ТРОМБОН

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СОУЭ «ТРОМБОН»

Согласовано :

_____

_____

_____

«___» _____20_____г.

Утверждаю :

ООО «СОУЭ «Тромбон»

Генеральный директор

_____/В.М. Овчинников

«18» января 2016г.

ПОЖАРНОЕ ОПОВЕЩЕНИЕ

МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ДЛЯ ОПОВЕЩАТЕЛЕЙ МАРКИ «ГЛАГОЛ»

Рязань 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения..... ….3
1.1. Звенья систем оповещения и необходимость методики 3
1.2. Требования нормативных документов..... 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.…..... 9
2.1. Исходные данные для расчета. 9
2.2. Методика расчета для помещения типа "Комната". 11
2.2.1.Озвучивание "Комнаты" одним настенным оповещателем "Глагол - НХ"……..... 11
2.2.2.Озвучивание "Комнаты" одним потолочным оповещателем "Глагол - П"……. 13
2.3. Методика расчета для помещения типа "Зал". 15
2.3.1.Озвучивание "Зала" формы "Квадрат"настенными оповещателями "Глагол - НХ"……..... 16
2.3.2.Озвучивание "Зала" формы "Прямоугольник" настенными оповещателями "Глагол - НХ"……. 23
2.3.3.Озвучивание "Зала" потолочными оповещателями "Глагол - П".... 27
2.4. Методика расчета для помещения типа "Коридор". 29
2.4.1.Озвучивание "Коридора" настенными оповещателями "Глагол - НХ"……..29
2.4.2.Озвучивание "Коридора" потолочными оповещателями "Глагол - П"…….31
3. Согласование акустических и электрических параметров СОУЭ ... 34
3.1. Потери в оповещателях 34
3.2. Мощность в зоне пожарного оповещения 34
4. Потери мощности в линиях связи 35
5. Рупорные громкоговорители. Озвучивание территорий……36
6. Заключение……. 41

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 ото 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 были бы выше уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Согласовать акустические величины с электрическими параметрами усилителей. 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», предлагается настоящая упрощённая методика электроакустического расчёта.

Методика – это определённая последовательность шагов (действий и вычислений), которые позволяют при имеющихся исходных данных, рассчитать нормативные акустические параметры СОУЭ и согласовать их с техническими средствами 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 0.5, 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».**

1.2. Требования нормативных документов.

Основные требования к СОУЭ изложены в Своде правил 3.13130.2009 «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре».

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 спальных помещениях 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 все речевых оповещателей марки «Глагол» на расстоянии 3м. уровень звука более 75 дБА, следовательно, необходимо обеспечить требование, изложенное в п.4.2.

С 1 января 2014 года вступил в силу переработанный и дополненный ГОСТ Р 53325-2012 (вместо ГОСТ Р 53325-2009). Основными критериями изменений, конечно, было повышение надёжности систем пожарной автоматики вцелом. Закрепление в стандарте - как государственном нормативном документе - более жёстких параметров определяющих контроль работоспособности системы. Задача очевидна - неработающая система не спасёт жизни людей от пожара. Среди изменений есть и те, которые непосредственно касаются оконечных приборов СОУЭ - пожарных оповещателей. Особенно серьёзно ужесточились требования к их конструкции.

Приведём пункт 6.2.5.3.в новой редакции ГОСТ Р 53325-2012: "Пожарные оповещатели, работающие по проводным линиям связи и питания, должны подключаться к сети электропитания и (или) к линиям оповещения с помощью пайки или с использованием клемм. Клеммы (место для пайки) должны располагаться в месте, недоступном после монтажа оповещателя. **Каждая клемма должна либо позволять подключать два проводника без их скрутки, либо быть продублирована, чтобы обеспечить соединение входных и выходных проводов линии связи не путём прямого контакта между проводниками, а через клеммы оповещателя, с целью возможности регистрации ППУ неисправности при отключении оповещателя."**

В 2013 году был переработан коммутационный узел оповещателя охранно-пожарного типа "ГЛАГОЛ". С 2014 года постепенно будут вводиться в эксплуатацию оповещатели с изменённой конструкцией. В новом корпусе оповещателя будет применена специальная коммутационная плата с разъёмами "под винт". Она позволит полностью обеспечить выполнение требований нового ГОСТ Р при монтаже СОУЭ. Теперь инсталлятору не надо будет беспокоиться о работоспособности системы, когда инспектор будет "отрывать" от длинной линии связи один оповещатель - когда процентное изменение суммарного сопротивления линии менялось лишь на несколько процентов. Теперь даже при отрыве одного оповещателя - будет разрываться вся линия - что должно будет сразу зафиксировано ППУ.

1.3. Принятые «Методические допущения».

Акустический расчет помещений 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** делятся только на **три типа**:

- «**Комната»** (площадь до 40 кв.м., длина не превышает 1.75 ширины),
- **«Коридор»** (длина превышает ширину в 2 и более раз),
- **«Зал»** (площадь более 40 кв.м.).

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

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

Допущение 2. Диффузорный громкоговоритель «Глагол» излучает «сферическую» волну, в центре которой находится источник колебаний, а звуковые лучи совпадают с радиусами сферы под определённым телесным углом. Звуковое давление в любом направлении от громкоговорителя будет одинаковым.

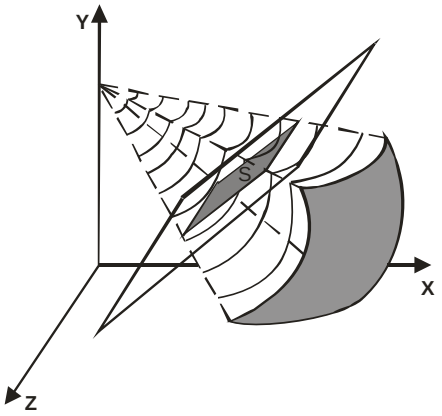


Рис.1. Сферическая волна, излучаемая источником звука с определенным телесным углом.

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 (R) от источника колебаний располагается **«расчётная точка»** - точка в которой необходимо будет знать уровень звукового давления, производимого данным источником колебаний.

1.4. Особенности оповещателей «Глагол».

Электроакустический расчёт СОУЭ «Тромбон» невозможен без учёта технических характеристик оповещателей. В этих системах используются конкретные оповещатели типа «Глагол» имеющие различные варианты исполнения корпуса и типа крепления.

Крепление громкоговорителя в корпусе потолочного оповещателя предусмотрено так, что рабочая ось громкоговорителя располагается строго вертикально.

Ниже приведена таблица различных значений уровня звука, распространяемого разными оповещателями «Глагол». Измерения проводились по акустической оси на расстоянии 1м. от выходного отверстия оповещателя

Таблица 1. Звуковое давление оповещателей «Глагол». (Измерено на расстоянии 1м от оповещателя, при подаче на него номинального напряжения 30В или 120В с частотой 1 КГц).

Звуковое давление оповещателей "Глагол" на расстоянии 1м, 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**	**ЗП-20**
93,0	94,0	97,0	94,0	98,0	105,0	98,0	99,0	88,0	91,0	92,0	93,0	103,0
П-1	**П-3**	**П-5**	**П-10**	**ПП-3**	**ПП-5**	**ПН-3**	**ПН-5**	**ПШ-5**	**ПШ-10**	**ТН-15**	**ТН-25**	
90,0	95,5	98,0	106,0	89,0	93,0	94,0	98,0	98,0	105,0	110,0	112,0	

Необходимо отметить, что излучаемая звуковая мощность не равна потребляемой электрической мощности. Потери происходят и в звуковом 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).

