необходима комбинация из настенных и потолочных оповещателей.

2.3.3. Озвучивание «Зала» потолочными оповещателями «Глагол – П».

В отличие от прежнего издания методики, в котором использовались не оптимальные построения и было много округлений в большую сторону, что приводило к избыточному количеству оповещателей, в настоящем издании размещение потолочных оповещателей в помещениях типа «Зал» предлагается строить по-иному.

Для этого будут использованы как новые понятия, так и другие подходы к геометрическим параметрам помещений. Однако мы не отойдём ни от основных законов акустики, ни от основных допущений данной методики. Мы лишь переосмыслили и оптимизировали накопленный опыт проектирования и установки потолочных оповещателей в помещениях типа «Зал».

Говоря о высоте потолка помещения, мы конечно же понимаем, что потолочные оповещатели как правило устанавливаются в панели подшивного потолка. Он устраивается ниже чем реальный потолок и этим уменьшается значение высоты подвеса «Н», которое может быть указано в поэтажном плане. Проектировщики, в зависимости от конструкции «отделочного» потолка, должны уменьшить значение **высоты потолка** и оперировать значением **высоты подвеса** оповещателя.

Рассматривая помещения типа «зал», мы понимаем, что они могут предназначаться для самых разных «бизнес» применений, а с точки зрения распространения звуковых волн – это различные данные для акустического расчёта. В производственных цехах или «кол центрах», в «конференц-залах» и просторных фойе торговых центров, везде будут очень разные уровни постоянных шумов, также качество и качество акустических препятствий и, соответственно, звук будет распространяется не одинаково.

Конечно, при выработке «расчётных правил» было невозможно не учитывать отражение от пола и стен звуковых колебаний от одного оповещателя и сложение звуковой энергии от соседних оповещателей. Вычисление значения уровня звукового давления в любой точке «теневого зоны» зала на высоте 1,5 м. крайне сложны и зависят от множества параметров. Поиск математически простого, но акустически правильного решения – вот основная задача, которую потребовалось решить в данном разделе. Конечно, же во многом авторы опирались на эмпирический опыт.

Пытаясь более подробно рассмотреть все помещения, поделим эти геометрические параметры на градации и варианты.

Так по высоте потолка «Н», залы градуируются на:

- с высотой ниже 6 метров,
- с высотой более 6 до 12 метров и
- с высотой выше 12 метров.

По параметру «ширина», залы с потолком ниже 6 метров разделим на четыре варианта:

- с шириной от 5 до 7 метров,
- с шириной от 7 до 14 метров,
- с шириной от 14 до 21 метра и
- с шириной более 21 метра.

Новыми понятиями, которое мы введём в расчёты будет понятие «акустической гирлянды», «дистанция» и «шаг расстановки».

«Акустическая гирлянда» – способ расстановки потолочных оповещателей по прямой линии (по оси «акустической гирлянды»), параллельной большей стороне помещения («Д»), последовательно («один за другим») с определённым шагом расстановки.

«Дистанция» – расстояние между осями соседних гирлянд оповещателей («Дис»).

«Шаг расстановки» – расстояние между соседними оповещателями в «акустической гирлянде».

В расчётах будем использовать два значения «шага расстановки»:

- «Штах» – шаг расстановки максимальный – расчётный, и
- «Шmid» – шаг равномерной расстановки, учитывающий реальную длину помещения.

2.3.3.1. Расстановка оповещателей в «зале» с высотой потолка ниже 6 метров.

Исходя из Допущения 2 (см. стр. 5), настоящей методики, наиболее трудным и спорным в акустическом расчёте является теоретическое (предварительное) определения уровней звукового давления в так называемых «теневых зонах» (см. рис. 20).

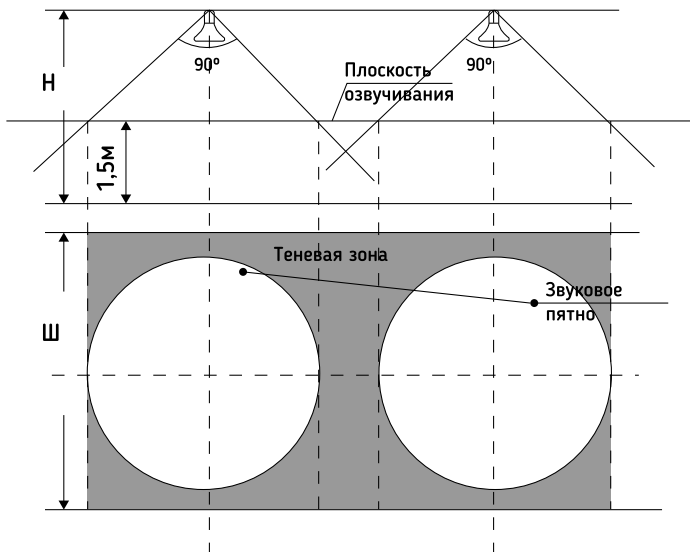


Рис. 20 Вертикальная и горизонтальная проекция «звукового пятна» и «теневого зоны» на плоскости озвучивания исходя из Допущения 2.

Первым параметром, который требовал оптимизации - увеличение теоритической длины отрезка до расчётной точки R. Это «удлинение» влечёт за собой увеличение мощности оповещателя, который должен создать необходимый уровень звукового давления в «расчётной точке». И, как следствие, теоретическое расширение площади «звукового пятна» от одного оповещателя. Графически на рис. 20А

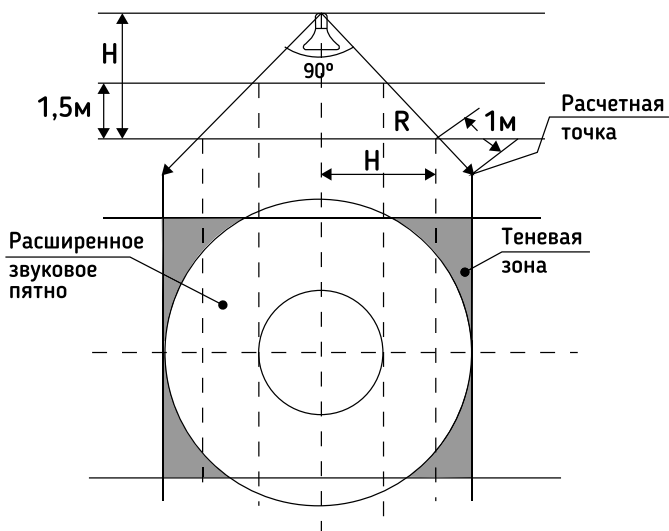


Рис. 20А Вертикальная и горизонтальная проекция расширенного «звукового пятна» на плоскости озвучивания и «теневого зоны» исходя из оптимизации отрезка R.

Для помещений с потолком **ниже 6 метров** предлагаются следующие (единые для всех вариантов размеров «ширины») **«Расчётные правила»:**

1-е - Расстояние до «расчётной точки» определяется по формуле:

$$R = \sqrt{2} \times H + 1 = 1,41 \times H + 1$$

Вторым параметром, который требовал оптимизации - уменьшение «расстояния» между соседними оповещателями или уменьшения шага расстановки для более полного перекрытия звуковым пятном всей плоскости озвучивания (перекрытия теневой зоны), а также исходя из требования равномерного распределения звука. Мы как бы «сближаем» соседние оповещатели друг к другу, уменьшая этим шаг расстановки. Графически это смещение представлено на рис 20Б.

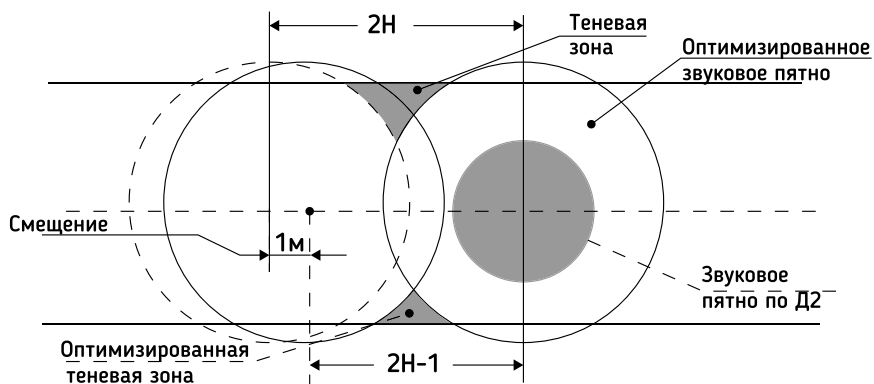


Рис. 20Б. Горизонтальная проекция оптимизации - «смещения» оповещателей друг к другу (здесь «по Д2» - подразумевается «по Допущению 2»).

2-е Расчётное правило: Максимальный шаг расстановки оповещателей в «акустической гирлянде» определяется по формуле:

$$\text{Ш}_{\text{max}} = 2H - 1$$

где H - высота помещения.

Для удобства проектировщиков в подборе мощности оповещателя в залах с потолками ниже 6-ти метров, числовые значения расчётного (максимального) шага расстановки и расстояния до «расчётной точки» в зависимости от высоты подвеса сведены в таблицу.

Таблица 4

Высота подвеса оповещателя H (м)	Шаг расстановки (расчётный) Ш _{max} (м)	Расстояние до «расчётной точки» R (м)
3,0	5	5,2
3,5	6	5,9
4,0	7	6,6
4,5	8	7,3
5,0	9	8,0
5,5	10	8,7
6,0	11	9,4

2.3.3.1.1. Вариант 1-й. Невысокие «залы» с шириной до 7 метров.

В таких помещениях (узкий невысокий зал) размещается **одна «акустическая гирлянда»** по центральной оси помещения (понятие дистанции «Дис» – между гирляндами – отсутствует).

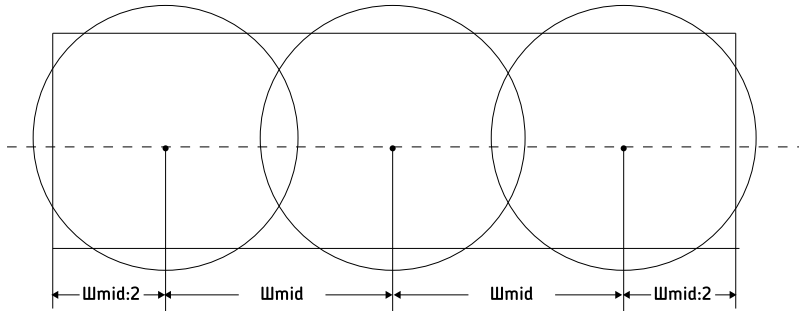


Рис. 21. Размещение потолочных оповещателей в «зале» шириной до 7 метров.

Сначала определим количество оповещателей, их расстановку и отступ от торцов. Опираясь на 1-е расчётное правило из Таблицы 4 выбираем значение Штах , соответствующее высоте нашего помещения. Далее определяем «теоретическое» (предварительное) количество оповещателей, которые могут располагаться в конкретном помещении с известным значением длины:

$$N(\text{предварительное}) = D : \text{Штах}$$

Но значение N – частное от деления и как правило будет не целым, а дробным числом. Поэтому округляем его до **целого числа в большую сторону** и получаем N (окончательное) – количество оповещателей, которые должны быть размещены в одной гирлянде. Это, в свою очередь, изменит значение равномерного шага расстановки оповещателей, который обозначен как:

$$\text{Шmid} = D : N(\text{окончательное}).$$

Также определяем величину «отступа» крайнего оповещателя от торца помещения. Он равен половине шага расстановки: $\text{Шmid}:2$.

Далее необходимо определить мощность одного оповещателя.

Опираясь на 2-е расчетное правило из Таблицы 4 выбираем значение расстояния до расчётной точки R , соответствующее высоте нашего помещения.

