

4.

РАССТАНОВКА ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

4.1 Определение эффективной площади озвучиваемой настенным громкоговорителем

Громкоговорители выбираются на начальном этапе проектирования исходя из технического задания, параметров озвучиваемого объекта, результатов электроакустического расчета.

Прежде чем приступить к определению необходимого количества звуковых громкоговорителей, необходимо используя результаты полученные выше, оценить эффективную площадь озвучиваемую одним громкоговорителем.

Допущение: разобьем громкоговорители на два основных класса – потолочные и настенные. Под потолочными будем понимать громкоговорители у которых максимум звуковой энергии направлен перпендикулярно полу, остальные громкоговорители отнесем к настенным.

Для оценки площади нам понадобится такой параметр как эффективная дальность звучания.

Эффективная дальность звучания

Введем понятие: эффективная дальность звучания (L) – расстояние от источника звука (громкоговорителя) до геометрического места расчетных точек находящихся в пределах *ШДН* громкоговорителя, звуковое давление в которых остается в пределах ($N+15$ дБ). На техническом жаргоне – «расстояние, которое пробивает громкоговоритель».

В англоязычной литературе эффективная дальность звучания (effective acoustical distance (EAD)) – расстояние, при котором сохраняется четкость и разборчивость речи.

Опираясь на результаты полученные во второй главе (2.6), запишем зависимость дальности звучания от уровня звукового давления.

$$L = 10^{(P/20)} \quad (4.1)$$

где L – эффективная дальность звучания (громкоговорителя), м¹;

P – разность между звуковым давлением громкоговорителя и величиной ($N+15$), дБ.

Рассчитав эффективную дальность звучания (L), можно приступить к определению площади, озвучиваемой громкоговорителями.

¹ В формуле 2.6, L это расстояние от источника звука до расчетной точки, м

Большинство громкоговорителей, звуковое поле излучают в виде сферической волны (круговая *ШДН*). На высоких частотах диаграмма громкоговорителя сужается и ограничивает круговую диаграмму. Результатом такого ограничения является геометрическая фигура – шаровой сектор (сферический конус, основанием которого является не плоскость, а сфера) с углом раскрыва (телесным углом, углом между образующими конуса) равным *ШДН*.

Мы будем решать задачу нахождения площади, образуемой пересечением данного сферического конуса с плоскостью, проведенной параллельно полу на высоте 1,5м.

Как известно из геометрии, результатом пересечения плоскости и конуса будут разные эллиптические поверхности.

В зависимости от угла наклона, результатом пересечения сферического конуса, с плоскостью (с отметкой 1,5 м) могут быть: плоскость, ограниченная параболой, гиперболой, эллипсом.

ПРИМЕЧАНИЕ: Данную ситуацию легко представить, отождествив громкоговоритель с фонариком, который освещает поверхность пола.

При угле наклона 90° результатом такого пересечения будет круг, что характерно для расчета площади озвучиваемой потолочным громкоговорителем и из чего следует, что данный подход содержит некоторый обобщающий смысл.

Для увеличения озвучиваемой площади, настенный громкоговоритель наклоняют к полу. Наиболее характерным является угол наклона (*УН*), при котором результатом пересечения конуса с плоскостью будет гипербола. Пренебрегая незначительной погрешностью полученную фигуру можно отождествить с сектором, см. рис 4.1.

Покажем, что для *ШДН*= 90° (наиболее характерной для большинства громкоговорителей) площади сектора и круга равны:

$$\begin{aligned} S_{сект} &= \pi L^2 * ШДН / 360; \\ S_{кр} &= \pi (L/2)^2; \\ S_{сект} &= S_{кр} = \pi L^2 / 4. \end{aligned}$$

В обоих случаях результирующая площадь равна $L^2/4$.

Таким образом, для оценки (многолетняя практика подтверждает правильность результата) мы можем принять следующее допущение: площадь, озвучиваемая настенным громкоговорителем – площадь сектора, с углом раскрыва, равным *ШДН*.