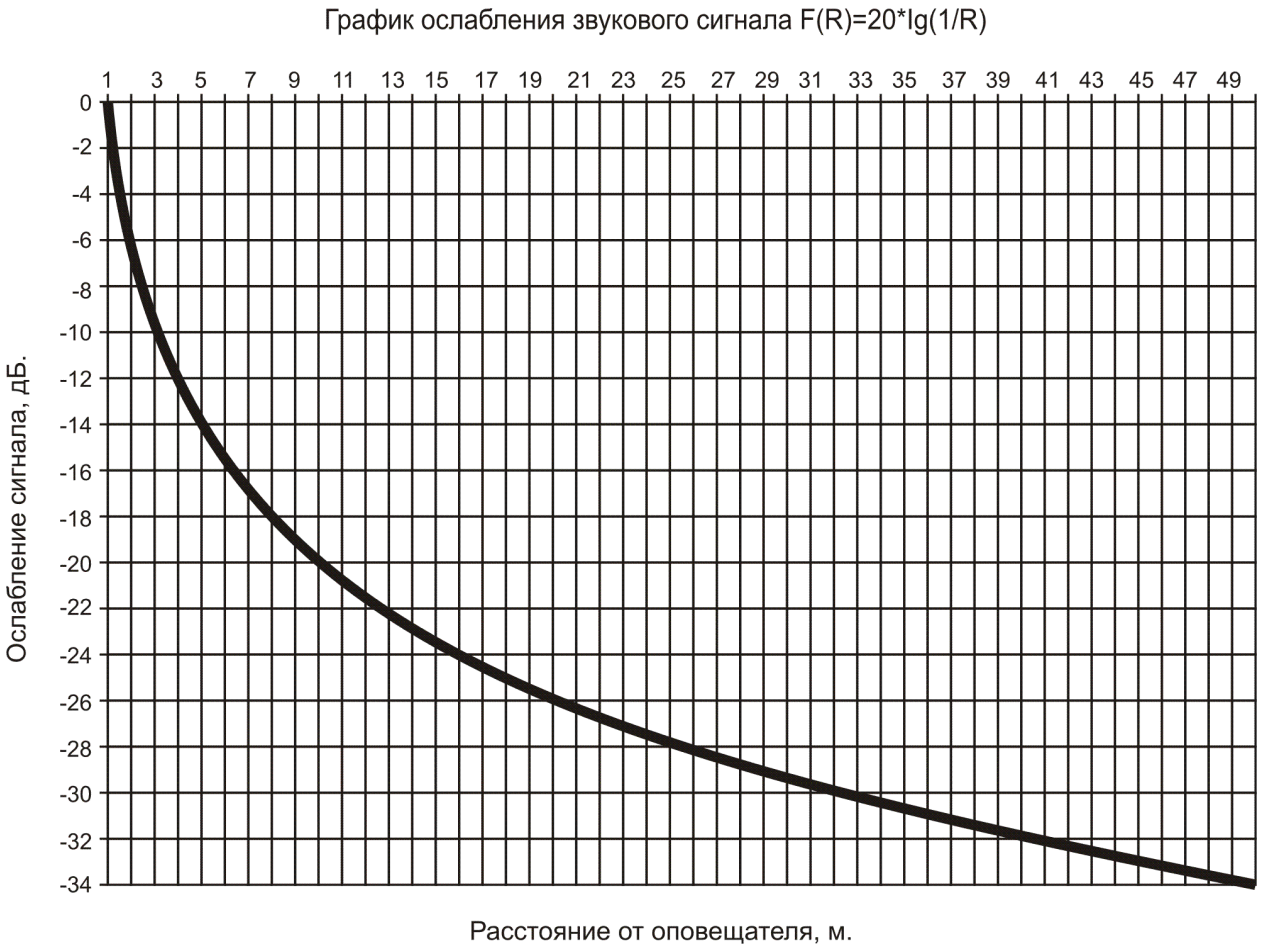


Рис. 2. График ослабления звукового давления в зависимости то расстояния до источника звука F (R) =20 Log (1/R).

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 различном расстоянии от оповещателя.

Расстояние, м	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**	**ЗП-20**
1	93,0	94,0	97,0	94,0	98,0	105,0	98,0	99,0	88,0	91,0	92,0	93,0	103,0
2	87,0	88,0	91,0	88,0	92,0	99,0	92,0	93,0	82,0	85,0	86,0	87,0	97,0
3	83,5	84,5	87,5	84,5	88,5	95,5	88,5	89,5	78,5	81,5	82,5	83,5	93,5
4	81,0	82,0	85,0	82,0	86,0	93,0	86,0	87,0	76,0	79,0	80,0	81,0	91,0
5	79,0	80,0	83,0	80,0	84,0	91,0	84,0	85,0	74,0	77,0	78,0	79,0	89,0
6	77,4	78,4	81,4	78,4	82,4	89,4	82,4	83,4	72,4	75,4	76,4	77,4	87,4
7	76,1	77,1	80,1	77,1	81,1	88,1	81,1	82,1	71,1	74,1	75,1	76,1	86,1
8	74,9	75,9	78,9	75,9	79,9	86,9	79,9	80,9	69,9	72,9	73,9	74,9	84,9
9	73,9	74,9	77,9	74,9	78,9	85,9	78,9	79,9	68,9	71,9	72,9	73,9	83,9
10	73,0	74,0	77,0	74,0	78,0	85,0	78,0	79,0	68,0	71,0	72,0	73,0	83,0
11	72,2	73,2	76,2	73,2	77,2	84,2	77,2	78,2	67,2	70,2	71,2	72,2	82,2
12	71,4	72,4	75,4	72,4	76,4	83,4	76,4	77,4	66,4	69,4	70,4	71,4	81,4
13	70,7	71,7	74,7	71,7	75,7	82,7	75,7	76,7	65,7	68,7	69,7	70,7	80,7
14	70,1	71,1	74,1	71,1	75,1	82,1	75,1	76,1	65,1	68,1	69,1	70,1	80,1
15	69,5	70,5	73,5	70,5	74,5	81,5	74,5	75,5	64,5	67,5	68,5	69,5	79,5
16	68,9	69,9	72,9	69,9	73,9	80,9	73,9	74,9	63,9	66,9	67,9	68,9	78,9
17	68,4	69,4	72,4	69,4	73,4	80,4	73,4	74,4	63,4	66,4	67,4	68,4	78,4
18	67,9	68,9	71,9	68,9	72,9	79,9	72,9	73,9	62,9	65,9	66,9	67,9	77,9
19	67,4	68,4	71,4	68,4	72,4	79,4	72,4	73,4	62,4	65,4	66,4	67,4	77,4
20	67,0	68,0	71,0	68,0	72,0	79,0	72,0	73,0	62,0	65,0	66,0	67,0	77,0
21	66,6	67,6	70,6	67,6	71,6	78,6	71,6	72,6	61,6	64,6	65,6	66,6	76,6
22	66,2	67,2	70,2	67,2	71,2	78,2	71,2	72,2	61,2	64,2	65,2	66,2	76,2
23	65,8	66,8	69,8	66,8	70,8	77,8	70,8	71,8	60,8	63,8	64,8	65,8	75,8
24	65,4	66,4	69,4	66,4	70,4	77,4	70,4	71,4	60,4	63,4	64,4	65,4	75,4
25	65,0	66,0	69,0	66,0	70,0	77,0	70,0	71,0	60,0	63,0	64,0	65,0	75,0
26	64,7	65,7	68,7	65,7	69,7	76,7	69,7	70,7	59,7	62,7	63,7	64,7	74,7
27	64,4	65,4	68,4	65,4	69,4	76,4	69,4	70,4	59,4	62,4	63,4	64,4	74,4
28	64,1	65,1	68,1	65,1	69,1	76,1	69,1	70,1	59,1	62,1	63,1	64,1	74,1

29	63,8	64,8	67,8	64,8	68,8	75,8	68,8	69,8	58,8	61,8	62,8	63,8	73,8
30	63,5	64,5	67,5	64,5	68,5	75,5	68,5	69,5	58,5	61,5	62,5	63,5	73,5

Расстояние, м	Звуковое давление оповещателей "Глагол" на различном расстоянии от оповещателя, дБ										
	П-1	**П-3**	**П-5**	**П-10**	**ПП-3**	**ПП-5**	**ПН-3**	**ПН-5**	**ПШ-5**	**ПШ-10**	**ЗП-20**
1	90,0	95,5	98,0	106,0	89,0	93,0	94,0	98,0	98,0	105,0	103,0
2	84,0	89,5	92,0	100,0	83,0	87,0	88,0	92,0	92,0	99,0	97,0
3	80,5	86,0	88,5	96,5	79,5	83,5	84,5	88,5	88,5	95,5	93,5
4	78,0	83,5	86,0	94,0	77,0	81,0	82,0	86,0	86,0	93,0	91,0
5	76,0	81,5	84,0	92,0	75,0	79,0	80,0	84,0	84,0	91,0	89,0
6	74,4	79,9	82,4	90,4	73,4	77,4	78,4	82,4	82,4	89,4	87,4
7	73,1	78,6	81,1	89,1	72,1	76,1	77,1	81,1	81,1	88,1	86,1
8	71,9	77,4	79,9	87,9	70,9	74,9	75,9	79,9	79,9	86,9	84,9
9	70,9	76,4	78,9	86,9	69,9	73,9	74,9	78,9	78,9	85,9	83,9
10	70,0	75,5	78,0	86,0	69,0	73,0	74,0	78,0	78,0	85,0	83,0
11	69,2	74,7	77,2	85,2	68,2	72,2	73,2	77,2	77,2	84,2	82,2
12	68,4	73,9	76,4	84,4	67,4	71,4	72,4	76,4	76,4	83,4	81,4
13	67,7	73,2	75,7	83,7	66,7	70,7	71,7	75,7	75,7	82,7	80,7
14	67,1	72,6	75,1	83,1	66,1	70,1	71,1	75,1	75,1	82,1	80,1
15	66,5	72,0	74,5	82,5	65,5	69,5	70,5	74,5	74,5	81,5	79,5
16	65,9	71,4	73,9	81,9	64,9	68,9	69,9	73,9	73,9	80,9	78,9
17	65,4	70,9	73,4	81,4	64,4	68,4	69,4	73,4	73,4	80,4	78,4
18	64,9	70,4	72,9	80,9	63,9	67,9	68,9	72,9	72,9	79,9	77,9
19	64,4	69,9	72,4	80,4	63,4	67,4	68,4	72,4	72,4	79,4	77,4
20	64,0	69,5	72,0	80,0	63,0	67,0	68,0	72,0	72,0	79,0	77,0
21	63,6	69,1	71,6	79,6	62,6	66,6	67,6	71,6	71,6	78,6	76,6
22	63,2	68,7	71,2	79,2	62,2	66,2	67,2	71,2	71,2	78,2	76,2
23	62,8	68,3	70,8	78,8	61,8	65,8	66,8	70,8	70,8	77,8	75,8
24	62,4	67,9	70,4	78,4	61,4	65,4	66,4	70,4	70,4	77,4	75,4
25	62,0	67,5	70,0	78,0	61,0	65,0	66,0	70,0	70,0	77,0	75,0
26	61,7	67,2	69,7	77,7	60,7	64,7	65,7	69,7	69,7	76,7	74,7
27	61,4	66,9	69,4	77,4	60,4	64,4	65,4	69,4	69,4	76,4	74,4
28	61,1	66,6	69,1	77,1	60,1	64,1	65,1	69,1	69,1	76,1	74,1
29	60,8	66,3	68,8	76,8	59,8	63,8	64,8	68,8	68,8	75,8	73,8
30	60,5	66,0	68,5	76,5	59,5	63,5	64,5	68,5	68,5	75,5	73,5

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) 120В 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 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 и электрических параметров СОУЭ.

2.1. Исходные данные для расчёта.

Вне зависимости от выбранного в разных методиках способа электроакустического расчёта, все они основываются на исходных данных, предложенных в техническом задании на проектирование.

2.1.1. В зависимости от длины линии связи можно выбрать различные напряжения в линиях связи системы оповещения : 30 В или 120В.