Если нам известно значение уровня шума $R\text{ш}$ в нашем помещении в «расчётной точке», то следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», как сумма:

$$\mathbf{P\ p.\ t. = R\text{ш} + 15}$$

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения R в метрах (округляя в большую сторону).
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному $\mathbf{P\ p.\ t.}$, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя **«Глагол – ПХ-Х»**, который может обеспечить или превысить значение звукового давления в расчётной точке.

Для определения общей мощности гирлянды умножим мощность одного оповещателя на N (окончательное), и получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочных оповещателей, и их количество, которое обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.3.3.1.2. Вариант 2-й. Невысокие «залы» с шириной от 7 до 14 метров.

В таких помещениях (средний невысокий зал) размещается **две «акустические гирлянды»**. Положение осей этих «гирлянд» представлено на рис 22. Дистанция между осями двух акустических гирлянд («Дис») не зависит от шага расстановки и строго равна половине ширины помещения **Дис=Ш/2**

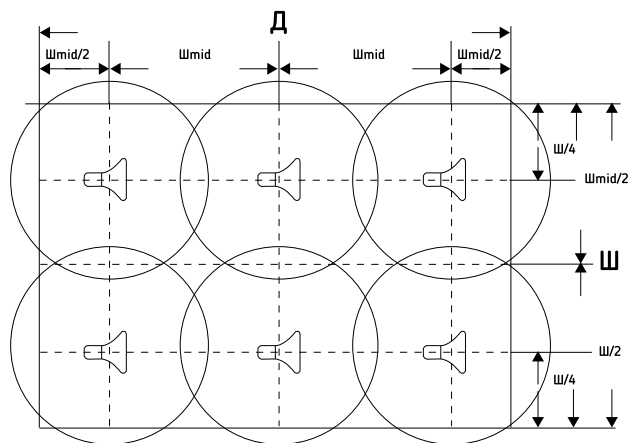


Рис.22. Две звуковые гирлянды

Все вычисления для подобных залов аналогичны п. 2.3.2.1.1, при увеличении количества оповещателей в два раза (по количеству акустических гирлянд).

Опираясь на 1-е расчётное правило из Таблицы 4 выбираем значение $Ш_{\max}$, соответствующее высоте нашего помещения. Далее определяем «теоретическое» (предварительное) количество оповещателей в одной гирлянде, которые могут располагаться в конкретном помещении с известным значением длины:

$$N(\text{предварительное}) = Д / Ш_{\max}$$

Но значение N - частное от деления и как правило будет не целым, а дробным числом. Поэтому округляем его до **целого числа в большую сторону** и получаем N (окончательное) – количество оповещателей, которые должны быть размещены в одной гирлянде. Это, в свою очередь, изменит значение равномерного шага расстановки оповещателей, который обозначен как

$$Ш_{\text{mid}} = Д / N(\text{окончательное}).$$

Также определяем величину «отступа» крайнего оповещателя от торца помещения. Он равен половине шага расстановки: $Ш_{\text{mid}}/2$

Далее необходимо определить мощность одного оповещателя.

Опираясь на 2-е расчётное правило из Таблицы 4 выбираем значение расстояния до расчётной точки R , соответствующее высоте нашего помещения.

Если нам известно значение уровня шума $R_{\text{ш}}$ в нашем помещении, то далее действуем так как описано в пункте 2.3.3.1.1.

Так как в подобных помещениях у нас предполагается размещение двух акустических гирлянд, то значение общей мощности для озвучивания защищаемого помещения равно мощности одного оповещателя, умноженного на N (окончательное), а затем на 2.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочных оповещателей, их количество и значение общей звуковой мощности, которая обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.3.3.1.3. Вариант 3-й. Невысокие «залы» с шириной от 14 до 21 метра.

В таких помещениях (большой невысокий зал) размещается **3 «акустических гирлянды»**. Положение осей этих «гирлянд» представлено на рис 22А. Дистанция между осями трёх акустических гирлянд не зависит от шага расстановки и строго равна третьей части ширины помещения **Дис=Ш:3**

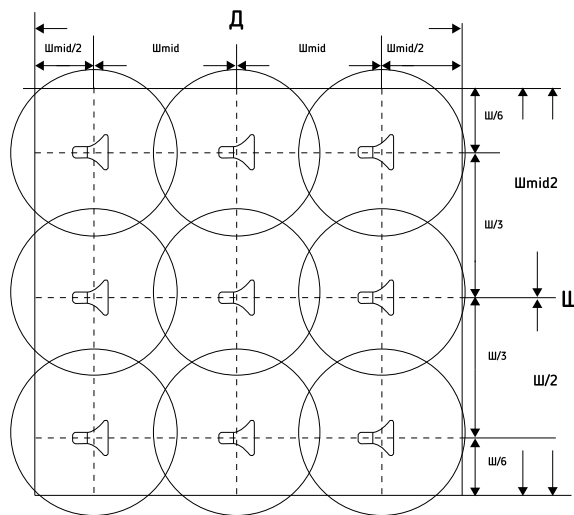


Рис.22А. Три акустических гирлянды.

Все вычисления для подобных залов аналогичны п. 2.3.2.1.1, при увеличении количества оповещателей в три раза (по количеству акустических гирлянд). Опираясь на 1-е расчётное правило из Таблицы 4 выбираем значение $Штах$, соответствующее высоте нашего помещения. Далее определяем «теоретическое» (предварительное) количество оповещателей в одной гирлянде, которые могут располагаться в конкретном помещении с известным значением длины:

$$N(\text{предварительное}) = Д : Штах$$

Но значение N – частное от деления и как правило будет не целым, а дробным числом. Поэтому округляем его до **целого числа в большую сторону** и получаем N (окончательное) – количество оповещателей, которые должны быть размещены в одной гирлянде. Это, в свою очередь, изменит значение равномерного шага расстановки оповещателей, который обозначен как

$$Шmid = Д : N(\text{окончательное}).$$

Также определяем величину «отступа» крайнего оповещателя от торца помещения. Он равен половине шага расстановки: $Шmid : 2$

Далее необходимо определить мощность одного оповещателя.

Опираясь на 2-е расчётное правило из Таблицы 4 выбираем значение расстояния до расчётной точки R , соответствующее высоте нашего помещения.

Если нам известно значение уровня шума $Рш$, то **далее действуем как указано в п. 2.3.3.1.1.**

Так как в подобных помещениях у нас предполагается размещение трёх акустических гирлянд, то значение общей мощности для озвучивания защищаемого помещения равно мощности одного оповещателя, умноженного на N (окончательное), а затем на 3.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочных оповещателей, их количество и значение общей звуковой мощности, которая обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.3.3.1.4. Вариант 4-й. Невысокие «залы» с шириной более 21 метра.

В таких помещениях (очень большой, но невысокий зал) размещается несколько «акустических гирлянд». Нетрудно заметить, что количество оповещателей меняются кратно 7 метрам ширины. Дистанция между осями нескольких акустических гирлянд («Дис») не зависит от шага расстановки, а вычисляется исходя из деления ширины помещения на равные части, или по формуле

$$\text{Дис} = \text{Ш} / \text{количество гирлянд}$$

Кратно 7 метрам ширины увеличивается количество акустических гирлянд, и тогда все вычисления будут аналогичны вышеописанным (при ширине более 21 метра – 4 гирлянды, более 28 – 5, более 35 – 6 и т.д.)

Однако подчас проектировщики сталкиваются с проблемой, когда невозможно расставить оповещатели равномерно и правильными линиями собирая «ровную» гирлянду. В этом случае рекомендуем использовать способ определения количества оповещателей «по площади» со свободным (или возможным) размещением оповещателей.

Способ определения «по площади».

Этот способ применим и при меньших площадях, но когда по строительным, архитектурным или производственным причинам оповещатели нельзя установить по прямой линии – оси гирлянды. Бывают ситуации, когда оповещатель можно механически «закрепить» лишь на случайном, но удобном месте.

В этом случае количество оповещателей определяется **по правилу – чтобы общая «площадь озвучивания» от всех оповещателей (площадь озвучивания от одного оповещателя умноженная на количество оповещателей) была равна площади помещения.**

«Площадь озвучивания от одного оповещателя» – теоретическая приведённая величина будет вычисляться иначе чем в предыдущих пунктах и математически будет выражаться как

$$S = \pi \times H^2$$

$$S \times N = Q$$

Где Q – площадь помещения,

S – площадь озвучивания от одного оповещателя,

H – высота подвеса оповещателя,

N – количество оповещателей в помещении.

В этом случае **оптимизация** выражается в **1-м «расчётном правиле»: величина площади озвучивания вычисляется не на плоскости озвучивания (1.5 м от пола), а на уровне пола.** Но при расчёте количества оповещателей, мы как бы «поднимаем» звуковое пятно на уровень плоскости озвучивания.

В этом случае действуем в два этапа. Сначала определяем площадь озвучивания «S» от одного оповещателя. Далее вычислим предварительное количество оповещателей, которое необходимо в помещении данной площади:

$$N (\text{предварительное}) = Q/S$$

Так как N(предварительное) – частное от деления – оно как правило будет дробным.

Округляем его в большую сторону и получаем значение N (окончательного).

Однако практика показала, что для большей уверенности обеспечения необходимого звукового давления в самых удалённых точках, необходимо предусмотреть некий дополнительный добавочный коэффициент, для наложения «звуковых пятен» и уменьшения возникающих «теневых зон». На взгляд авторов этот коэффициент должен быть не менее 15%. Конечно же, любое дробное число в получившемся результате, необходимо округлить в большую сторону. Следовательно, необходимое «уточнённое» количество оповещателей в данном помещении вычисляется как частное от деления общей площади помещения на площадь озвучивания от одного оповещателя с увеличением на 15%:

$$N (\text{уточнённое}) = 1,15 \times Q / S \quad (\text{округлённое в большую сторону})$$

Где S – площадь озвучивания от одного оповещателя на уровне пола, Q – общая площадь помещения, а $1,15$ – рекомендуемый добавочный коэффициент, увеличивающий количество оповещателей.

ВНИМАНИЕ, Значение добавочного коэффициента рекомендовано авторами методики, но может быть увеличено проектировщиком самостоятельно, если он видит большую неравномерность в установке оповещателей и понимает необходимость увеличения зон наложения.

2-е «расчётное правило»: Расчётная точка будет находиться на пересечении границы телесного угла **90 град.** и поверхности пола (рис 23). А расстояние до расчётной точки вычисляется по формуле:

$$R = 1,41H$$

Для определения значения площади озвучивания рекомендуем воспользоваться следующей таблицей:

Таблица 5

Высота подвеса H м.	Площадь озвучивания от одного оповещателя S кв.м.	Расстояние до расчётной точки R м.
3,0	28,3	4,23
3,5	38,5	4,94
4,0	50,2	5,64
4,5	63,6	6,35
5,0	78,5	7,05
5,5	95,0	7,76
6,0	113,0	8,46

В этом подходе последовательность действий для акустического расчёта будет такова:

- из таблицы 5 выбираем то значение площади озвучивания, которое соответствует высоте нашего помещения и по формуле определяем необходимое количество оповещателей;
- из таблицы 5 выбираем соответствующее значение R .

Если нам известно значение уровня шума $R_{ш}$, то **далее действуем как указано в п. 2.3.3.1.1.** Определив значение мощности одного оповещателя умножаем его на число N (окончательное) или N (уточнённое), и получаем значение общей мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Места размещения остаются на усмотрение проектировщика или инсталлятора.

2.3.3.2. Расстановка оповещателей в «залах» с высотой потолка более 6 до 12 метров.

Опираясь на Допущение 2 нашей методики, при увеличении высоты подвеса увеличиваются «звуковое пятно» на площади озвучивания, поэтому может быть увеличено и значение шага расстановки. Но при этом возрастает и расстояние до расчетной точки, значит звуковое давление в «расчётной точке» от одного и того же оповещателя проявляется слабее.

Исходя из телесного угла распространения звука равного 90 град., при подвесе оповещателя выше 6 метров всё «звуковое пятно» будет на плоскости озвучивания.