При этом радиус сектора как раз и будет равен эффективной дальности звучания (L).

Запишем площадь озвучиваемую настенным громкоговорителем в виде формулы:

$$S_n = \pi L^2 \times \text{ШДН} / 360 \quad (4.2)$$

где π – константа, 3,1415... ;

ШДН – ширина диаграммы направленности громкоговорителя, град.

Алгоритм № 4.1:

Расчет площади озвучиваемой настенным громкоговорителем

Рассчитаем эффективную площадь, озвучиваемую настенным громкоговорителем.

Дано:

$P_{\text{гр}}$ – номинальная паспортная мощность громкоговорителя, Вт,

SPL – чувствительность громкоговорителя, дБ,

ШДН – ширина диаграммы направленности, град.,

N – уровень шума в помещении.

1) Рассчитаем звуковое давление громкоговорителя:

$$P_0 = SPL + 10 \lg P_{\text{гр}}$$

2) Рассчитаем разность между звуковым давлением громкоговорителя и величиной ($N + 15$):

$$P = SPL + P_{\text{ном}} - N - 15$$

3) Рассчитаем эффективную дальность звучания:

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

4) Рассчитаем эффективную площадь, озвучиваемую настенным громкоговорителем:

$$S_{\text{зр}} = \pi L^2 \times \text{ШДН} / 360$$

Громкоговорители с широкой диаграммой направленности.

На рис. 4.1, представлена диаграмма излучения (вид сбоку) и проекция излучения на плоскость, проведенную параллельно полу на высоте 1,5 м (вид сверху) для настенного громкоговорителя с широкой ШДН .

Из рисунка видно, что вблизи громкоговорителя (между вершиной гиперболы и громкоговорителем) находится незвученная область. Для уменьшения этой области (зазора) громкоговоритель нужно наклонить вниз. С увеличением высоты установки, зазор будет расти. Для его уменьшения, необходимо увеличивать угол наклона (UH) громкоговорителя.

ПРИМЕЧАНИЕ: Мы рассматриваем ситуацию, в которой

$$UH < \arcsin(L / (H-1,5)).$$

При небольшом угле наклона (или при его отсутствии) громкоговорителя к полу, необходимо уточнить значение L в формуле (4.2).

Из рис. 4.1, видно, что фактическое значение L будет равно:

$$R = |OL_1| - |OL_2|$$

где $|OL_1|$ – расстояние от точки O (от стены с установленным громкоговорителем) до точки L_1 (проекция эффективной дальности L на отметку 1,5 м), м;

$|OL_2|$ – расстояние от точки O (от стены с установленным громкоговорителем) до точки L_2 (проекция нижней образующей конуса на отметку 1,5 м), м.

Значение $|OL_1|$ можно рассчитать по теореме Пифагора:

$$|OL_1| = \sqrt{(L^2 - (H - 1,5)^2)} \quad (4.3)$$

Значение $|OL_2|$ лучше рассчитать по теореме синусов, так как в качестве параметров у нас имеется угол ($UH + \text{ШДН}/2$) и высота ($H-1,5$):

$$|OL_2| = (H - 1,5) / \operatorname{tg} (UH + \text{ШДН}/2) \quad (4.4)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 4.1: Данная формула справедлива при $(UH + \text{ШДН}/2) \neq 90^\circ$. В дальнейшем, мы не будем оговаривать и проверять условие деления на “0”.

Запишем критерий правильности выбора громкоговорителя. Очевидно, что расчет может иметь смысл при условии, что звуковая энергия, необходимого уровня, в пределах ШДН , достигает пола. В геометрическом смысле нижняя образующая конуса достигает отметки 1,5 м, (до точки L_2). На техническом сленге – «громкоговоритель добивает до отметки 1,5 м». Запишем это в виде условия:

$$(H - 1,5) / \sin(UH + \text{ШДН}/2) < L$$

См. примечание 4.1.