Если в техническом задании есть указание на использование напряжения 30 В, необходимо производить расчёт на это напряжение. Но более желательно строить СОУЭ на напряжении 120В, т.к. при этом напряжении значительно снижаются потери в линиях связи. Усилители мощности марки «Тромбон – УМ 4-ХХХ» имеют выходы с напряжением 30В и 120В, а оповещатели «Глагол» имеют два входа для подключения к линиям 120 В и 30 В. В каждом оповещателе имеется трансформатор (со своим КПД) для согласования динамической головки с линиями связи. В зависимости от напряжения в линии незначительно меняется характеристики оповещателя (величина звукового давления и потребляемая электрическая мощность) см. Таблицу 1 и Таблицу 5.

Как результат – определение величины электрического напряжения в линиях связи СОУЭ (Таблица 2)

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., где длина не превышает 1.75 ширины,
- **«Коридор»** - длина превышает ширину в 2 и более раз,
- **«Зал»** - площадь более 40 кв.м.

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

В двух **остальных типах помещений** – будут размещаться **несколько** равномерно расположенных **оповещателей**. Отдельно смотри раздел 2.3 и 2..4.

Как результат – определение количества оповещателей в конкретном помещении.

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

Как результат – определение длины прямой, соединяющей точку крепления оповещателя с «расчётной точкой».

2.1.4. 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 больниц, 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:

Н под. – 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.

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.,
- отношение длинна/ширина не превосходят значения 1.75,
- высота потолка может иметь разное значение.

Особенностью данной методики является то, что расчет для одного и тоже 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.

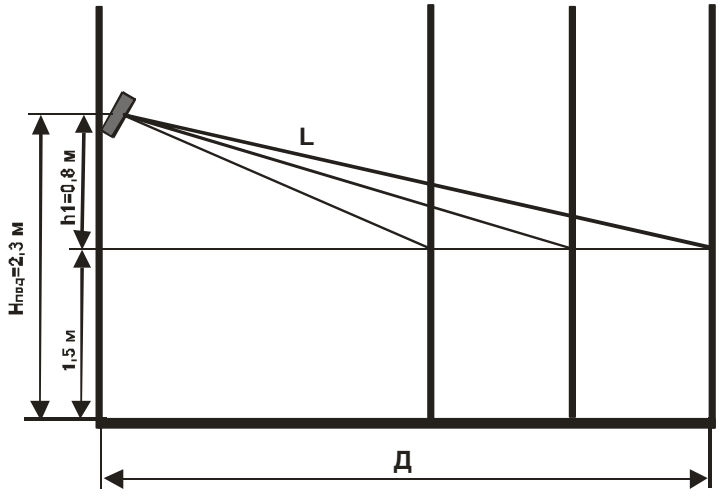


Рис. 3. Вертикальная проекция крепления настенного оповещателя по СП3.13130.2009.

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

$$L = \sqrt{0{,}8^2 + Д^2}$$

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

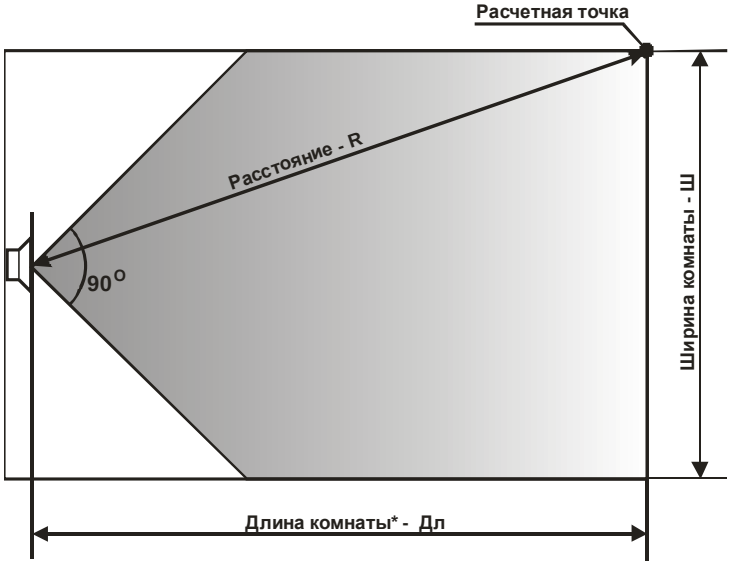


Рис. 4 . Расположение оповещателя по центру «Комнаты».

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

$$R = \sqrt{L^2 + (Ш/2)^2} = \sqrt{0.8^2 + Д^2 + (Ш/2)^2}$$

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.

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

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

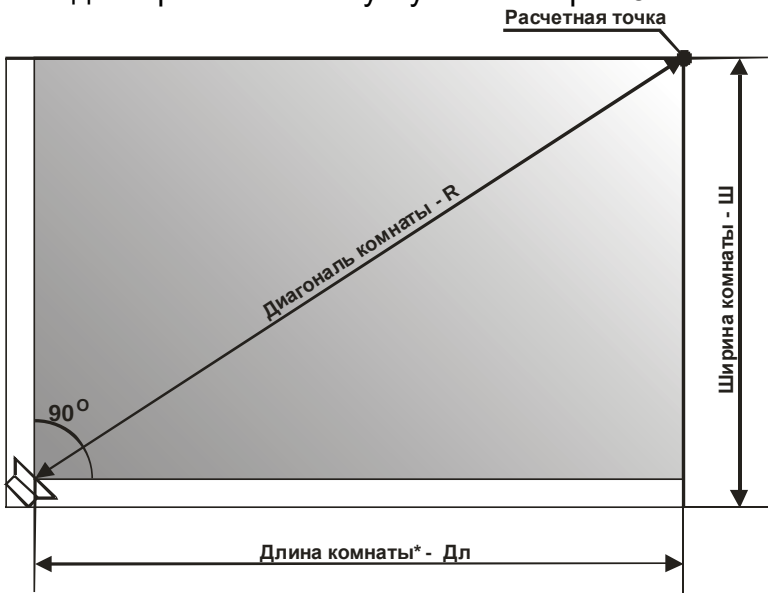


Рис. 5. Размещение оповещателя в углу комнаты (вид с верху) с обозначением прямой, соединяющей оповещатель и «расчётную точку».

В этом случае изменится лишь одно слагаемое

$$R=\sqrt{L^2+\ Ш^2}=\sqrt{0.8^2+Д^2+Ш^2}$$

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.

$$R=\sqrt{L^2+\ Ш^2}=\sqrt{h^2+Д^2+Ш^2}$$

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.

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

При высоких потолках «плоскость озвучивания» вписывается в пространство телесного угла 90 град. распространения звуковой волны. И расчёт расстояния R от оповещателя до «расчётной точки» прост.

$$R=\sqrt{(Н - 1.5м)^2+(Ш/2)^2+(Д/2)^2}$$

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. Это приводит к тому, что при геометрическом построении плоскость озвучивания не «охвачена» телесным углом данного потолочного оповещателя.

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

Если «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.

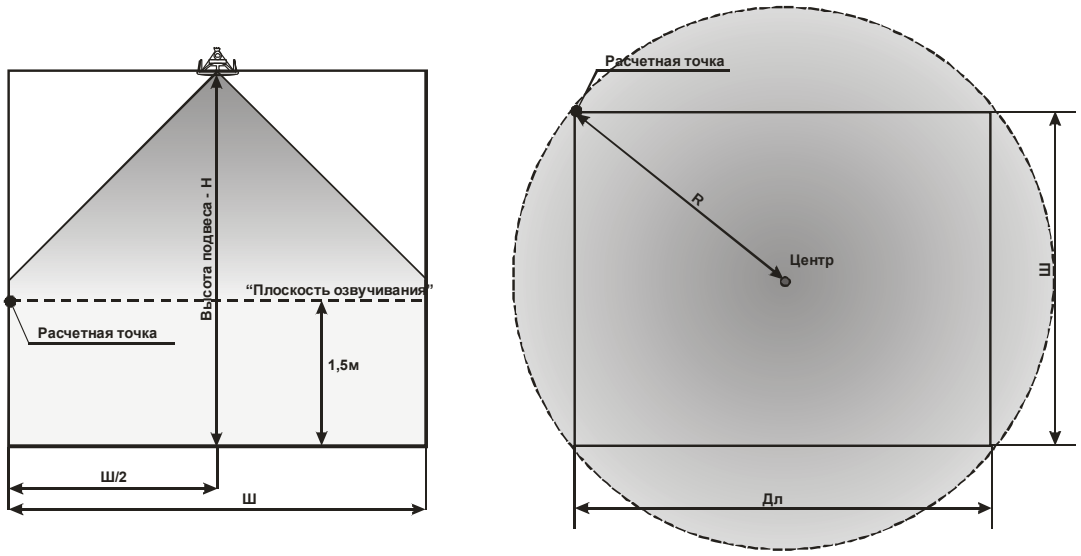


Рис 6. Плоскость озвучивания при высоких потолках, «расчётная точка» выше 1.5 м.