В этом случае так же необходима оптимизация - увеличение теоритической длины отрезка до расчётной точки R . Это «удлинение» отрезка влечёт за собой увеличение мощности оповещателя, который должен создать необходимый уровень звукового давления в «теневой зоне». И, как следствие, теоретическое расширение или оптимизация площади «звукового пятна» от одного оповещателя. Графически на рис. 23.

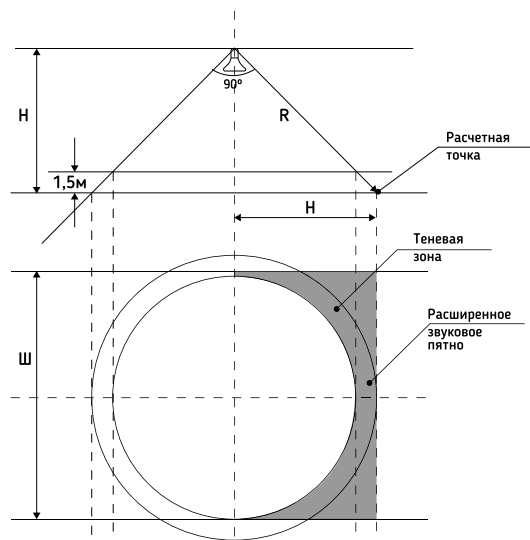


Рис. 23 Вертикальная и горизонтальная проекция расширенного «звукового пятна» на плоскости озвучивания и «теневого зоны» исходя из оптимизации отрезка R.

Для помещений с потолком более 6 до 12 метров предлагаются следующие (единые для всех вариантов размеров «ширины») расчётные правила:

1-е - Расстояние до «расчётной точки» определяется по формуле:

$$R = \sqrt{2} \times H = 1,41 \times H$$

Вторым параметром оптимизации будет- уменьшение «расстояния» между соседними оповещателями или уменьшения шага расстановки для более полного перекрытия звуковым пятном всей плоскости озвучивания (перекрытия теневого зоны), а также исходя из требования равномерного распределения звука. Мы как бы «сдвигаем» соседние оповещатели друг к другу, уменьшая этим шаг расстановки. Графически это смещение представлено на рис 23А.

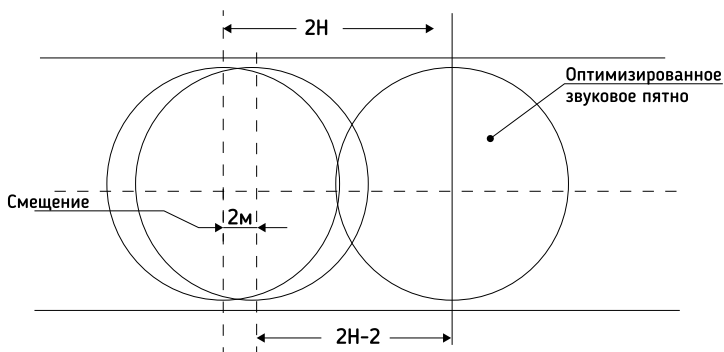


Рис. 23А. Горизонтальная проекция оптимизации - «смещения» оповещателей друг к другу.

Оптимизация этого параметра для «залов» таких высот формулируется как:

2-е Расчётное правило: Максимальный шаг расстановки оповещателей в «акустической гирлянде» определяется по формуле:

$$\text{Ш}_{\text{max}} = 2Н - 2$$

где Н – высота помещения.

Однако залы с подобными размерами потолков могут быть не ограничены и в ширине. И при необходимости может понадобиться несколько гирлянд из оповещателей. Выше мы предлагали фиксированное значение ширин (кратно 7 метрам), при которых необходимо увеличение количества гирлянд. В этом случае целесообразно использовать

3-е Расчётное правило: дополнительные гирлянды из оповещателей необходимы, если ширина помещения «Ш» будет превышать высоту кратно 1,2 раза. Так при значении ширины в пределах от 1,2Н до 2,4Н необходимо установить 2 гирлянды, от 2,4 до 3,6 – 3 гирлянды и т.д. Дистанция между осями гирлянд будет определяться значением ширины помещения $\text{Дис} = \text{Ш} / \text{количество гирлянд}$.

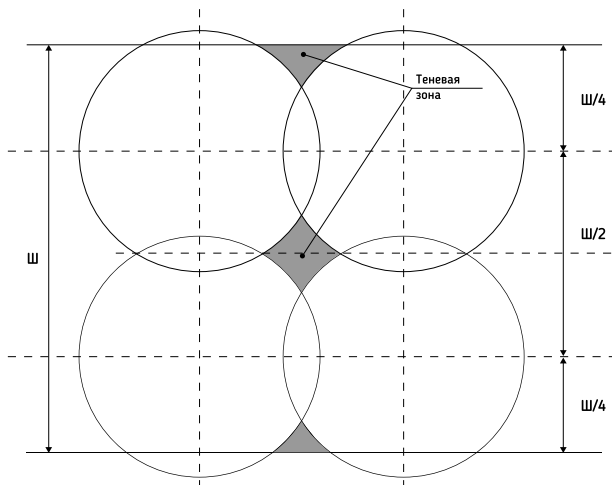


Рис 23Б Горизонтальная проекция размещения 2-х гирлянд оповещателей при Н (высоте) более 6 до 12 метров (при конкретной Ш равной 2Н).

Для удобства можно воспользоваться таблицей 5А.

Таблица 5А

Высота подвеса оповещателя Н (м)	Шаг расстановки (расчётный) Ш _{max} (м)	Расстояние до «расчётной точки» R (м)
6,5	11	9,2
7,0	12	9,9
7,5	13	10,6
8,0	14	11,3
8,5	15	12
9,0	16	12,7
9,5	17	13,4
10,0	18	14,1
10,5	19	14,8
11,0	20	15,5
11,5	21	16,2
12,0	22	16,9

Сначала определим количество оповещателей, их расстановку и отступ от торцов. Опираясь на 1-е расчётное правило из Таблицы 5А выбираем значение Δ , соответствующее высоте нашего помещения. Далее определяем «теоретическое» (предварительное) количество оповещателей, которые могут располагаться в конкретном помещении с известным значением длины:

$$N(\text{предварительное}) = D / \Delta$$

Но значение N – частное от деления и как правило будет не целым, а дробным числом. Поэтому округляем его до **целого числа в большую сторону** и получаем N (окончательное) – количество оповещателей, которые должны быть размещены в одной гирлянде. Это, в свою очередь, изменит значение равномерного шага расстановки оповещателей, который обозначен как

$$\Delta_{\text{mid}} = D / N(\text{окончательное}).$$

Также определяем величину «отступа» крайнего оповещателя от торца помещения. Он равен половине шага расстановки: $\Delta_{\text{mid}} / 2$

Далее необходимо определить мощность одного оповещателя. Опираясь на 2-е расчётное правило из Таблицы 5А выбираем значение расстояния до расчётной точки R , соответствующее высоте нашего помещения.

Если нам известно значение уровня шума $R_{\text{ш}}$, то **далее действуем как указано в п. 2.3.3.1.1.**

Получив значение мощности одного оповещателя и умножив его на N (окончательное) получим суммарную мощность в одной гирлянде. Но если ширина помещения более 1,2Н, то по 3-му расчётному правилу, определённом в этом разделе, необходимо установить 2-е гирлянды. Значит, итоговое значение мощности будет удвоенным значением суммарной мощности. Если же ширина более 2,4Н – итоговое значение мощности равно утроенной мощности одной гирлянды. И так далее, если ширина помещения увеличивается – увеличивается и количество гирлянд.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочных оповещателей, их количество и значение общей звуковой мощности, которая обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.3.3.3. Расстановка оповещателей в «залах» с высотой потолка более 12 метров.

Для залов с высотой более 12м целесообразно опустить потолочные оповещатели ниже (это возможно за счёт подвесного крепления) или постараться использовать настенный тип установки.

При таких высоких залах (цехах, складах) высота подвеса оповещателя столь велика и «звуковое пятно» от него столь широко, что вывести единую и достоверную зависимость уровня звукового давления от высоты помещения не представляется возможным, тем более, что формулировка «более 12 метров» – предполагает большой разброс значений высоты.

Поэтому наиболее достоверным способом авторы считают расчёт «по площади». А именно **по правилу – чтобы общая «площадь озвучивания» от всех оповещателей (площадь озвучивания от одного оповещателя умноженная на количество оповещателей) была равна площади помещения.**

В столь высоких залах произведём оптимизацию и **считаем возможным пренебречь значением высоты плоскости озвучивания над уровнем пола (1,5 метра)** и вести расчёты по формуле:

$$S = \pi \times H^2$$

$$S \times N = Q$$

Где Q – площадь помещения,

S – Площадь озвучивания от одного оповещателя,

H – высота подвеса оповещателя,

N – количество оповещателей.

Последовательность действий будет такова: зная высоту подвеса сначала определяем площадь озвучивания от одного оповещателя, далее N (предварительное) как

$$N \text{ (предварительное)} = Q/S$$

Округлив это число в большую сторону получим N (окончательное) – то количество оповещателей, которое необходимо разместить в данном помещении.

Опыт проектирования показал, что помещения с такими высокими потолками как правило имеют большие значения как ширины, так и длины и, соответственно, площадь может быть очень большой. А расстановка оповещателей может быть геометрически достаточно неравномерной. Это значит, что для обеспечения необходимого звукового давления в самых удалённых точках, необходимо предусмотреть некий дополнительный добавочный коэффициент, для наложения «звуковых пятен» и уменьшения возникающих «теневых зон». На взгляд авторов в таких высоких помещениях этот коэффициент должен быть не менее 10%. Следовательно, необходимо ввести корректировку в количестве оповещателей:

$$N \text{ (уточнённое)} = 1,1 \times Q / S$$

Конечно же, любое дробное число в получившемся результате, необходимо округлить в большую сторону.

Расстояние до «расчётной точки» будет определяться по формуле (рис 23):

$$R = \sqrt{2} \times H = 1,41 \times H$$

Если нам известно значение уровня шума $P_{ш}$, то **далее действуем как указано в п. 2.3.3.1.1** Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на N (окончательное), получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определена модель потолочного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении. А места размещения определяются проектировщиком, или инсталлятором.

Отдельно необходимо отметить устройство системы оповещения в таких помещениях как большие склады с высокими стеллажами, наполненные хранящимся на них, упакованным и неупакованным товаром. Каждый такой стеллаж необходимо считать как глухую стену, а проходы между стеллажами – как коридоры (с определением уровня шума при эвакуации).

2.4 Методика расчёта для помещения типа «Коридор».

Помещения типа «Коридор» специфичны тем, что в них длина значительно превышает ширину. Они отделены от источников шума и предназначены для движения людей, свободны от мебели и оборудования. В коридорах ничего не препятствует распространению звука как «прямого» (непосредственно от оповещателей), так и отражённого не только от стен и пола, но – даже и потолка. Это приводит к сложному процессу многократного наложения (сложения и вычитания) звуковых волн. Теоретически точный расчёт звукового давления в каждой точке помещения при этом процессе достаточно сложен. Но мы как всегда, прибегнем к упрощениям.

Торцы коридоров могут быть «проходными» (с дверями), а могут быть и «глухими» (или с окном). Это, на первый взгляд, может позволить расстановку небольшого количества оповещателей с большой мощностью (например, установить два мощных рупорных громкоговорителя в торцах коридора). Но важно не забывать не только об уровне звукового давления, но и о равномерности распространения звука по всему геометрически вытянутому помещению. Так пункт 4.7 Свода правил СП 3.13130.2009, указывает: «Установка громкоговорителей и других речевых оповещателей в защищаемых помещениях должна исключать концентрацию и неравномерное распределение отраженного звука».