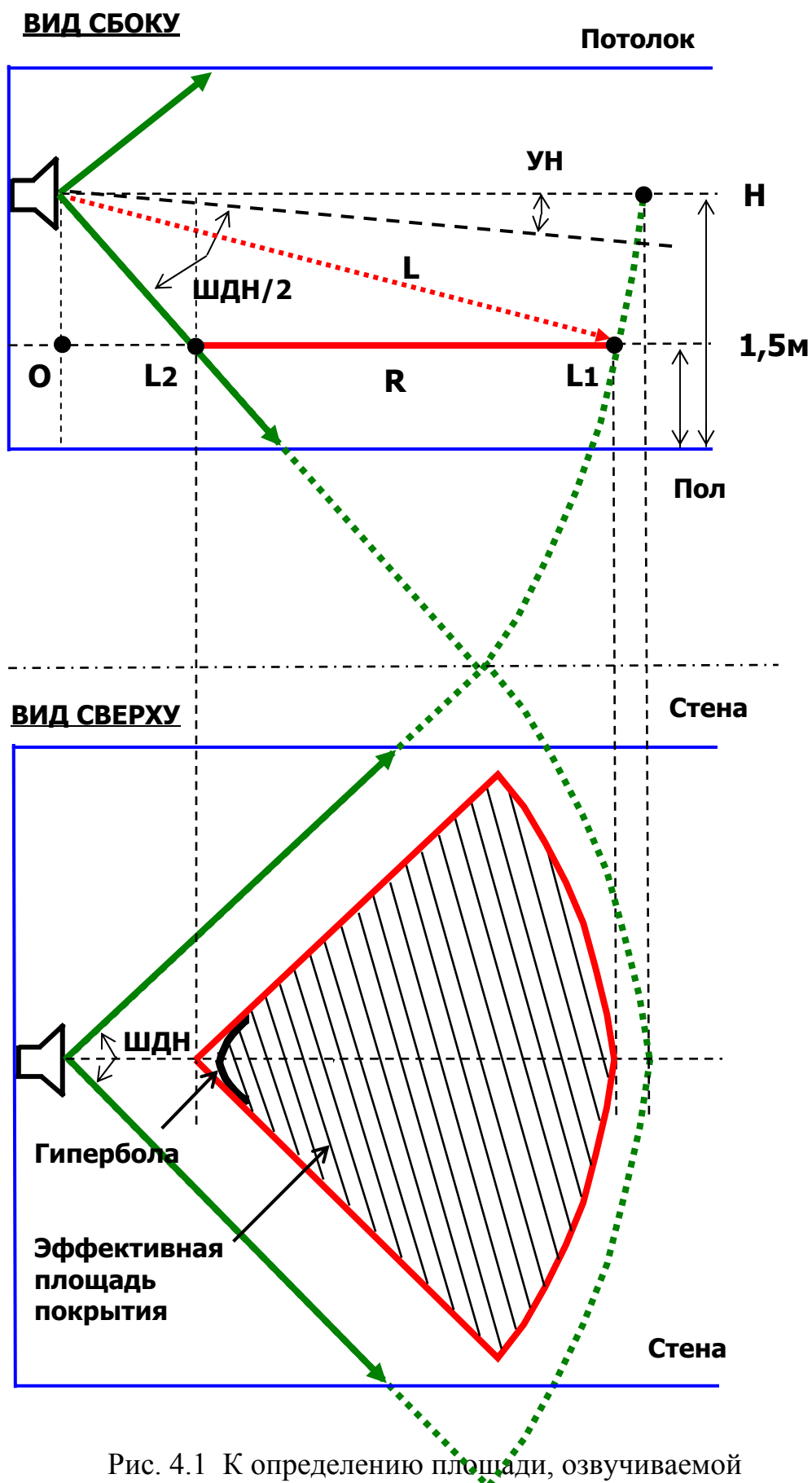


Рис. 4.1 К определению площади, озвучиваемой настенным громкоговорителем

Заменим в формуле 4.2 L на R и перепишем формулу для определения эффективной площади озвучиваемой настенным громкоговорителем:

$$S_{нгр} = \pi R^2 \times ШДН / 360$$

Определение эффективной площади, озвучиваемой настенным громкоговорителем с узкой диаграммой направленности, вынесено в приложение (см. ПРИЛОЖЕНИЕ 2).