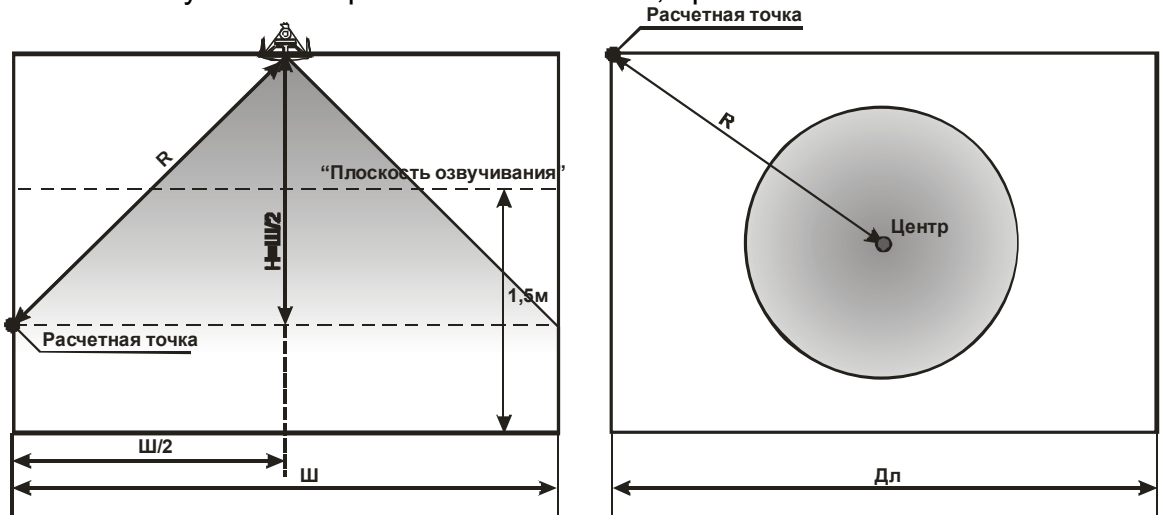


Рис.7. Плоскость озвучивания при низких потолках, где «расчётная точка» ниже уровня 1,5 м.

Но по свойству равнобедренного треугольника

$$R = \sqrt{2(Д/2)^2 + 2(Ш/2)^2}$$

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.

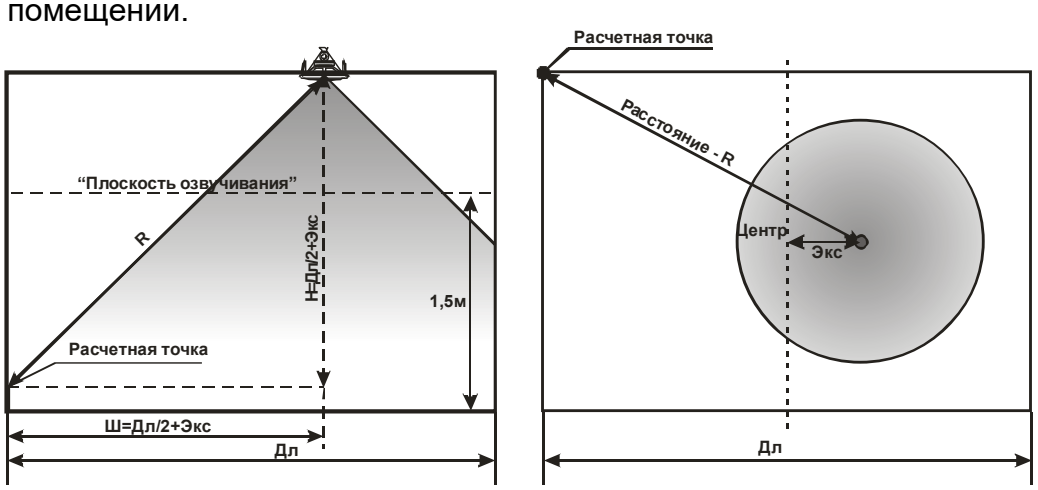


Рис. 8. Расположение потолочного оповещателя со смещением (эксцентриситетом) от геометрического центра «Комнаты».

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:

$$R=\sqrt{Ш^2/2+2(Д/2+Экс)^2}$$

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.

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 нужно использовать для крепления настенных оповещателей.

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

Однако для упрощения расчетов помещения типа «Зал» делятся на две формы:

- «**Квадрат**», в которых отношение длины к ширине меньше 2,
- «**Прямоугольник**», в которых отношение длины к ширине больше 2.

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

Исходя из многочисленных практических измерений и размещений оповещателей в малых, средних и больших помещениях, настоящая Методика предлагает подразделить всё многообразие строительных решений на 4 варианта:

- зал до 100 кв.м.,
- зал до 200 кв.м.,
- зал до 400 кв.м.,
- зал до 900 кв.м..

Вариант 1. «Зал» площадью до 100 кв.м.

В «Залах», не превышающих по площади 100 кв.м. достаточно 2-х оповещателей. Размещать их следует на противоположных стенах друг напротив друга так, как показано на рис 9.

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

$$R=\sqrt{0.8^2+Д^2+(Ш/2)^2}$$

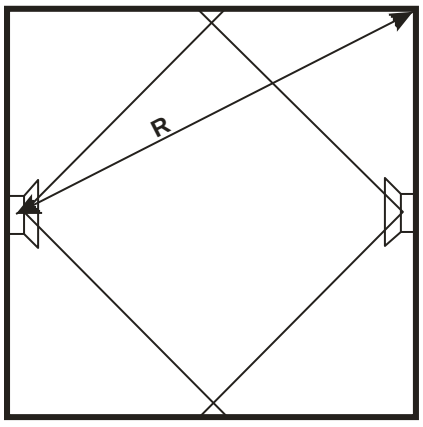


Рис. 9. Размещение оповещателей в «Зале» формы «квадрат» площадью до 100 кв.м.

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.

$$R=\sqrt{h^2+Д^2+(Ш/2)^2}$$

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:

4. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).
5. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.,** которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
6. 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.

Вариант 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 может быть ниже, т.к. «расчётная точка» находится ближе к оповещателю и исчисляется следующим образом.

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

$$R=\sqrt{0.8^2+(Д/2)^2+(Ш/2)^2}$$

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.

$$R=\sqrt{h^2+(Д/2)^2+(Ш/2)^2}$$

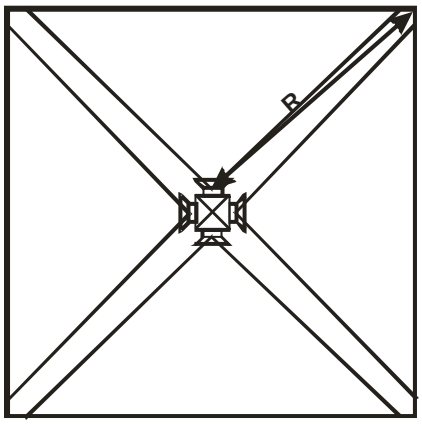


Рис. 10. «Зал» типа «Квадрат» с центральной колонной.

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.

Вариант 2. «Зал» площадью меньше 200 кв.м..

В «Залах», не превышающих по площади 200 кв.м. достаточно 4-х оповещателей. Размещать их следует на противоположных стенах друг напротив друга так, как показано на рис 11.

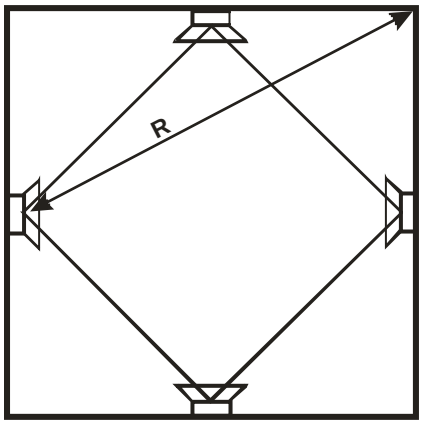


Рис. 11. Размещение оповещателей в «Зале» формы «квадрат» площадью до 200 кв.м.

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

$$R=\sqrt{0.8^2+Д^2+(Ш/2)^2}$$

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.

$$R=\sqrt{h^2+Д^2+(Ш/2)^2}$$

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:

7. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).
8. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.,** которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
9. 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 4. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Вариант с центральной колонной. Если в центре «Зала» типа «Квадрат» площадью до 200 кв.м. находится центральная колонна, то количество оповещателей остается 4 штуки, но уменьшается расстояние R. 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 и исчисляется следующим образом.

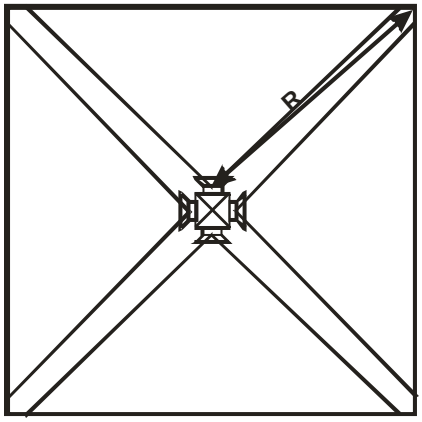


Рис. 12. «Зал» типа «Квадрат» с центральной колонной.

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

$$R=\sqrt{0.8^2+(Д/2)^2+(Ш/2)^2}$$

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.

$$R=\sqrt{h^2+(Д/2)^2+(Ш/2)^2}$$

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:

10. Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах.
11. Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.,** которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
12. 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.

Вариант 3. «Зал» площадью до 400 кв. м.

Многочисленные инсталляции привели к устойчивому убеждению, что в таких помещениях необходимо 8 оповещателей. Размещать их следует по 2 на каждой стене друг напротив друг друга (см. рис. 13).

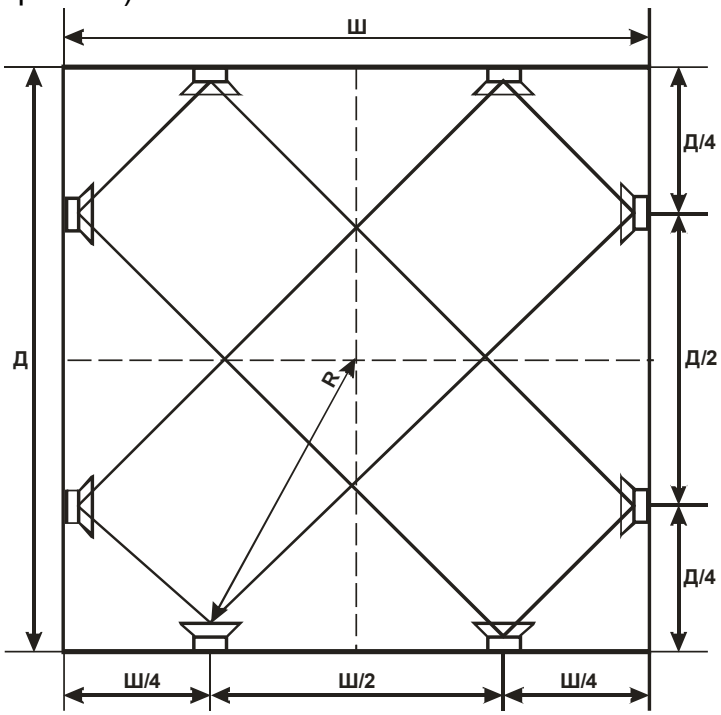


Рис. 13. Размещение оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» площадью до 400 кв.м. и расположение «расчётной точки».