Оптимизация суммы двух величин: значения уровня звукового давления от одного оповещателя и значения уровня отражённого и переотражённого звука от соседних оповещателей на некой «плоскости» – вот основная сложность, которую потребовалось решить в данном разделе.

И ещё. Коридоры – помещения особенные, уровень шума в них может существенно возрасти за короткое время. При нештатной ситуации во время эвакуации, коридоры становятся местом большой «зашумлённости», когда все люди на этаже, одновременно покидают рабочие

помещения, оказываются в коридорах и начинают движение. Ткань верхней одежды будет препятствовать распространению звуковых колебаний и ослабление сигнала значительно увеличится, также упадет энергия отраженной звуковой волны. Но именно в это время необходимая четкая информация о пути эвакуации должна быть разборчиво доведена до людей.

Уровень звука текстов, направленных на предотвращение паники должен превышать уровень «зашумлённого» коридора на 15 дБА. Поэтому в данной Методике **предлагается** за исходное значение уровня звука постоянного шума в помещениях типа «Коридор» брать не менее 65 дБА. Хотя, **подчёркиваем**, проектировщик в каждом конкретном случае должен руководствоваться полученным **«заданием на проектирование» и особенностями сооружения**. Например, в медицинских учреждениях уровень шума в коридорах не только может, но и должен быть значительно ниже 65 дБА.

В помещениях типа «Коридор» велики отражения звуковых волн и расчёты звукового давления в одной точке сложны и требуют специальной подготовки. Поэтому все предлагаемые ниже акустические зависимости упрощены, хотя опираются на законы акустики и проверены эмпирически.

Напоминаем принятые параметры помещения типа «Коридор», сформулированном в Допущении № 1: длина превышает ширину в 3 и более раз, ширина коридора не может превышать 5 м. Также коридоры, как неотъемлемая часть здания или сооружения, могут иметь большой разброс длин (от десятков до сотен метров). Для правильного расположения оповещателей в коридорах нужно учесть расстояние от одного торца коридора до первого оповещателя и от последнего оповещателя до другого торца. Предлагается ввести два новых понятия: шаг расстановки максимальный (**«Ш_{max}»**) и шаг равномерной расстановки (**«Ш_{mid}»**).

Ш_{max} – расстояние между оповещателями, вытекающее из предварительных вычислений,

Ш_{mid} – одинаковое расстояние между всеми оповещателями при заданной длине коридора с учётом «отступа» крайних оповещателей на «пол шага» от торца коридора.

2.4.1. Озвучивание «Коридора» настенными оповещателями «Глагол – НХ».

Настоящее издание методики предлагает более и пологую шкалу изменения геометрических размеров «Коридоров». Хотя главным параметром для расчёта (как и ранее) остаётся ширина коридора – «Ш». Но в прежнем издании было два варианта: при ширине коридора менее и более 3-х метров. В настоящем издании предлагается **три варианта ширины** (при введении предельного наибольшего значения – 5 метров):

- коридор с шириной менее 1,5-а метра;
- коридор с шириной от 1,5-а до 3-х метров;
- коридор в ширину от 3-х до 5-ой метров.

Помещения с шириной более 5 метров необходимо отнести к категории «Залов».

Каждому варианту ширины коридора соответствует **свои «расчётные правила»** в которых определяется и формулируется: 1-е – **«шаг максимальной установки»** оповещателей и 2-е – положение **«расчётной точки»** и расстояние до неё.

Исходя из специфики помещений типа коридор, а именно:

- отсутствие препятствий для распространения звуковых колебаний;
 - значительного превышения величины ширины над величиной длины;
 - необходимости равномерной установки источников звука вдоль всего помещения,
- в настоящем издании методики применён новый алгоритм расчёта, который разбит на 3 действия. Хотя основой для расчётов всегда были и будут геометрические параметры помещения (длина и ширина), указанные в поэтажном плане.

Действие 1-е: в коридоре данной длины и исходя из **1-го расчётного правила** для данного варианта ширины, теоретически вычисляем шаг расстановки максимальный **Штах** и определяем предварительное количество оповещателей **N (предварительное)**.

Действие 2-е: округляем дробное число в большую сторону и получаем окончательное количество оповещателей **N (окончательное)**, необходимое для озвучивания конкретного помещения, также определяем шаг равномерной расстановки **Шmid** и размер отступа;

Действие 3-е: вычисляем **R** – расстояние до теоретической «расчётной точки», положение которой для каждого варианта ширины коридора формулируется своим **2-м расчётным правилом**.

Далее, получив необходимые данные и выбрав значение уровня шума, осуществляем подбор типа (мощности) настенного оповещателя.

Внимание. Округление числа, определяющего количество оповещателей в большую сторону, предпринято для более полного выполнения условия равномерного распределения звука в коридорах. При необходимости, проектировщики конечно же могут сделать округление числа оповещателей (*N* окончательное) в меньшую сторону – это приведёт к увеличению отрезка *R*, что в свою очередь потребует установку меньшего количества оповещателей с большей мощностью *и*, как результат, разбалансировки равномерности: вблизи оповещателей – избыточно громкого звука.

2.4.1.1. ВАРИАНТ 1-Й. КОРИДОР ШИРИНОЙ МЕНЕЕ 1,5-А МЕТРОВ.

В этом варианте ширины предлагается следующие «Расчётные правила»:

1. Шаг максимальной расстановки между соседними оповещателями равен 6 значений ширины в метрах: **Штах = 6Ш**.

2. «Расчётная точка» теоретически располагается за пределами помещения, на плоскости озвучивания (1,5 м.) на пересечении двух линий: поперечной осью помещения, проведённой из точки Шmid:2 и линией границы телесного угла 90 град (графически см. рис. 24 и рис. 24А). Отрезок **R** от оповещателя до «расчётной точки» определяется по формуле:

$$R = \sqrt{0,8^2 + \text{Ш}p^2\text{mid} / 2}$$

В случае установки оповещателя на высоту более 2,3м., используем значение *h* – превышение высоты установки над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + \text{Ш}p^2\text{mid} / 2}$$

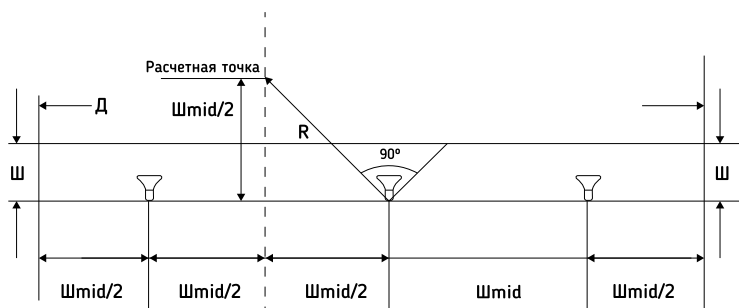


Рис. 24 Горизонтальная проекция графического размещения «расчётной точки» в «коридоре» при ширине менее 1,5 м (**Шmid = 6Ш**).

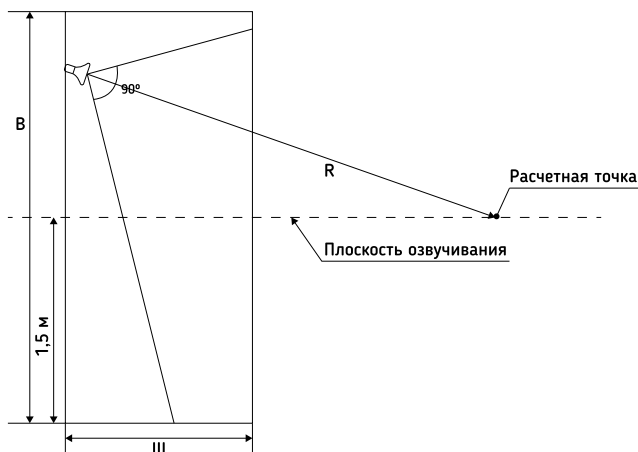


Рис. 24А Вертикальная проекция графического размещения «расчётной точки» в «коридоре».

Для примера расчёта возьмём коридор с размерами Ш=1,3м и Д=35м. Высота подвеса – 2,3м. Действие 1-е. Исходя из **1-го расчётного правила** для этого конкретного помещения Ш_{max} будет = 1,3м x 6 = 7,8м. Получив эту цифру, определяем предварительное количество настенных оповещателей по формуле:

$$N \text{ (предварительное)} = D : Ш_{\text{max}}$$

В нашем примере $N \text{ (предварительное)} = 35\text{м} : 7,8\text{м} = 4,48$

Действие 2-е. Округлим это значение в большую сторону и получим окончательное количество оповещателей, необходимых в данном коридоре:

N (предварительное) округляем в большую сторону = N (окончательное)

В нашем примере 4,48 увеличится до 5-х, т.е. необходимо установить 5 оповещателей.

Определим шаг равномерной расстановки:

$$Ш_{\text{mid}} = D : N \text{ (окончательное)}$$

В примере – $35\text{м} : 5 = 7\text{м}$ – это величина равномерного шага расстановки $Ш_{\text{р mid}} = 7\text{м}$, а отступ крайних оповещателей от торцов коридора $7\text{м} : 2 = 3,5\text{м}$.

Действие 3-е. Зная шаг расстановки, используем **2-е расчётное правило** и определяем R как:

$$R = \sqrt{0,8^2 + Ш_{\text{р mid}}^2} / 2$$

У нас получается $R = 6,26\text{м}$

Далее, определив величину уровня звука постоянного шума (Pш), высчитаем величину звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», как сумма:

$$P \text{ р.т.} = P_{\text{ш}} + 15$$

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **P р.т.**, которое должен создавать настенный оповещатель в «расчётной точке».
3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя **«Глагол – НХ-Х»**, который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на N (окончательное). Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель настенного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.4.1.2. Вариант 2-й. Коридор шириной от 1,5-а до 3-х метров.

В этом варианте ширины предлагается следующее «Расчётные правила»:

1. Шаг максимальной расстановки между соседними оповещателями равен 4 значениям ширины в метрах, или по формуле: $\text{Ш}_{\text{max}} = 4\text{Ш}$.

2. «Расчётная точка» теоретически располагается за пределами помещения, на плоскости озвучивания (1,5 м.) на пересечении двух линий: поперечной осью помещения, проведённой из точки $\text{Ш}_{\text{mid}}/2$ и линией границы телесного угла 90 град (графически см. на рис. 25 и рис. 25А). Отрезок R от оповещателя до «расчётной точки» определяется по формуле:

$$R = \sqrt{0,8^2 + \text{Ш}p^2_{\text{mid}} / 2}$$

В случае установки оповещателя на высоту более 2,3м., используем значение h - превышение высоты установки над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + \text{Ш}p^2_{\text{mid}} / 2}$$

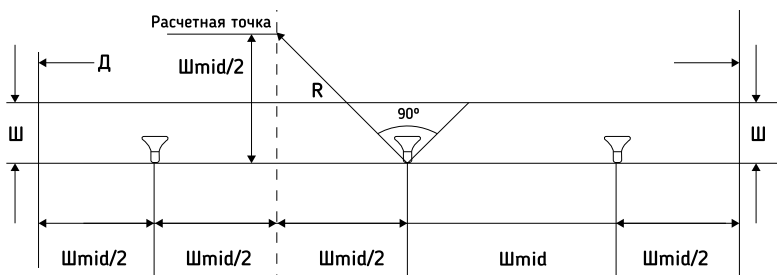


Рис.25 Горизонтальная проекция графического размещения «расчётной точки» в «коридоре» шириной от 1,5 до 3-х м.