4.2 Оценка эффективной площади озвучиваемой потолочным громкоговорителем

На рис. 4.2 изображена диаграмма излучения потолочного громкоговорителя (вид сбоку). В данной интерпретации, независимо от ширины диаграммы направленности ($ШДН$) площадь, озвучиваемая потолочным громкоговорителем – это круг, являющийся результатом пересечения сферической фигуры (шар, эллипсоид, гиперboloид), с плоскостью проходящей параллельно полу на высоте 1,5м. Площадь этого круга будет определяться $ШДН$.

Ширину диаграммы направленности потолочного громкоговорителя ($ШДН$), будем рассматривать как угол (раскрыва) между образующими сектора, являющегося результатом пересечения сферического конуса и плоскости проведенной от вершины громкоговорителя к его основанию, см. рис. 4.2.

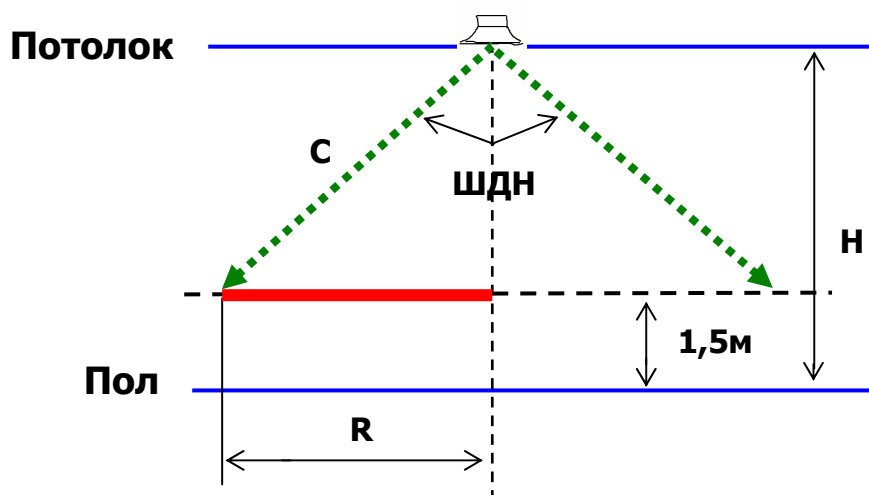


Рис. 4.2 Определение площади озвучиваемой потолочным громкоговорителем

Из рисунка 4.2 видно, что (R) является радиусом искомого круга. На картинке изображен классический вариант. Рассмотрим другие возможные варианты.

Вариант №1

Критерий выбора потолочного громкоговорителя

Сформулируем наиболее строгий критерий выбора потолочного громкоговорителя, рис. 4.3:

В специальной терминологии это звучит так: «громкоговоритель должен добивать до отметки 1,5м от пола».

Запишем данный критерий в виде формулы:

$$L > H - 1,5 \quad (4.5)$$

где L – эффективная дальность звучания громкоговорителя, м.

H – высота установки (потолка) громкоговорителя, м.

В случае невыполнения условия (4.5) следует выбрать громкоговоритель с большим звуковым давлением или мощностью.