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

«В средних залах (площадью до 400 м.кв.) «расчётная точка» находится в центре Зала».

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

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

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.

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

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 8. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Вариант с центральной колонной. Если в «Зале» формы «Квадрат» площадью до 400 кв.м. есть центральная колонна, то её нужно обязательно учитывать. Необходимо иное размещение оповещателей, так представлено на рис 14.

«Расчётная точка» находится в центре зала и все расчёты аналогичны для случая без колонны.

Вариант 4. «Зал» площадью до 900 кв.м .

В «залах» с такой большой площадью необходимо размещение 12 оповещателей. Размещать их следует по 3 на каждой стене друг напротив друг друга (см. рис. 15).

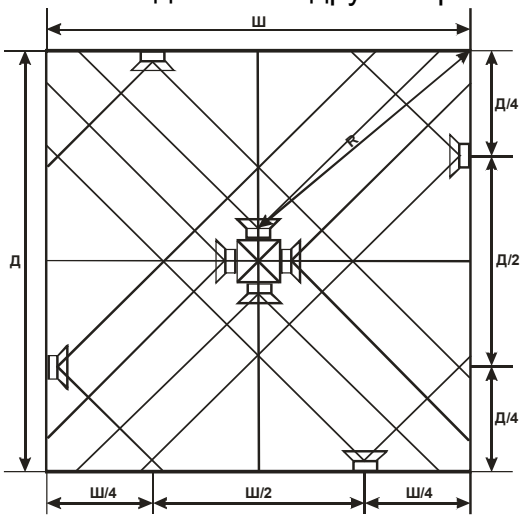


Рис 14. Размещение настенных оповещателей в среднем «Зале» форм «Квадрат» площадью до 400 кв.м. с центральной колонной и расположение «расчётной точки».

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

«В больших залах (площадью до 900 м.кв.) «расчётная точка» находится в центре помещения».

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

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

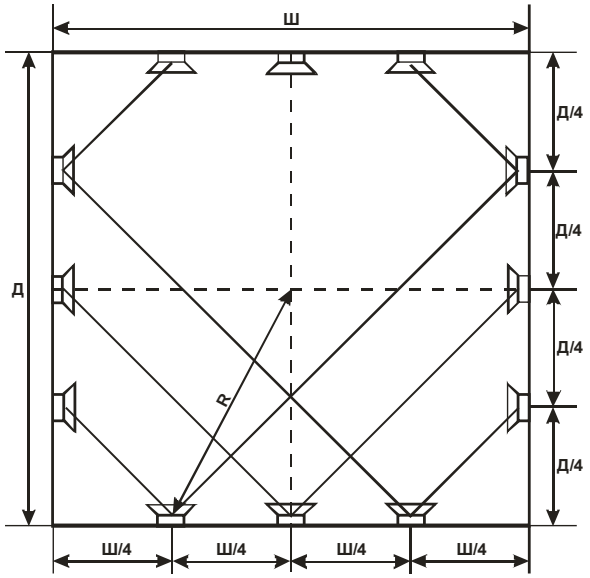


Рис. 15. Размещение оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» площадью до 900 кв.м. и расположение «расчётной точки».

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.

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

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», обращаемся к Таблице 2. Далее по таблице:
Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).

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

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 12. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Вариант с центральной колонной. Если в «Зале» формы «Квадрат» площадью до 900 кв.м. есть центральная колонна, то её нужно учитывать. Общее количество оповещателей остаётся тем же, но размещение их меняется и представлено на рис.16

Расчёт по ним аналогичен расчёту приведённому выше.

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.

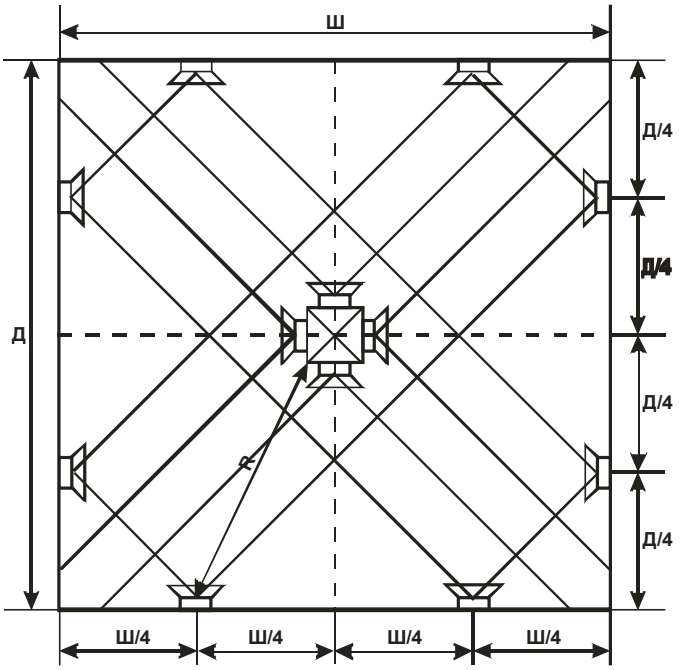


Рис. 16. Размещение оповещателей в «Зале» формы «Квадрат» с центральной площадью до 900 кв.м. и расположение «расчётной точки».

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

Напомним, что в «Зале» формы «Прямоугольник» длина превышает ширину в 2 и более раз. Исходя из допущения, что телесный угол звуковой волны оповещателя «Глагол» равен 90 градусов, выводим следующее **«Расчётное правило»**:

Количество настенных оповещателей (N) в зале формы «Прямоугольник» равно частному (округлённому в большую сторону до целого числа) от деления длины на ширину помещения, умноженному на коэффициент «К».

$$N = (Д/Ш) \times К$$

Где N – количество оповещателей,

Д – длина помещения,

Ш – ширина помещения,

К – коэффициент – коррелирует количество оповещателей и размеры помещения.

К=1 при ширине менее 7 метров,

К=2 при ширине от 7 до 14 метров,

К=4 при ширине от 14 до 20 метров.

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

Вариант 1. **«Зал» - ширина меньше 7 метров.**

В залах где К = 1, количество оповещателей равно частному от деления длины на ширину.

Размещаются они на противоположных стенах, по диагонали друг к другу так, чтобы оси отстояли на расстоянии ширины помещения. А крайние отстоят от торцевых стен на расстоянии равном (или меньшем) половины ширины помещения. Графически размещение представлено ниже.

«Расчётная точка» находится на пересечении линии телесного угла и противоположной стены на расстоянии ширины от оси оповещателя.

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

$$R=\sqrt{0.8^2+2Ш^2}$$

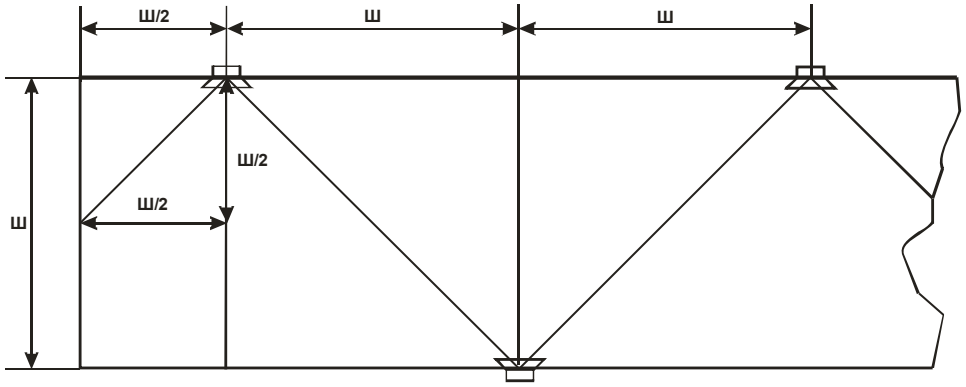


Рис. 17. Размещение оповещателей в помещении типа Малый «Зал» формы «Прямоугольник» и положение «расчётной точки».

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.

$$R=\sqrt{h^2+2Ш^2}$$

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:
Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).
Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.,** которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
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 N. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Вариант 2. **«Зал» шириной от 7 до 14 метров.**
Напомним формулу определения количества оповещателей

N= (Д/Ш) х К

В залах где К = 2, количество оповещателей равно удвоенному частному от деления длины на ширину. Размещаются они на противоположных стенах, друг напротив друга так, чтобы каждый из них «перекрывал» отрезок равный (или меньший) двум ширинам помещения. А крайние отстоят от торцевых стен на расстоянии равном (или меньшем) половины ширины помещения. Графически размещение представлено ниже.