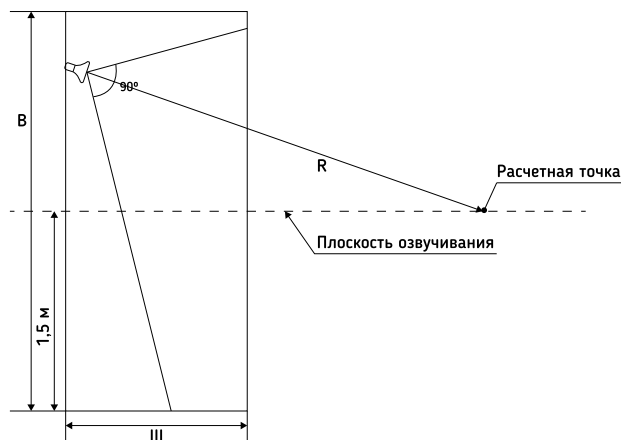


Рис.25А. Вертикальная проекция размещения «расчётной точки» в «коридоре» шириной от 1,5 до 3м.

Для примера возьмём коридор с размерами $\text{Ш}=2,5$ м, $\text{Д}=35$ м. Высота подвеса - 2,3 м. Действие 1-е. Исходя из предложенного **1-го расчётного правила** для этого конкретного

помещения $Ш_{\max}=2,5\text{ м} \times 4=10\text{ м}$. Зная шаг расстановки максимальный, определяем предварительное количество настенных оповещателей по формуле:

$$N \text{ (предварительное)} = D/Ш_{\max}$$

В нашем примере $N \text{ (предварительное)} = 35\text{ м}:10\text{ м} = 3,5$

Действие 2-е. Округлим это значение в большую сторону и получим окончательное количество оповещателей, необходимых в данном коридоре:

$N \text{ (предварительное)} \text{ округляем в большую сторону} = N \text{ (окончательное)}$

В нашем примере 3,5 увеличится до 4-х, т.е. необходимо установить 4 оповещателя.

Определим шаг равномерной расстановки:

$$Ш_{\text{mid}} = D/N \text{ (окончательное)}$$

Торцевой отступ будет равен половине этого значения.

В примере - $35\text{ м}:4=8,75\text{ м}$ - это величина равномерного шага расстановки, а отступ - 4,37 м.

Действие 3-е. Зная шаг расстановки, возвращаемся к расчётному правилу и определяем

$$R = \sqrt{0,8^2 + Ш_{\text{mid}}^2} / 2$$

У нас - $R = 6,23\text{ м}$

Внимание. Такие размеры помещений выбраны не случайно. На первый взгляд одинаковость длины отрезков до «расчётной точки» в двух вышеприведённых примерах может вызвать недоумение. Нам же представляется, что это равенство закономерно, т.к. в узком коридоре звуковые волны будут чаще «встречаться» со стенами коридора и каждый раз при отражении и переотражении терять свою мощность. В более широком коридоре больше «свободного» пространства для беспрепятственного распространения звука.

Далее, определив величину уровня звука постоянного шума ($P_{ш}$), высчитаем величину звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», как сумма:

$$P_{\text{р.т.}} = P_{ш} + 15$$

Далее действуем так, как указано в пункте 2.4.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на N (окончательное). Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель настенного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.4.1.3. Вариант 3-й. Коридор шириной от 3-х до 5 метров.

В этом варианте ширины предлагается следующее «Расчётные правила»:

1. Шаг максимальной расстановки между соседними оповещателями равен 3 значениям ширины в метрах, или по формуле: $Ш_{\max} = 3Ш$.
2. «Расчётная точка» теоретически располагается на плоскости озвучивания (1,5 м.) на пересечении двух линий: поперечной осью помещения, проведённой на расстоянии $2Ш_{\text{mid}}:3$ от оповещателя и противоположной стеной (графически см. на рис. 26 и рис. 26А). Отрезок R от оповещателя до «расчётной точки» определяется по формуле:

$$R = \sqrt{(0,8)^2 + Ш^2 + \left(\frac{2}{3}Ш_{\text{mid}}\right)^2}$$

В случае установки оповещателя на высоту более 2,3 м., используем значение h - превышение высоты установки над уровнем 1,5 м.

$$R = \sqrt{h^2 + Ш^2 + \left(\frac{2}{3}Ш_{\text{mid}}\right)^2}$$

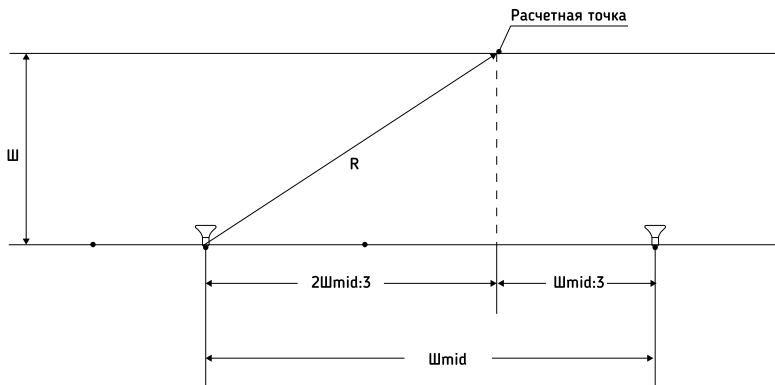


Рис. 26. Горизонтальная проекция графического размещения «расчётной точки» в помещении типа «коридор» при ширине от 3-х до 5 м.

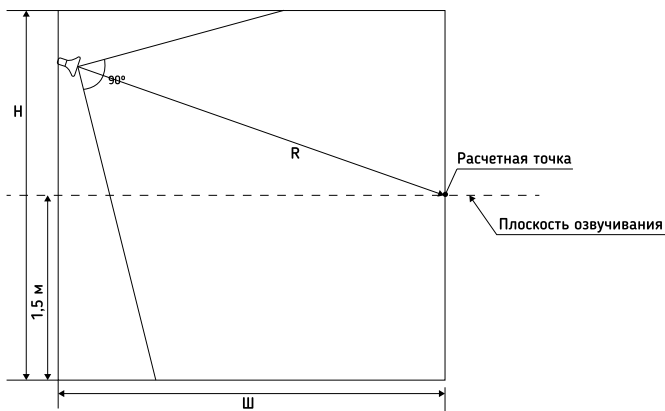


Рис. 26А. Вертикальная проекция графического размещения «расчётной точки» в помещении типа «коридор» при ширине от 3-х до 5 м.

Для примера возьмём коридор с размерами $Ш=4\text{м}$, $Д=35\text{м}$. Высота подвеса – 2,3м.
 Действие 1-е. Исходя из предложенного **1-е расчётного правила** для этого конкретного помещения, $Ш$ тах будет $4\text{м} \times 3 = 12$ метров. Зная шаг расстановки максимальный, определяем предварительное количество настенных оповещателей по формуле:

$$N \text{ (предварительное)} = Д : Ш\text{тах}$$

В нашем примере N (предварительное) = $35\text{м} : 12\text{м} = 2,91$

Действие 2-е. Округлим это значение в большую сторону и получим окончательное количество оповещателей, необходимых в данном коридоре:

N (предварительное) округляем в большую сторону = N (окончательное)

В нашем примере это будет число 3 (необходимо установить 3 оповещателя).

Действие 3-е. Определим шаг равномерной расстановки:

$$Ш\text{mid} = Д : N \text{ (окончательное)}$$

Торцевой отступ будет равен половине этого значения.

В примере - $35\text{м}:3=11,67\text{м}$ - это величина равномерного шага расстановки, а отступ - 5,84м. Зная шаг расстановки, возвращаемся к расчётному правилу и определяем

$$R=\sqrt{(0,8)^2 + \text{Ш}^2 + \left(\frac{2}{3}\text{Шmid}\right)^2}$$

У нас - $R = 8,78\text{м}$

Далее, определив величину уровня звука постоянного шума (Рш), высчитаем величину звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», как сумма:

$$\text{Р р.т.} = \text{Рш} + 15$$

Далее действуем в соответствии с пунктом 2.4.1.1.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на N (окончательное). Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель настенного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.4.2. Озвучивание «Коридора» потолочными оповещателями «Глагол - П».

При расчете потолочных оповещателей главным параметром для расчёта остаётся высота помещения, обозначенная в поэтажном плане. Но оповещатели могут крепиться к подвесным панелям - а это значит, что высота «Н» - это высота подвеса оповещателя может быть ниже строительной высоты потолка помещения.

В прежнем издании методики граница между градациями высоты потолка проходила на уровне 3,5. Но практика инсталляций потребовала уточнения. В настоящем издании предлагается **границу** высоты определить на уровне 4-х метров. А в проектировании разграничить:

- коридор с потолками менее 4-х метров;
- коридор с потолками от 4 до 6-ти метров.

Авторам не удалось провести практическое исследование в коридорах в потолком выше 6-ти метров. Однако запросы на озвучивание подобных помещений редко, но поступают. В п. 2.4.2.3. приведена новая градация для этих уникальных помещений (с потолками более 6-ти метров).

Каждой **градации** высоты потолка коридора соответствует **свои «расчётные правила»** в которых определяется и формулируется: 1-е - «**шаг максимальной установки**» оповещателей, 2-е положение «**расчётной точки**» и расстояние до неё.

2.4.2.1. Градация 1-я. Коридор с потолками менее 4-х метров.

В этой градации высоты предлагаются следующие «**Расчётные правила**»:

1-е. Шаг максимальный между соседними оповещателями равен 3 высоты, или по формуле: $\text{Шmax} = 3\text{H}$;

2-е. «Расчётная точка» располагается по центральной оси коридора на пересечении границы телесного угла 90 град и уровня пола (см. рис. 27). Отрезок R от оповещателя до «расчётной точки» определяется по формуле:

$$R=1,41\text{H}$$

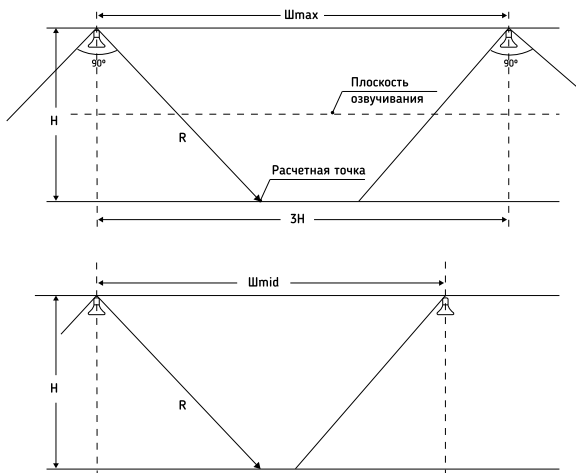


Рис. 27 Размещение оповещателей в коридорах с потолками менее 4-х метров.

Обозначенное в 1-м расчётном правиле значение шага максимального, необходимо для вычисления предварительного количества оповещателей

$$N(\text{предв}) = D : \text{Шmax}, \text{ или в данном случае } N(\text{предв}) = D : 3H.$$

Это число округляем в большую сторону и получаем $N(\text{окончательное})$. Далее определяем шаг равномерной расстановки по формуле:

$$\text{Шmid} = D : N(\text{окончательное})$$

Значение отрезка R определим по значению « H » и 2-му расчётному правилу.

Далее, определив величину уровня звука постоянного шума ($P_{\text{ш}}$), высчитаем величину звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», как сумма:

$$P_{\text{р.т.}} = P_{\text{ш}} + 15$$

Получив значение необходимого звукового давления в «расчётной точке», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:

1. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения R в метрах (округляя в большую сторону).
2. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному $P_{\text{р.т.}}$, которое должен создавать настенный оповещатель в «расчётной точке».
3. Поднимаясь по столбцу – определяем тип оповещателя «Глагол – П-Х», который может обеспечить или превзойти значение звукового давления.

Выбрав мощность одного оповещателя и умножив на $N(\text{окончательное})$. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель настенного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

2.4.2.2. Градация 2-я. Коридор с потолками от 4-х до 6-ти метров.