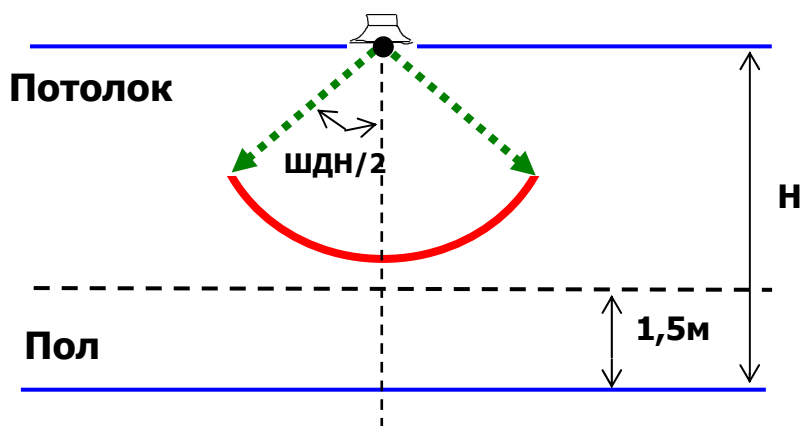


Рис. 4.3 Критерий выбора потолочного громкоговорителя.

Вариант №2
Классическое определение площади озвучиваемой
потолочным громкоговорителем

При увеличении звукового давления (или мощности) громкоговорителя, имеет место (классическая) ситуация. Для данной ситуации характерным будет выполнение следующего условия, см. рис. 4.2:

$$L > C \quad (4.6)$$

где C – гипотенуза (образующая конуса с телесным углом, равным ШДН), м.

На техническом сленге это звучит так: «достигает ли гипотенуза C , до отметки 1,5м».

Рассчитаем величину C .

В большинстве методик предлагается упрощенный подход, в котором ШДН априори принимается равной 90° :

$$R = H - 1,5.$$

Демонстрируемый нами пошаговый подход удобен для понимания и алгоритмизации (пример расчет будет продемонстрирован ниже). Кроме того значения ШДН, могут принимать разные значения, поэтому C будем рассчитывать по теореме синусов:

$$C = (H - 1,5) / \cos (\text{ШДН}/2) \quad (4.7)$$

Если условие 4.7 выполняется, то можно приступить к расчету площади, озвучиваемой потолочным громкоговорителем.

Радиус круга (для простоты) рассчитаем по теореме Пифагора (классическое решение):

$$R = \sqrt{C^2 - (H - 1,5)^2} \quad (4.8)$$

Таким образом: площадь, озвучиваемая потолочным громкоговорителем:

$$S_n = \pi R^2 \quad (4.9)$$

где R – радиус круга, м;
 π – константа, 3,1415.

Для ШДН=90° радиус круга будет равен разности между высотой потолка и отметкой 1,5 м (так как в этом случае катеты прямоугольного треугольника равны):

$$R = H - 1,5$$

Вариант №3

Определение площади озвучиваемой потолочным громкоговорителем, установленном на большой высоте

Для потолочного громкоговорителя установленного на большой высоте (H), может иметь место ситуация, изображенная на рис. 4.4, когда, эффективная дальность (L) находится в пределах:

$$(H - 1,5) < L < (H - 1,5) / \cos(\text{ШДН}/2) \quad (4.10)$$

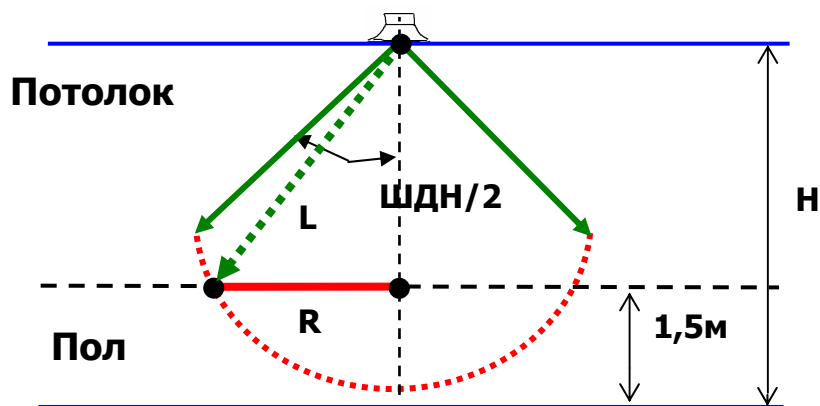


Рис. 4.4 Определение площади озвучиваемой потолочным громкоговорителем, установленном на большой высоте.