«Расчётная точка» находится на противоположной стене на расстоянии половины ширины от оси оповещателя.
Если оповещатели размещаются на рекомендованной высоте 2, 3 метра от пола, то расстояние от оповещателя до «расчётной точки» рассчитывается по формуле

$$R=\sqrt{0,8^2+5(Ш/2)^2}$$

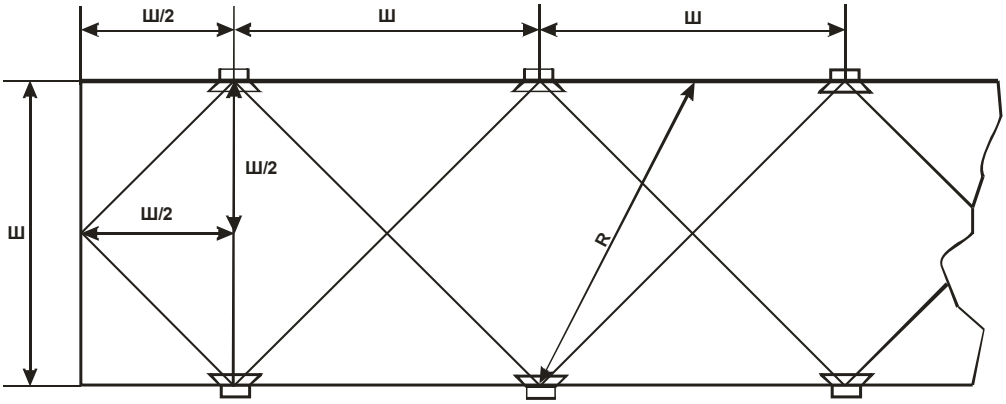


Рис. 18. Размещение оповещателей в помещении типа Малый «Зал» формы «Прямоугольник» и положение «расчётной точки».

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.

$$R=\sqrt{h^2+5(Ш/2)^2}$$

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:
Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).
Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.,** которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
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 N. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Вариант 3. «Зал» шириной от 14 до 20 метров.

Напомним формулу определения количества оповещателей

N= (Д/Ш) х К

В залах, где ширина превышает 14 метров, но менее 20 метров К = 4 и количество оповещателей равно учетверённому округлённому в большую сторону частному от деления длины на ширину.

N = 4 Д/Ш

Размещаются они на противоположных стенах, «встречно» друг к другу, так, чтобы каждый из них «перекрывал» отрезок равный (или меньший) одной ширине помещения. А крайние отстоят от торцевых стен на расстоянии равном (или меньшем) четверти ширины помещения. Графически размещение представлено ниже.

«Расчётная точка» находится на середине линии, соединяющей два оповещателя, расположенных на противоположных стенах на расстоянии половины ширины помещения от оси оповещателя.

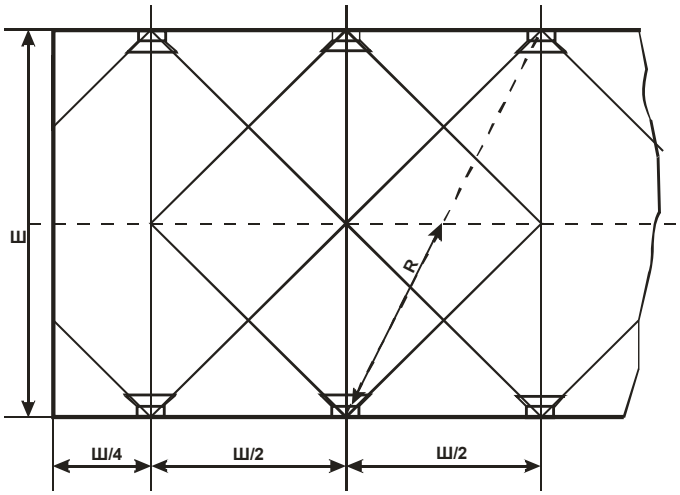


Рис. 19. Размещение настенных оповещателей в «Зале» формы «Прямоугольник» площадью до 900 кв.м. и расположение «расчётной точки».

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

$$R = \sqrt{0{,}8^2 + 5(Ш/4)^2}$$

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.

$$R = \sqrt{h^2 + 5(Ш/4)^2}$$

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:
Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).
Двигаясь вправо по строке находим значение звукового давления равное вычисленному **Р р.т.,** которое должен создавать оповещатель в «расчётной точке».
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 N. 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 помещениях типа «Зал» потолочные оповещатели размещаются достаточно просто, но при расчете есть свои особенности.

При потолочном креплении оповещателей важнейшим параметром расчёта становятся не длина и ширина помещения, а высота потолка, т.е. высота подвеса оповещателя. Количество

оповещателей (N) существенно зависит от высоты (H).

При увеличении высоты потолка, а соответственно и высоты подвеса, увеличивается плоскость озвучивания от одного оповещателя. Однако все измерения мы должны производить на нормированной высоте 1,5 метра. Рассмотрим график на рис. 20.

D1- диаметр плоскости озвучивания на уровне 1,5 м при высоте потолка 4 м.

D2- диаметр плоскости озвучивания на уровне 1,5 м при высоте потолка 4,5 м.

D3- диаметр плоскости озвучивания на уровне 1,5 м при высоте потолка 5 м.

На графике видно, что от высоты 4 м. и выше линии «телесного угла» 90 град. полностью «покрывают» нормативную высоту 1,5 м. И при увеличении высоты подвеса

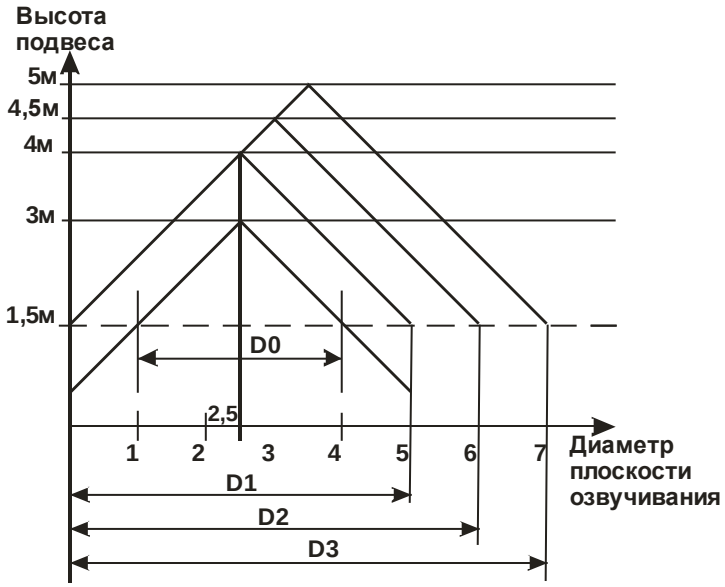


Рис.20. График зависимости диаметра плоскости озвучивания от высоты потолка.
увеличивается и диаметр плоскости озвучивания, а соответственно и площадь, которую может озвучить одним оповещателем.

Но при высоте потолка менее 4-х метров, если придерживаться только геометрических построений, получается, что диаметр плоскости озвучивания уменьшается до размера D0. Что геометрически приводит к необходимости увеличения количества оповещателей при низких потолках.

Но многочисленные измерения уровня звукового давления привели разработчиков данной Методики к следующему выводу. При распространении звуковых колебаний на небольшие расстояния в замкнутых пространствах чисто геометрический подход к расчёту диаметра плоскости озвучивания не верен. В этих случаях существенно увеличивается отражение волн от поверхности пола (ровной и перпендикулярной оси оповещателя). Это приводит к увеличению величины звукового давления на нормативной высоте 1,5 м.

Более того, совпадение численных значений позволили сформулировать следующее **«Расчётное правило»**:

«При высоте подвеса ниже 4-х метров, расчёт производится как для высоты 4 метра».

Такие значения площади озвучивания и расстояния до «расчётной точки» получаются из проектных особенностей озвучивания потолочными оповещателями. Т.к. при их размещении невозможно добиться идеального сопряжения границ площадей озвучивания от соседних

оповещателей. Чтобы избежать возникновения т.н. «мёртвых зон» необходимо следовать **«расчётному правилу»**:

« Площадь озвучивания S необходимо считать как площадь круга с диаметром D, а «расчётная точка» располагается не на окружности с диаметром D, а в углу квадрата, со стороной, равной D.

Таблица 4.

H Высота потолка (м.)	D Диаметр плоскости озвучивания (м.)	S Площадь озвучивания (кв.м.)	R Расстояние до «расчётной точки» (м.)
3	5	20	4,3
4	5	20	4,3
4,5	6	28	5.2
5	7	38	6
5,5	8	50	6,9
6	9	63	7,8

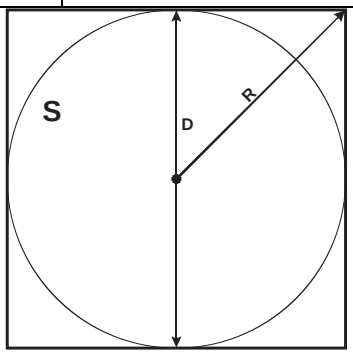


Рис. 21. Площадь озвучивания и расстояние до «расчётной точки» при потолочном креплении оповещателей.

Итак, Методика предлагает следующие шаги расчёта при потолочном креплении оповещателей в помещении типа «Зал»:

Как исходное данное принимается высота потолка, или высота подвеса оповещателя (H),

По Таблице 4 выбирается значение площади озвучивания (S) от одного оповещателя, который будет размещаться на данной высоте,

Количество оповещателей в помещении вычисляется как частное от деления общей площади помещения на площадь озвучивания от одного оповещателя

N = Общая площадь / S

Это значение необходимо округлить до целого числа в большую сторону.

По Таблице 4 выбирается значение расстояния до «расчётной точки» R.

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:

Выбираем в первом столбце строку с цифрой равной или большей значения **R** в метрах (округляя в большую сторону).

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

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.

Выбрав мощность одного оповещателя, умножаем на N. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.
Размещать оповещатели следует так, чтобы равномерно «покрыть» всю площадь помещения.

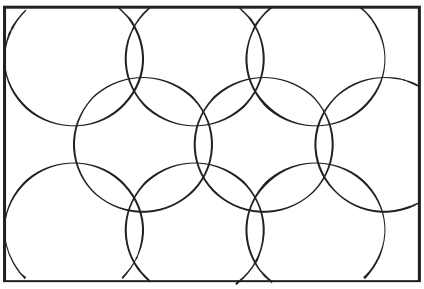


Рис. 22. Пример размещения оповещателей.