В этой градации высоты предлагаются следующие «Расчётные правила»:

- 1-е. Шаг максимальный между соседними оповещателями равен 2 высоты, или по формуле: $\text{Шmax} = 2H$;
- 2-е. «Расчётная точка» располагается по центральной оси коридора на пересечении границы телесного угла 90 град и уровня пола (см. рис. 28). Отрезок R от оповещателя до «расчётной точки» определяется по формуле:

$$R = 1,4H - 1$$

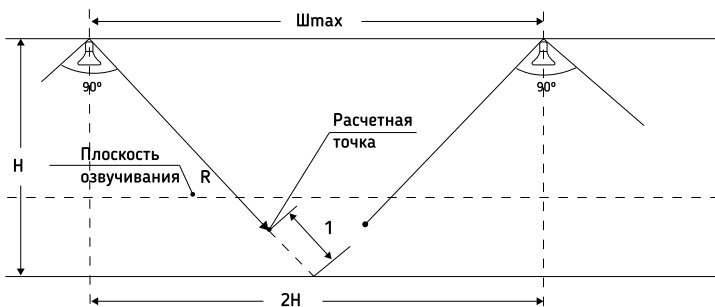


Рис. 28 Размещение оповещателей и расположение расчётной точки в коридорах с потолками от 4-х до 6-ти метров.

Значение шага максимального, считаем предварительным для вычисления предварительного количества оповещателей

$$N(\text{предв}) = D \cdot \text{Шmax}, \text{ или в данном случае } N(\text{предв}) = D \cdot 2H.$$

Это число округляем в большую сторону и получаем $N(\text{окончательное})$. Далее определяем шаг равномерной расстановки по формуле:

$$\text{Шmid} = D \cdot N(\text{окончательное})$$

Далее, определив величину уровня звука постоянного шума ($P_{ш}$), высчитаем величину звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», как сумма:

$$P_{р.т.} = P_{ш} + 15$$

Для подбора мощности оповещателя переходим к пункту 2.4.2.1.

2.4.2.3. Градация 3-я. Коридор с потолками выше 6-ти метров.

Несмотря на теоретическую возможность, такой вариант установки встречается крайне редко. В подобных помещениях использование потолочных оповещателей низко эффективно. Мы рекомендуем уменьшить высоту подвеса, установив оповещатели, свисающие с потолка на прочном шнуре-кабеле, или использовать оповещатели настенного типа.

В этой градации высоты предлагаются следующие расчётные правила

1-е Расчётное правило: Шаг максимальный между соседними оповещателями менее 2-х высот, и исчисляется по формуле: $\text{Ш max} = 2,5H$;

Напомним, что это значение считаем предварительным, а для точного расчёта необходимо определить $N(\text{предв}) = D \cdot \text{Шmax} = D \cdot 2,5H$, округлив в большую сторону получим $N(\text{окончательное})$ и расстояние между ними, будет равно $\text{Ш mid} = D \cdot N(\text{окончат})$.

2-е Расчётное правило: «Расчётная точка» располагается центру коридора на линии телесного угла 90 град и графически определена на рис. 29,

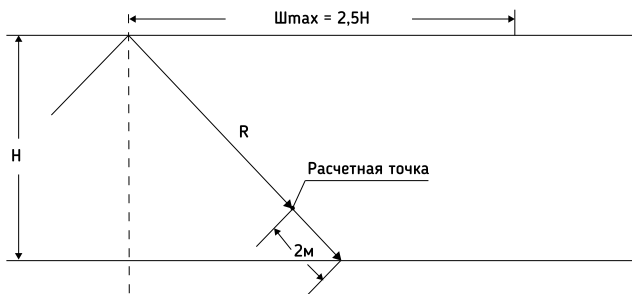


Рисунок 29. Расположение расчётной точки в коридорах выше 6 метров

а расстояние до «расчётной точки» R определяется по формуле:

$$R = 1,41H - 2$$

Следующее вычисление – определение величины звукового давления, которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке», т.е. на расстоянии R как сумма:

$$P_{p.t.} = P_{ш} + 15$$

Для подбора мощности оповещателя обратимся к пункту 2.4.1.1

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на N(окончательное), получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Таким образом, в результате проделанных шагов, определено место размещения и модель потолочного оповещателя, который обеспечит чёткую слышимость звуковых сигналов СОУЭ в защищаемом помещении.

3. СОГЛАСОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОУЭ – ТРЕТИЙ ШАГ МЕТОДИКИ.

Конечной задачей проектировщика должна стать спецификация оборудования, входящего в состав СОУЭ, которое необходимо развернуть на объекте. Кроме других приборов (не требующих выбора по параметрам) важнейшим прибором в системе оповещения является трансляционный усилитель низкой частоты. Они выпускаются разной выходной мощности. После расчёта количества оповещателей, следующим вопросом, на который необходимо ответить проектировщику, усилитель какой мощности необходим для данной СОУЭ. На этот вопрос даёт ответ данная Методика.

3.1 Потери в оповещателях.

Необходимо отметить, что излучаемая звуковая мощность оповещателя не равна потребляемой им электрической мощности. Потери происходят и в понижающем звуковом трансформаторе (который имеет КПД) и в самой динамической головке (где электрическая энергия преобразуется сначала в электромагнитную, потом в механическую).

Ниже приведена таблица потребляемой оповещателями «Глагол» электрической мощности из линий оповещения.

Таблица 6. Мощность, потребляемая оповещателями «Глагол» при их включении в линии трансляции с номинальным напряжением 30 В или 120 В.

Мощность, потребляемая оповещателями «Глагол», при их включении в трансляционные линии (30В и 120В), Вт												
Н1-1	Н1-3	Н1-5	Н2-3	Н2-5	Н2-10	Н3-20	Н3-40	К1-10	К1-20	К1-30	К1-40	ЗП-20
1,25	3,75	6,25	3,75	6,25	12,5	25,0	50,0	12,5	25,0	37,5	50,0	25,0
П-1	П-3	П-5	П-10	ПП-3	ПП-5	ПН-3	ПН-5	ПШ-5	ПШ-10	ТН-15	ТН-25	
1,25	3,75	6,25	12,5	3,75	6,25	3,75	6,25	6,25	12,5	18,75	31,25	

По итогам предыдущего расчёта были выбраны модель оповещателя и их количество в конкретном помещении. Теперь необходимо перевести акустические величины в электрические, т.е. определить значение электрической мощности, необходимой для озвучивания этого помещения. Для этого необходимо количество оповещателей умножить на значение потребляемой им электрической мощности, и произведение равно потребляемой в этом помещении электрической мощности.

3.2 Мощность усилителя для зоны пожарного оповещения.

Как правило, одной зоной пожарного оповещения объявляется этаж, или часть этажа. В эту зону обычно входят несколько помещений, которых могут размещаться разные модели оповещателей. Сложив электрическую мощность, потребляемую во всех помещениях, входящих в одну зону пожарного оповещения получим значение электрической мощности, необходимой для озвучивания этой зоны. Усилители выпускаются со следующим номинальным значением выходной мощности.

Необходимо подобрать такой усилитель мощности, в котором значение номинальной мощности было не меньшим, чем значение электрической мощности, необходимой для озвучивания данной зоны.

Если потребляемая мощность каждой зоны велика и на её озвучивание необходим свой отдельный усилитель, то в спецификации оборудования на СОУЭ необходимо предусмотреть несколько усилителей.

Если же мощность каждой зоны не велика, и общая мощность всех зон не превышает номинального значения одного усилителя, то в спецификации оборудования на СОУЭ необходимо предусмотреть один усилитель.

Таблица 7. Усилители мощности серии «Тромбон – УМ».

Модель усилителя	Номинальная мощность, Вт.	Блок резервного питания
Тромбон-УМ4-120	120 Вт	Тромбон-БП-07
Тромбон-УМ4-240	240 Вт	Тромбон-БП-14
Тромбон-УМ4-360	360 Вт	Тромбон-БП-21
Тромбон-УМ4-480	480 Вт	Тромбон-БП-21
Тромбон-УМ4-600	600 Вт	Тромбон-БП-21

4. ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В ЛИНИЯХ СВЯЗИ

Как правило приборы управления и усилители сигнала находятся на достаточно удаленном расстоянии от речевых оповещателей, и соединены между собой проводными линиями связи. Необходимо учитывать потери мощности сигнала в этих линиях. На потери сигнала непосредственно влияют такие параметры, как L-длина линии связи, S-сечение соединительного кабеля, P-суммарная мощность оповещателей (нагрузки). Потери мощности сигнала можно оценить исходя из закона Ома и сопротивления линии связи:

$$P_{\text{потерь}} = R_{\text{линии}} \cdot I_{\text{линии}}^2 = R_{\text{линии}} \cdot P_{\text{нагр.}} / U_{\text{линии}}$$

$R_{\text{линии}}$ можно рассчитать как удвоенное сопротивление одной жилы кабеля.

$$R_{\text{линии}} = 2R_{\text{жилы}}$$

Сопротивление жилы кабеля рассчитывается по формуле:

$$R = (r \cdot L) / S, \text{ где:}$$

r – удельное сопротивление меди 0,0175 Ом*мм²/м;

L – длина линии, м;

S – сечение проводника, мм²

Нормируемые значения сопротивления (не более) прописаны так же в ГОСТ 22483-77 на токопроводящую жилу. Согласно ГОСТ 22483-77 нормируемое значение для однопроволочной медной жилы сечением 2,5 мм² не более 7,41 Ом*км

Подключение нагрузки к линии связи с источником сигнала может быть, как сосредоточенное (вся нагрузка подключена в конце линии), так и распределенное (нагрузка распределена по всей длине линии). С целью унификации материалов, в проектах, как правило, для одной линии используют кабель одного типа и сечения, т.е. принимается сосредоточенное подключение нагрузки в линии.

При непосредственном выборе типа кабеля для отдельно взятой линии связи, требуется уточнить минимальное сечение жил провода, при котором мощность сигнала, поступающая к оповещателям, достаточна для выполнения ими параметров, указанных в паспортных характеристиках.

Для простоты расчетов принимаем, что нагрузка сосредоточена в конце линии, используется двухпроводный медный кабель с моножилами. С учетом вышесказанного рекомендуется использовать одну из упрощенных формул для расчета минимального сечения кабеля. Выбор формулы зависит от паспортных данных для оповещателя. Как правило указаны либо мощность потребления нагрузки, либо ток потребления нагрузки:

$$S_{\min} = \frac{0,035 \cdot L \cdot P_{\text{н}}}{U_{\text{л}} \cdot \Delta U_{\text{л}}} \quad \text{или} \quad S_{\min} = \frac{0,035 \cdot L \cdot I_{\text{н}}}{\Delta U_{\text{л}}}$$

S_{\min} - площадь минимального сечения кабеля, мм²

$P_{\text{н}}$ - суммарная мощность нагрузки, подключенной к линии, Вт

$I_{\text{н}}$ - суммарный ток, потребляемый оповещателями в линии, А

$U_{\text{л}}$ - рабочее напряжение линии связи с оповещателями, В

$\Delta U_{\text{л}} = 10\% \cdot U_{\text{л}}$ - допустимое отклонение (потери) напряжения линии связи, В

Пример 1: Линия связи речевых оповещателей «Глагол» с прибором контроля и управления «Тромбон-ПУ» имеет рабочее напряжение 100В, к ней подключены громкоговорители суммарной мощностью 270Вт и фактическая длина линии составляет 375м. В этом случае необходимое минимальное сечение двухжильного медного кабеля составит:

$$S_{\min} = \frac{0,035 \cdot 375 \cdot 270}{100 \cdot 10} = 3,5 \text{ мм}^2$$

Пример 2: К линии связи напряжением 12В подключены 13 светозвуковых табло «ВЫХОД» с токопотреблением 20мА каждая. Фактическая длина линии связи табло с устройством контроля и управления «Тромбон-БСО» составляет 221метр. В этом случае необходимое минимальное сечение двухжильного медного кабеля составит:

$$S_{\min} = \frac{0,035 \cdot 221 \cdot 13 \cdot 0,020}{1,2} = 1,68 \text{ мм}^2$$

Данные упрощенные формулы расчета минимального сечения кабеля справедливы для любых оповещателей, использующих различные рабочие напряжения двухпроводных линий связи.