В этом случае радиус круга R , будет зависеть от эффективной дальности звучания L . Рассчитать его можно по теореме Пифагора:

$$R = \sqrt{L^2 - (H - 1,5)^2} \quad (4.11)$$

Вариант №4

Определение площади, озвучиваемой потолочным громкоговорителем, с учетом отражения от пола

В практических ситуациях следует учитывать отражения звука от различных поверхностей. У потолочного громкоговорителя максимум звуковой энергии направлен по направлению к полу. При низких (менее 5 м) потолках отражение обязательно будет иметь место, рис. 4.5.

Задача определения величины звукового давления с учетом отражений была решена нами ранее (см. формулу 2.16).

Из рис. 4.5 видно, что если звук, отразившись от пола, достигает отметки 1,5 м, то в этом случае радиус круга увеличивается:

$$R = R_1 + 2R_2$$

где R_1 – радиус круга, формула 4.11;

R_2 – величина на которую увеличится радиус, м.

$$R_2 = 1,5 \operatorname{tg} (\text{ШДН}/2)$$

Например, для случая: $\text{ШДН}=90^\circ$, $R_2 = 1,5$ м.

$$R = R_1 + 3,0 \text{ м.}$$

Используя для вычисления R_1 , формулу 4.11, получим следующее выражение для R :

$$R = \sqrt{(C^2 - (H - 1,5)^2)} + 3 \operatorname{tg} (\text{ШДН}/2) \quad (4.12)$$

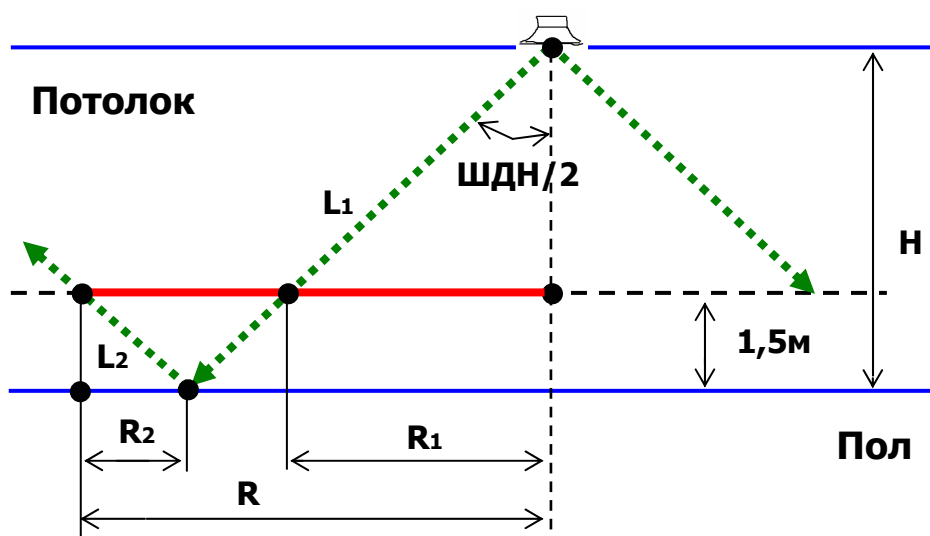


Рис. 4.5 Определение площади, озвучиваемой потолочным громкоговорителем, с учетом отражения от пола.

Критерием для определения нового радиуса будет следующее условие:

$$L \geq L_1 + L_2 \quad (4.13)$$

где L – эффективная дальность звучания громкоговорителя, м.

L_1 – гипотенуза прямоугольного треугольника (прямая звуковая волна), м;

L_2 – гипотенуза прямоугольного треугольника (отраженная звуковая волна), м.