2.4 Методика расчёта для помещения типа «Коридор».

Помещения типа «Коридор» специфичны тем, что в них длина значительно превышает ширину и высоту. Они отделены от источников шума и предназначены для движения людей, поэтому свободны от мебели, и в них ничего не препятствует распространению звука. Это, на первый взгляд, может позволить расстановку небольшого количества оповещателей и их небольшую мощность.
Но эти помещения особенные – уровень шума в них может существенно возрасти за короткое время. Более того, при нештатной ситуации или во время тревоги коридоры становятся местом большой «зашумлённости», когда все люди, покидают помещения и оказываются в коридорах. И именно в это время необходимая информация о путях эвакуации должна быть услышана людьми. 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.

И последнее, в помещениях типа «Коридор» слишком сильны переотражения звуковых волн и расчёты звукового давления в одной точке крайне сложны. Поэтому многие зависимости установлены эмпирически.

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

При настенном креплении оповещателей, возможны 2 варианта, которые учитывают ширину помещения:

Ширина «Коридора» менее 3-х метров.

Оповещатели размещаются на одной стене коридора с интервалом в 3-и ширины. Первый размещаются на расстоянии ширины от входа. Общее количество оповещателей исчисляется по формуле:

$$N = 1 + (Д – 2Ш) / 3Ш$$

Количество округляется до целого значения в большую сторону. Размещение оповещателей представлено на рис. 23.

Для определения расчётной точки данная Методика предлагает следующее **«расчётное правило»:**

«Расчётная точка», находится на противоположной стене на удалении в две ширины от оси оповещателя».

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

$$R = \sqrt{0.8^2 + 5Ш^2}$$

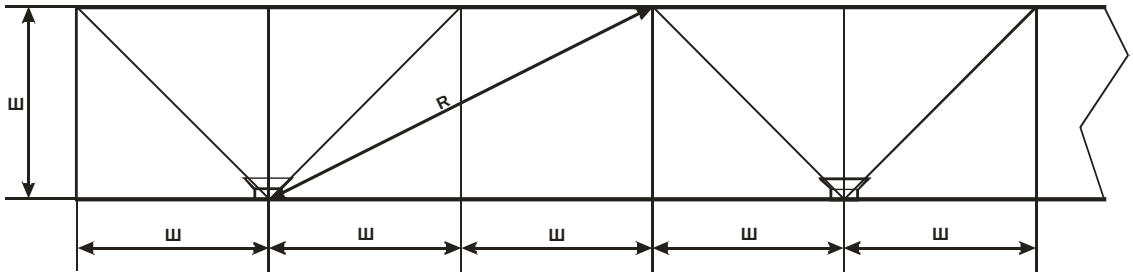


Рис.23. Размещение оповещателей в помещении типа «Коридор» при ширине менее 3-х метров и расстояние «до расчётной точки».

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.

$$R = \sqrt{h^2 + 5Ш^2}$$

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=65+15=80

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 N. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Ширина коридора более 3-х метров.

Оповещатели размещаются на противоположных стенах коридора с интервалом в 3-и ширины. Первый размещаются на расстоянии половины ширины от входа. Общее количество оповещателей исчисляется по формуле:

N = 1 + (Д – Ш) / 3Ш

Количество округляется до целого значения в большую сторону. Размещение оповещателей представлено на рис. 24.

Для определения расчётной точки данная Методика предлагает следующее **«расчётное правило»:**

«Расчётная точка», находится на противоположной стене на удалении в две ширины от оси оповещателя».

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

$$R = \sqrt{0.8^2 + 5Ш^2}$$

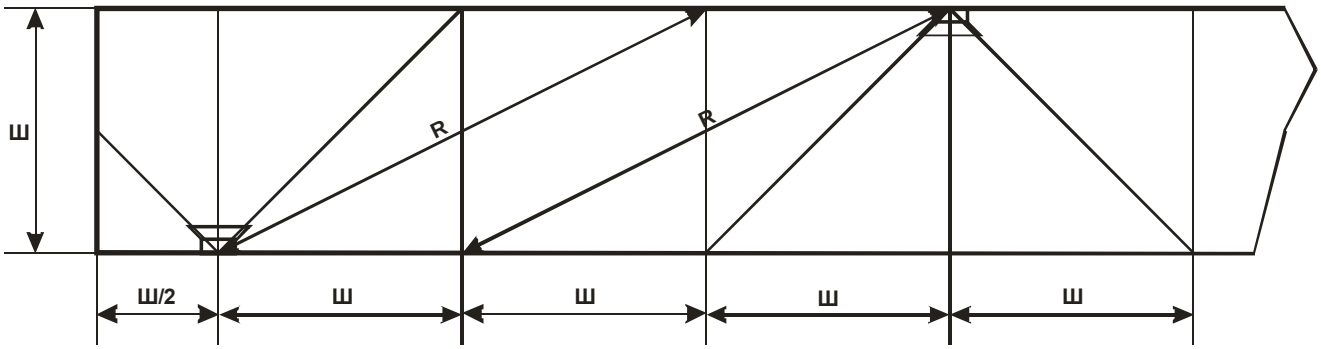


Рис.24. Размещение оповещателей в помещении типа «Коридор» при ширине более 3-х метров и расстояние «до расчётной точки».

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.

$$R = \sqrt{h^2 + 5Ш^2}$$

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=65+15=80

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 N. Получаем значение акустической мощности для озвучивания защищаемого помещения.

Данные расчёты применимы в помещениях типа «Коридор» шириной до 6 метров.

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

При расчете потолочных оповещателей многое зависит от высоты подвесных потолков, т.к. оповещатели крепятся к подвесным панелям – а это значит, что высота подвеса оповещателя может быть ниже высоты потолка помещения.

Обращаясь к графику на рис. 20, видим, что от высоты 3.5 м и выше линии «телесного угла» 90 град. почти полностью покрывают нормативную высоту 1,5 м. Однако помещения типа «Коридор» имеют большое отражение звуковых волн. Практические измерения показали, что можно рассмотреть 2 варианта.

При высоте потолков более 3,5-х метров.

Количество потолочных оповещателей (N) равно частному от деления длины «коридора» на диаметр плоскости озвучивания на уровне 1,5 метра при имеющейся высоте потолка и рассчитывается по формуле:

N = Д/D

где:

Д- длина коридора,
D- диаметр плоскости озвучивания по Таблице 4.

Заметим, что диаметр плоскости озвучивания на высоте подвесного потолка 3.5 метра исчисляется как на высоте H=4 метра и равен D=5 метрам.

Размещение оповещателей представлено на рис. 25.

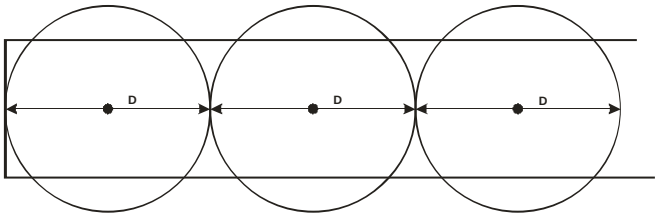


Рис.25. Размещение оповещателей в помещении типа «Коридор» при высоте потолка более 4-х метров и расстояние «до расчётной точки».

Для определения места положения «расчётной точки» предлагается следующее **«расчётное правило»:**

«Расчётная точка находится на расстоянии равном половине диаметра (D) плоскости озвучивания на уровне 1,5 м. при имеющейся высоте потолка»

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

Определяем по графику рис. 20 диаметр плоскости озвучивания и расстояние до «расчётной точки».

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=65+15=80

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 – П-Х»**, который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

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

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

При высоте потолков ниже 3,5

При высоте подвесных потолков ниже 3,5 метра, вступает в силе следующее **«расчётное правило»:**

Количество потолочных оповещателей равно частному от деления длины «коридора» (Д) на удвоенную высоту (Н) и рассчитывается по формуле:

N = Д/2Н.

Размещение оповещателей представлено на рис.26 и 27.

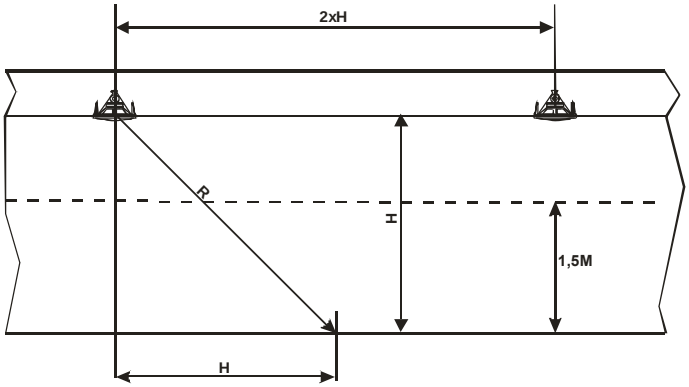


Рис.26. Размещение оповещателей в помещении типа «Коридор» при высоте потолка ниже 3,5 метров и расстояние «до расчётной точки» (вертикальная проекция).

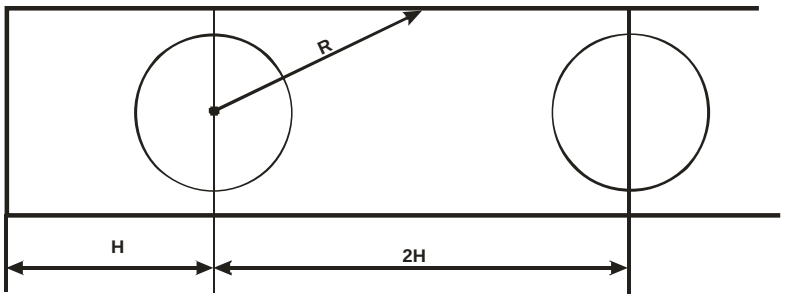


Рис. 27. Размещение оповещателей в помещении типа «Коридор» при высоте потолка ниже 3,5 метров (горизонтальная проекция).