Отводы от линий связи к отдельным оповещателям можно выполнить любым проводом сечением от 0,1 до 0,5 мм².

5. РУПОРНЫЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ. ОЗВУЧИВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ.

Для передачи речевой информации на открытых площадях обычно используют не диффузорные, а рупорные громкоговорители. Их главными достоинствами являются высокое значение звукового давления и узкая направленность. Но это достигается существенным сужением диапазона воспроизводимых частот, которые, и это важно, не сказываются на качестве речевых сообщений. Напомним, что в Своде правил 3.13130.2009 «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» пункте 4.6 определено: «Речевые оповещатели должны воспроизводить нормально слышимые частоты в диапазоне от 200 до 5000 Гц.». Эти частоты воспроизводятся рупорными оповещателями «Глагол - НТ-15» и «Глагол - НТ-25».

Эмпирические получаемые величины уровней звукового давления при замере звука, воспроизводимого рупорным громкоговорителем на открытом пространстве, существенно отличаются от уровней, при замере звука, воспроизводимого диффузорным оповещателем внутри помещений. Поэтому, предложенные в предыдущих пунктах «Методические допущения» и «Расчётные правила», в случае проектирования рупорных громкоговорителей на открытых площадках использовать нельзя.

Однако и в данном разделе для простоты расчётов не обойтись без определённых упрощений. Упрощение 1. Аппроксимируем характеристику направленности распространения звука от рупорного громкоговорителя вытянутым «эллипсоидом». Две оси данного эллипсоида одинаковы, так что правильно называть его «сфероидом». Вершина «сфероида» находится в «рабочем центре» излучателя, а максимально удалённая точка – на его звуковой оси. Поверхность «сфероида» будет представлять собой точки сосредоточения минимального уровня равного звукового давления. Соответственно в точках внутри «сфероида» уровень звукового давления будет выше.

Для рупорных оповещателей типа «Глагол – ТН-15» и «Глагол – ТН-25» в вертикальной и горизонтальной плоскостях проекциями сфероида будут эллипсы с эксцентриситетом 2:3. (Эксцентриситетом эллипса называют отношение его двух наибольших диаметров – меридианов).

Упрощение 2. Звуковое давление по границе эллипса, будет одинаковым и равным звуковому давлению в удалённой точке. Из геометрии известно, что любая плоскость (срез) пересекает поверхность эллипсоида по эллипсу. «Наземная проекция» (горизонтальный срез сфероида) представляет собой эллипс. Акустический уровень на границе эллипса будет одинаковым. Внутри площади надземного эллипса уровни будут больше.

На рисунке 29 приведены две проекции:

- вертикальная проекция диаграммы направленности (вертикальный срез сфероида) представлен как эллипс и
- горизонтальная проекция диаграммы направленности, где представлен уменьшенный эллипс «звуковое пятно» – проекция сфероида на «плоскости озвучивания».

Пространство, непосредственно прилегающее к месту установки рупорного громкоговорителя (это может быть стена или столб) на рисунке обозначенное как «Ближняя зона» – не рассматриваем. Если оповещатель установлен на стену – то отраженное от неё и от поверхности земли излучение повысит уровень звука в «ближней зоне», приблизив его к значению в расчётной точке. В случае установки оповещателя на столб – отражённое излучение будет только от поверхности земли и уровень звука непосредственно под оповещателем будет ниже расчётного. Но главная задача при установке рупорного оповещателя – это возможность передать информацию на как можно дальше расстояние.

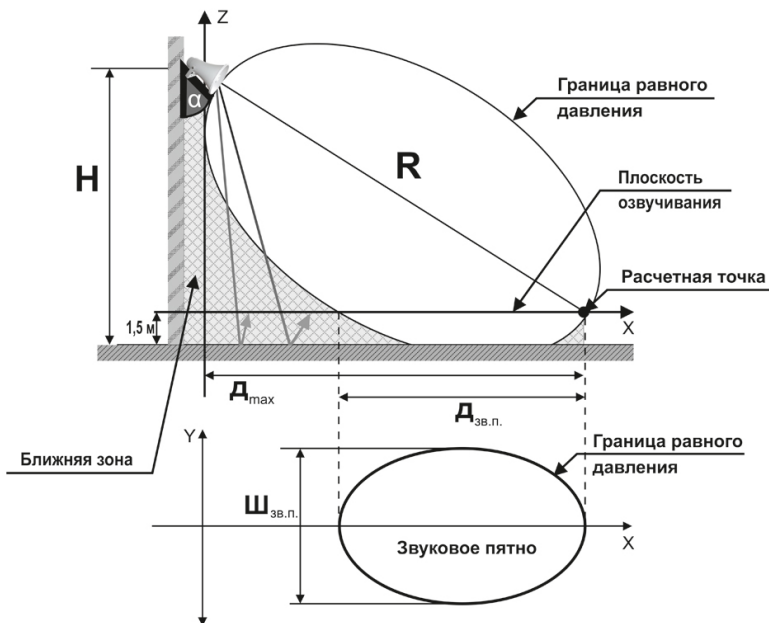


Рис.30. Вертикальная и горизонтальная проекция диаграммы направленности распространения излучения от рупорного оповещателя.

Сосредоточим своё внимание на расчёте наибольшего расстояния от оповещателя до «расчётной точки» – места, где уровень звука сообщения должен превышать уровень звука постоянного шума на 15 дБА.

В отличие от расчёта в закрытом помещении, где высота подвеса нормативно определена как 2,3 метра от пола, высота подвеса на открытой площадке нормативно не определена. В реальности оповещатель может быть установлен в удобном для инсталлятора месте на произвольной высоте. Или его специально устанавливают высоко, для увеличения пространства оповещения. Поэтому при расчёте параметров рупорного оповещателя и для расстановки нескольких оповещателей необходимо знать следующие величины:

- уровень шума оповещаемой территории,
- высота подвеса рупорного оповещателя и
- ширину «звукового пятна».

Как правило, значения этих величин на стадии проекта неизвестны. Для того чтобы существенно упростить работу проектировщиков СОУЭ, которые используют рупорные оповещатели «Глагол», предлагается настоящая упрощённая методика электроакустического расчёта для рупорных громкоговорителей марки «Глагол».

Атмосферное давление, температура и влажность – все эти характеристики среды влияют на распространение звуковых колебаний. Осадки в виде снега и дождя, направление и сила ветра – прямо влияют на распространение и затухание звука в воздухе.

Надо ли проектировщику систем оповещения учитывать эти параметры при расчёте мощности и расстановке рупорных оповещателей на открытых пространствах? Или возможно определить некоторые «базовые» параметры, которые бы включали в себя всё разнообразие исходных данных, определяющих воздушную среду, а соответственно и распространение звука в ней.

На наш взгляд это возможно при соблюдении главного принципа: **расчёт должен производиться для наиболее сложных условий**, чтобы любые изменения приводили к «улучшению» параметров для распространения звука и, как следствие, увеличению дальности трансляции сообщений.

Из базовых принципов акустики известно, что затухание звуковых колебаний в атмосферном воздухе сильно зависит от частоты, температуры и относительной влажности, но слабо зависит от атмосферного давления.

Поэтому для наших расчётов выбираем нормальное атмосферное давление 760 мм РТ.ст.

Определяем исследуемую полосу частот. Опираясь на СП, где полоса частот определена как 200-5000 Гц, и учитывая нелинейный характер частотной шкалы- выбираем базовую частоту для нашего электроакустического расчёта = 1000 Гц.

Температуру и влажность, будем учитывать в соответствии с Международным стандартом ГОСТ 31295.2-2005 «Затухание звука при распространении на местности. Часть 2.Общий метод расчёта.» Согласно табл. 2 «Коэффициент затухания звука в атмосфере» определяем, что затухание звука в атмосфере при увеличении температуры увеличивается.

Температура, °С	Относительная влажность, %	Коэффициент затухания звука в атмосфере на частоте 1000 Гц
10	70	3,7
20	70	5,0
30	70	7,4

Поэтому выбираем базовую температуру воздуха как 30 град по Цельсию.

Там же видим, что затухание звука в атмосфере при увеличении относительной влажности уменьшается.

Температура, °С	Относительная влажность, %	Коэффициент затухания звука в атмосфере на частоте 1000 Гц
15	20	8,2
15	50	4,2
15	80	4,1

Повышенная влажность воздуха «улучшает» распространение звуковых волн, поэтому выбираем нормальную влажность 50%.

С учетом вышесказанного был произведен расчет реальных значений звукового давления на разных расстояниях от оповещателя. Расчет производился по линии звуковой оси. Данные расчета сведены в таблицу 8.

Согласно так называемому «закону о тишине», в городе Москве запрещается использование: пиротехники, звуков автомобильной сигнализации, производство строительных и ремонтных работ, а также любые другие действия, нарушающие тишину с 23:00 до 7:00.

В остальное время максимально допустимый уровень шума на «придомовой» территории не должен превышать 70 децибел(дБА) в дневное время и 60 децибел (дБА) в вечернее.

Согласно этим нормам принимаем максимальный уровень шума - как 70 дБА. Тогда значение уровня звука, превышающее уровень звука постоянного шума должно быть: $70+15=85$ дБА.

Однако, необходимо отметить, что такое значение уровня шума характерно для отдельных районов города. При проектировании конкретной СОУЭ, всё же необходимо уточнить уровень шума на прилегающей к оповещателю территории.

Таблица 8. «Ослабление звукового давление рупорных оповещателей «Глагол – ТН-15» и «Глагол – ТН-25» на различном расстоянии от оповещателя, дБА с учетом затухания при нормальном атмосферном давлении, влажности 50% и температуре 30 °С».

Расстояние, м	ТН-15	ТН-25	Расстояние, м	ТН-15	ТН-25
1	110,0	112,0	31	80,0	82,0
2	104,0	106,0	32	79,7	81,7
3	100,5	102,5	33	79,4	81,4
4	98,0	100,0	34	79,1	81,1
5	96,0	98,0	35	78,8	80,8
6	94,4	96,4	36	78,6	80,6
7	93,0	95,0	37	78,3	80,3
8	91,8	93,8	38	78,1	80,1
9	90,8	92,8	39	77,9	79,9
10	89,9	91,9	40	77,7	79,7
11	89,1	91,1	42	77,2	79,5
12	88,3	90,3	44	76,8	78,8
13	87,6	89,6	46	76,4	78,4
14	87,0	89,0	48	76,0	78,0
15	86,4	88,4	50	75,6	77,6
16	85,8	87,8	52	75,3	77,3
17	85,3	87,3	54	75,0	77,0
18	84,8	86,8	56	74,6	76,6
19	84,3	86,3	58	74,3	76,3
20	83,9	85,9	60	74,0	76,0
21	83,4	85,4	63	73,5	75,5
22	83,0	85,0	66	73,1	75,1
23	82,6	84,6	70	72,6	74,6
24	82,2	84,2	73	72,2	74,2
25	81,8	83,8	76	71,8	73,8
26	81,5	83,5	80	71,3	73,3
27	81,2	83,2	85	70,8	72,8
28	80,9	82,9	90	70,2	72,2
29	80,6	82,6	95	69,7	71,7
30	80,3	82,3	100	69,3	71,3

Приняв, как базовое значение уровень шума в 70 дБ, по таблице 9 легко определить, что максимальным расстоянием от горловины оповещателя до контрольной точки будет: для ТН-15 – 17 метров, для ТН-25 – 22 метра.

Зная высоту подвеса оповещателя (за минусом расстояния от поверхности до плоскости озвучивания – 1,5 м) легко можно определить D_{\max} – максимальное расстояние от оповещателя до контрольной точки:

$$D_{\max} = \sqrt{R^2 - (H_{\text{подвеса}} - 1,5\text{м})^2}$$

Для того, чтобы рассчитать количество оповещателей необходимо определять не только расстояние до расчётной точки по горизонтали (значение D_{\max}) но и ширину «звукового пятна» на рисунке 28 обозначена буквой «Ш зв.п.».