Для определения места положения «расчётной точки» предлагается следующее **«расчётное правило»:**

«Расчётная точка» находится на пересечении стены и пола «Коридора» на расстоянии высоты от оповещателя по центральной линии помещения»

$$R = \sqrt{2H^2 + (Ш/2)^2}$$

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=65+15=80

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 – П-Х»**, который может обеспечить или превысить значение звукового давления.

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

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

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 5. 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 в зоне 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 6. Усилители мощности серии «Тромбон – УМ».

Модель усилителя	Номинальная мощность, Вт.	Пиковая Мощность, Вт.	Блок резервного питания
Тромбон-УМ4-120	120 Вт	120 Вт	Тромбон-БП-07
Тромбон-УМ4-240	240 Вт	2400 Вт	Тромбон-БП-14
Тромбон-УМ4-360	360 Вт	480 Вт	Тромбон-БП-21
Тромбон-УМ4-480	480 Вт	640 Вт	Тромбон-БП-21
Тромбон-УМ4-600	600 Вт	800 Вт	Тромбон-БП-21

4. Потери мощности в линиях связи

Потери можно оценить исходя из закона Ома и сопротивления линии связи:
Рпотерь= Rлинии*Iлинии=Rлинии*Рнагр./Uлинии
Rлинии можно рассчитать как удвоенное сопротивление одной жилы кабеля.
Rлинии=2R жилы
Сопротивление жилы кабеля рассчитывается по формуле: R=(r*L)/S, где:
r - удельное сопротивление меди 0,0175 Ом*мм^2/м;
L – длина линии, м;
S – сечение проводника, мм^2
Пример: Для провода сечением 2,5 мм^2 длиной 100 метров R=(0,0175*100)/2.5=0.7Ом.
(R=(0,0175*1000)/2.5=7 Ом*км)
Нормируемые значения сопротивления (не более) прописаны так же в ГОСТ 22483-77 на токопроводящую жилу. Согласно ГОСТ 22483-77 нормируемое значение для однопроволочной жилы сечением 2,5 мм^2 не более 7,41 Ом*км
Однако на практике, чтобы не усложнять выкладки, необходимое сечение кабеля для прокладки линий оповещения можно выбрать из следующих таблиц:

Таблица 7: Минимальное сечение проводников линий связи при напряжении 120В, мм^2.

Длина линии, м	Максимальная мощность в линии оповещения, Вт				
	60Вт	120Вт	240Вт	360Вт	480Вт
50	0,12	0,2	0,3	0,5	0,75
100	0,15	0,3	0,75	0,75	1,5
150	0,2	0,5	1	1,5	2
200	0,5	1	1,5	2	2,5
500	1	1,5	3	5	6
1000	1,5	3	5	9	12

Таблица 8: Минимальное сечение проводников линий связи при напряжении 30В, мм^2.

Длина линии, м	Максимальная мощность в линии оповещения, Вт				
	60Вт	120Вт	240Вт	360Вт	480Вт
50	0,5	1,2	2,5	3,5	4,5
100	1,2	2,5	5	7	10
200	2,5	4,5	10	15	20
400	5	10	20		
500	6	12			

Значения в данных таблицах приведены для получения потерь в линиях не более 10%.
Отводы от линий связи к отдельным оповещателям можно выполнить любым проводом сечением от 0,1 до 0,5 мм^2.

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 диффузорными оповещателем внутри помещений. Поэтому, используемые ранее «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.

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 на всём периметре эллипса, ограничивающего зону озвучивания, будет одинаковым и равным звуковому давлению в удалённой точке. Т.е. поверхность диаграммы направленности рупора есть поверхность равных звуковых давлений. 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 28 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 дальнее расстояние.

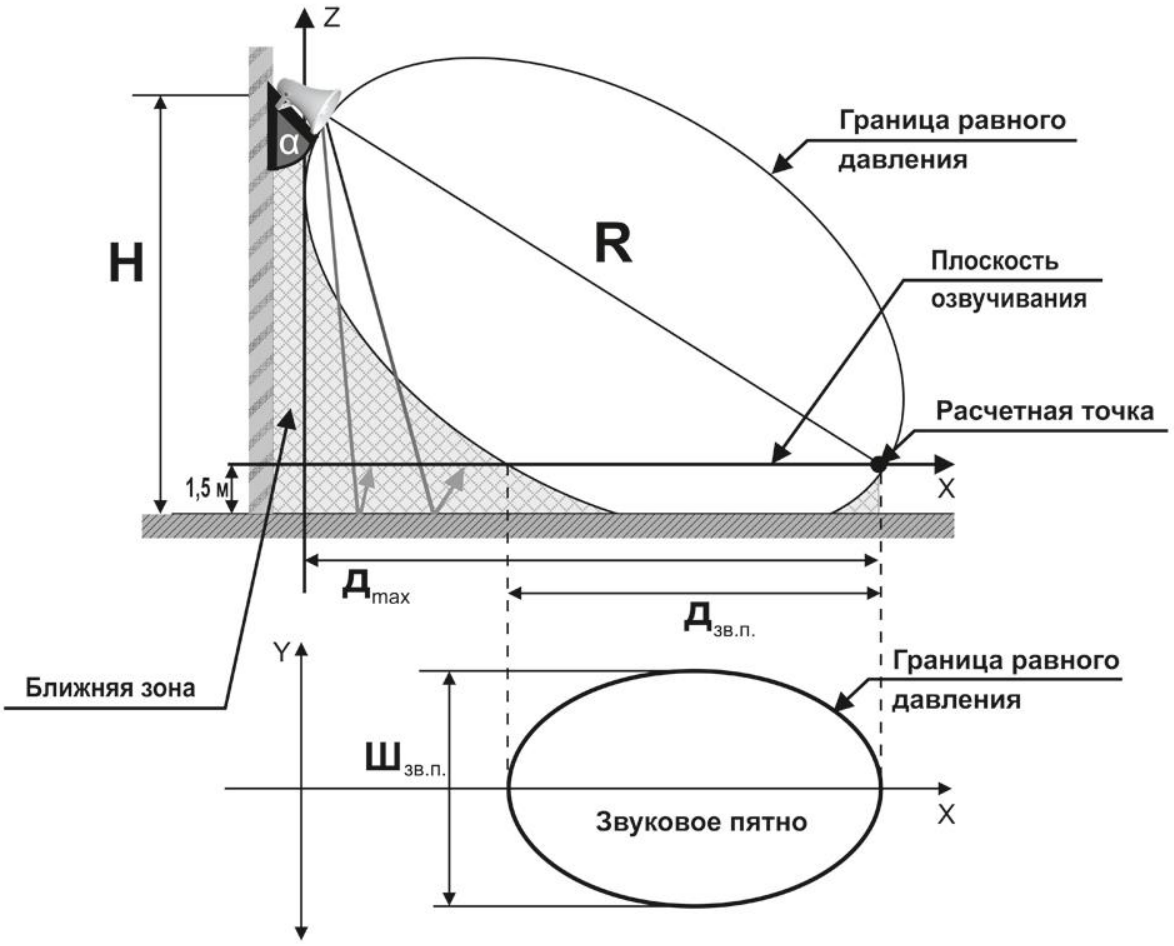


Рис.28. Вертикальная и горизонтальная проекция диаграммы направленности распространения излучения от рупорного оповещателя.

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 отличии 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.

По поводу температуры и влажности, будем основываться на Международном стандарте 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 9.

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 определяем 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.

Реальные значения звукового давления посчитаны и сведены в таблицу 9.

Таблица 9. «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 Д мах – максимальное расстояние от оповещателя до контрольной точки:

$$Д\ мах = \sqrt{R^2 - (Нподвеса - 1{,}5м)^2}$$

Для того, чтобы рассчитать количество оповещателей необходимо определять не только расстояние до расчётной точки по горизонтали (значение Д мах) 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 диметру (Д зв.п.) на значение эксцентриситета, т.к 2 к 3-м. . Тогда:

Ш зв. п. = 2/3 Д зв. п.

Соотношение двух величин Д мах и Д зв.п. зависит от угла наклона оповещателя. Здесь необходимо ввести ещё одно **«расчётное правило»:**

Размеры Д мах и Д зв. п. соотносятся нелинейно и равны отношению равному значению синуса угла Альфа - вершине треугольника вертикальной проекции.

Д зв.п. / Д max = sin α

Тогда **Д зв.п. = Д мах x sin α**

Или

$$Ш_{зв.п.} = \frac{2}{3} \times Д_{max} \times \frac{Д_{max}}{R} = \frac{2}{3} \times \frac{Д_{max}^2}{R}$$

или

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

Все величины в данной формуле могут быть известны (Н - высота подвеса) или определены (R - по таблице 9).

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

Нельзя не напомнить о необходимости создания зон наложения «звуковых пятен» при покрытии территории.

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 воны, отражённые от стен противоположных зданий. Нужно стараться так расположить оповещатели, чтобы отражение звука от противоположных зданий было по «касательной» к звуковой оси.

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 5 на стр. 34.

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. И в «нестандартных» случаях, проектировщику придётся проявлять общую инженерную подготовку, или обращаться к специалистам.

Однако, Методика со своими способом расчёта, отвечает на ряд 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 для создания точного акустического проекта.

Группа авторов
Под руководством Овчинникова В.М.

Предприятие «СОУЭ «Тромбон»
Адрес: 390046 Рязань, ул. Маяковского д.1А.
Тел. Рязань (4912) 29-68-41.
Москва (495) 721-86-35
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" апреля 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	Д.В. Ушаков
Начальник отдела 1.2	М.М. Шлепнев
Начальник сектора 3.4.4	В.В. Алешин
Ст. научный сотрудник сектора 3.4.4	С.А. Судоплатов
Ст. научный сотрудник сектора 3.4.4	А.М. Петров
Ст. научный сотрудник сектора 3.4.4	Г.П. Сурина