Практически угол подвеса будет находиться в пределах от 60 до 90 градусов. Для этих значений углов примем «**расчётное правило**»:

Все эллипсы – сечения сфероида плоскостями озвучивания (независимо от высоты подвеса оповещателя) подобны друг другу и имеют эксцентриситет, совпадающий по значению с эксцентриситетом сфероида, т.е 2 к 3-м (2/3).

Ширина «звукового пятна» (Ш зв. п. на рис. 28) как один диаметр эллипса соотносится к длине звукового пятна как другому диаметру ($D_{\text{зв.п.}}$) на значение эксцентриситета, т.к 2 к 3-м. Тогда:

$$\text{Ш зв. п.} = 2/3 D_{\text{зв. п.}}$$

Соотношение двух величин D_{\max} и $D_{\text{зв.п.}}$ зависит от угла наклона оповещателя. Здесь необходимо ввести ещё одно «**расчётное правило**»:

Размеры D_{\max} и $D_{\text{зв. п.}}$ соотносятся нелинейно и равны отношению равному значению синуса угла Альфа – вершине треугольника вертикальной проекции.

$$D_{\text{зв.п.}} / D_{\max} = \sin \alpha$$

Тогда

$$D_{\text{зв.п.}} = D_{\max} \times \sin \alpha$$

Или

$$\text{Ш}_{\text{зв.п.}} = \frac{2}{3} \times D_{\max} \times \frac{D_{\max}}{R} = \frac{2}{3} \times \frac{D_{\max}^2}{R}$$

$$\text{Ш}_{\text{зв.п.}} = \frac{2}{3} \times \frac{R^2 - (H_{\text{подвеса}} - 1,5\text{м})^2}{R}$$

Все величины в данной формуле могут быть известны (H – высота подвеса) или определены (R – по таблице 8).

Два размера Ширина звукового пятна и Длина максимального расстояния до контрольной точки позволяют спроектировать озвучивание больших территорий, в том числе сложной формы, несколькими оповещателями, учитывая площади озвучивания («звуковые пятна») от каждого из них.

Нельзя не напомнить о необходимости создания зон наложения «звуковых пятен» при покрытии территории (для исключения «теневых зон»).

При линейном (по типу «коридор») расположении рупорных громкоговорителей (например, вдоль улицы) необходимо принять во внимание эффект «эхо». Если промежутки между восприятием основного и отражённого (или сигналами от ближнего и удалённого оповещателя) более 100 мс, они значительно ухудшают разборчивость сообщения. При скорости звука равной 340м/сек, определим расстояние между соседними оповещателями, между которыми

может возникнуть эхо, как более 34 метров. Однако если дистанция между оповещателями более 40 метров – разница в ослабление «соседних» сигналов может достигать более 30 дБ. И не будет восприниматься ухом как «мешающее» эхо. Наибольший эффект эха дают звуковые волны, отражённые от стен противоположных зданий. Нужно стараться так расположить оповещатели, чтобы отражение звука от противоположных зданий было по «касательной» к звуковой оси.

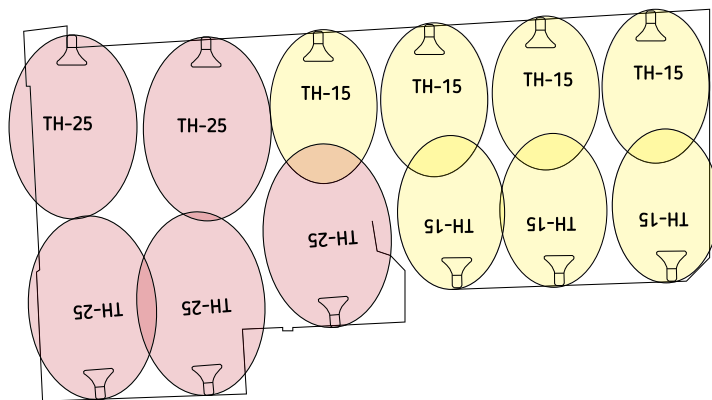
Выбор количества и мощности громкоговорителей, применительно к конкретному объекту рекомендуется выполнять, используя следующие шаги:

1. В соответствии с техническим заданием, на плане графически выделить зону (отдельные зоны) территории подлежащую озвучиванию требуемым уровнем звукового давления.
2. Создать графический шаблон зоны покрытия одним громкоговорителем – эллипс с эксцентриситетом $2/3$. Для вычисления размеров эллипса необходимо воспользоваться данными табл.11. По известному требуемому минимальному уровню звукового давления, для оповещателей ТН-15 и ТН-25 найти соответствующее расстояние до расчетной точки, т.е. длину большей оси эллипса. Меньшая ось эллипса получится автоматически, с учетом соотношения $2/3$.
3. Данный шаблон(ы) необходимо размножить и распределить по выделенной в п.1 зоне озвучивания. При этом возможно вращение зоны оповещения, относительно точки крепления оповещателя. Зоны, формируемые отдельными оповещателями, должны частично перекрываться. Необходимо учитывать наличие возможных существующих мест установки громкоговорителей. В случае отсутствия существующих конструкций, необходимо предусмотреть установку дополнительных опор крепления оповещателей.

При распределении шаблонов зон оповещения необходимо в обязательном порядке учитывать, возможное наличие на пути распространения звуковой волны, зданий, сооружений, конструкций и предметов, создающих теневые зоны.

Выбрав количество рупорных оповещателей, можно вычислить суммарную их мощность и подобрать для них усилитель. Однако суммарная мощность должна складываться из значений потребляемой электрической мощности оповещателя, указанным в таблице 6 на стр. 57.

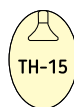
Пример равномерного озвучивания всей площади территории рупорными громкоговорителями различной мощности



Условные графические обозначения

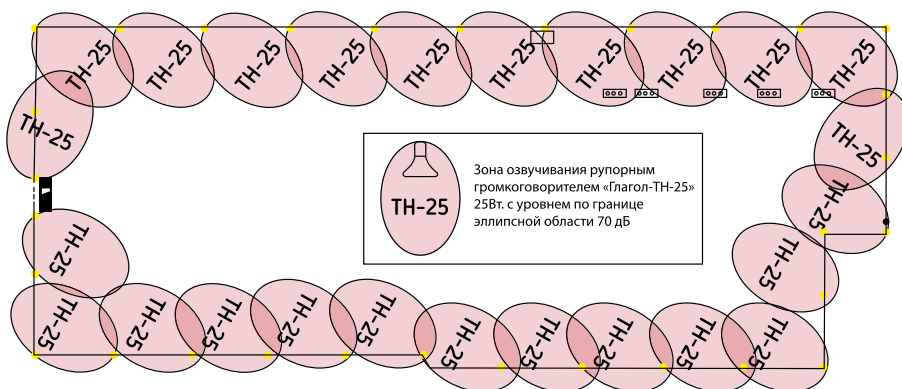


Зона озвучивания рупорным громкоговорителем «Глагол-ТН-25» 25Вт. с уровнем по границе эллиптической области 70 дБ



Зона озвучивания рупорным громкоговорителем «Глагол-ТН-15» 15Вт. с уровнем по границе эллиптической области 70 дБ

Пример озвучивания периметра открытой территории тревожным речевым оповещением с использованием рупорных громкоговорителей



6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная методика, при всём её объёме, конечно же, не может дать исчерпывающего ответа на все вопросы, которые могут возникнуть у проектировщиков в процессе создания СОУЭ. Во многом это определено безграничным разнообразием архитектурных и строительных решений помещений и зданий, в которых необходимо разворачивать системы оповещения, а также их различным производственным назначением. И в «нестандартных» случаях, проектировщику придётся проявлять общую инженерную подготовку, или обращаться к специалистам.

Однако, методика отвечает на ряд часто встречающихся и традиционных вопросов по размещению оповещателей в помещениях различных типов и общему расчёту СОУЭ на базе оборудования марки «Тромбон» и оповещателей марки «Глагол» на стадии предварительных расчётов.

Основные принципы методики для помещений можно использовать при расчёте более сложных залов. Для этого необходимо «разбить» их на более мелкие, простые части, каждая из которых могла бы быть рассчитана, как отдельное помещение, и использовать для расчёта ту последовательность, которую предлагает данная методика.

При рассмотрении озвучивания территорий рупорными громкоговорителями так же маловероятен проект озвучивания «чистого поля», где нет помех и переотражений звуковых колебаний, где сфероид диаграммы направленности не искажён. Ландшафт зданий городских застроек и расположение сооружений на промышленных предприятиях, где необходимо разворачивать СОУЭ, – непредсказуем. Поэтому в случае, когда методика не может ответить полностью на вопросы расположения оповещателей, необходимо обращаться к специалистам – акустикам для создания точного акустического проекта.

Общее руководство Овчинникова В.М.
В новом издании принимали участие
Репкин Д.Ю.,
Кирьяков А.Б., Смирнов П.Б.

ООО «СОУЭ «Тромбон»
Адрес: 390000 Рязань, ул. Высоковольтная д.40А., лит. «Б».
Тел. Рязань + 7 (800) 707-65-06
E-mail: info@trombon.org
www.trombon.org

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ
МЧС РОССИИ» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель начальника института
по научной работе



А.В. Матюшин
" 22 " августа 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

на «Методику электроакустического расчета для оповещателей марки
«ГЛАГОЛ», разработанную ООО «СОУЭ «Тромбон»

Москва 2016

Разработанная методика позволяет определить места установки оповещателей «Глагол» в каждом помещении объекта, вид их крепления, тип оповещателя, обеспечивающий необходимое превышение уровня звукового давления сообщения над уровнем допустимого шума в «расчётных точках» помещения на определенной высоте, а также мощность трансляционных усилителей.

Основные принципы методики можно использовать при расчёте более сложных помещений, разбивая их на более простые части, каждую из которых можно рассчитать, как отдельное помещение, применяя ту последовательность шагов, которую предлагает данная методика.

Для того чтобы проверить правильность расчетов после монтажа речевого сегмента СОУЭ необходимо проведение приемочных испытаний и измерений. На наш взгляд полезной была бы ссылка на действующий нормативный документ в этой области.

Для проектных организаций, занимающихся проектированием и монтажом СОУЭ, представленная методика дает простой расчетный инструмент, но упрощение этих расчетов достигается за счет принятия определенных допущений и, следовательно, дает лишь приближенный расчет СОУЭ. Таким образом, данная методика может рассматриваться только, как частный случай построения СОУЭ на базе производимого организацией-разработчиком оборудования и может быть использована лишь на стадии предварительных расчетов.

Начальник отдела 3.4

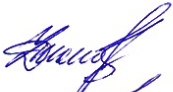
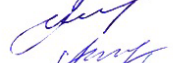

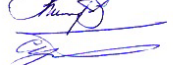


Начальник отдела 1.2

Начальник сектора 3.4.4

Ст. научный сотрудник сектора 3.4.4

Ст. научный сотрудник сектора 3.4.4

Ст. научный сотрудник сектора 3.4.4

	Д.В. Ушаков
	М.М. Шлепнев
	В.В. Алешин
	С.А. Судоплатов
	А.М. Петров
	Г.П. Сурина



ТРОМБОН



ГЛАГОЛ

127018, г. Москва,
Бизнес-парк «Станколит»,
ул. Складочная, д.1, стр.1, под. 2, эт. 2, оф. 1720
Отдел продаж: +7 (495) 787-75-67
Сервисный центр: +7 (800) 707-53-96

Производство:
390029, г. Рязань,
ул. Высоковольтная, д. 40А, лит. Б
Тел.: +7 (800) 707-65-06

www.trombon.org

info@trombon.org