Запишем формулы для расчета значений L_1 и L_2 :

$$L_1 = H / \cos (\text{ШДН}/2) \quad (4.14)$$

$$L_2 = 1,5 / \cos (\text{ШДН}/2) \quad (4.15)$$

Вариант №5

Расчет нового радиуса

Для потолочного громкоговорителя может иметь место ситуация, промежуточная между вариантами №2 и №4, рис.4.6. Запишем условие, соответствующее данной ситуации:

$$(H - 1,5) / \cos(\text{ШДН}/2) < L < L_1 + L_2 \quad (4.16)$$

где L_1, L_2 – гипотенузы, формула 4.13, м.

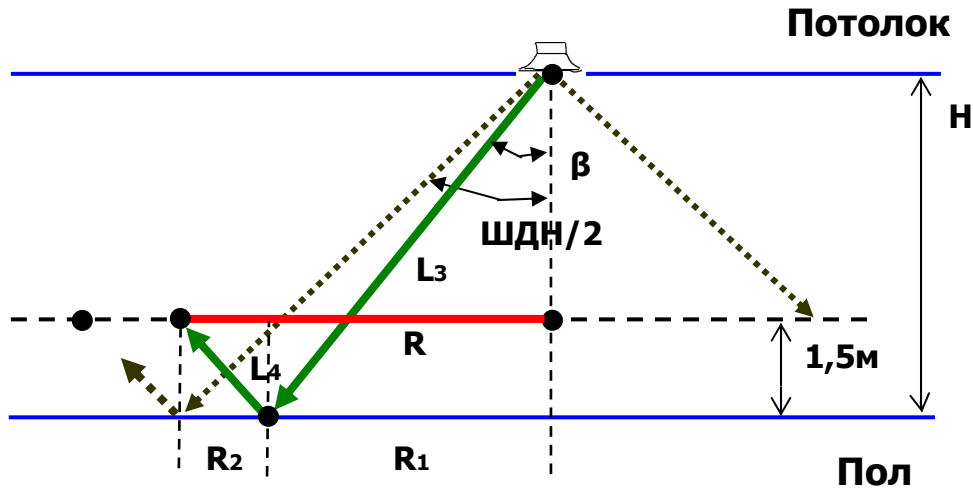


Рис. 4.6 К расчету нового радиуса

Задача определения нового радиуса сводится к нахождению угла β , при котором справедливо соотношение 4.16.

1) Найдем длину гипотенузы L_3 :

$$L_3 = H / \cos(\beta)$$

2) Найдем длину гипотенузы L_4 :

$$L_4 = 1,5 / \cos(\beta)$$

3) Составим уравнение:

$$L_5 = L_3 + L_4 = H / \cos(\beta) + 1,5 / \cos(\beta) = (H + 1,5) / \cos(\beta)$$

4) Найдем значение угла β :

$$\beta = \arccos((H + 1,5) / L_5)$$

5) Рассчитаем новый радиус R :

$$R = R_1 + R_2$$

где $R_1 = H \times \text{tg}(\beta)$, $R_2 = 1,5 \text{tg}(\beta)$ ²

² Данные выкладки полезны для алгоритмических расчетов.

При известных (полученных ранее) L_3 , L_4 , значения R_1 и R_2 можно вычислить по теореме Пифагора.

Запишем выражение для R , сложив значения для R_1 и R_2 :

$$R = (H + 1,5)\text{tg}(\beta) \quad (4.17)$$

Обобщим полученные результаты в виде алгоритма.

Алгоритм № 4.2

Расчет площади озвучиваемой потолочным громкоговорителем

Предполагается, что параметры громкоговорителя и размеры помещения и известны.

Дано:

L – эффективная дальность звучания громкоговорителя (уже рассчитана, см. алгоритм № 4.1), м,

H – высота потолков, м.

1) Проверим выполнение условия 4.5. Если условие не выполняется, громкоговоритель выбран не правильно.

2) Проверим выполнение условия 4.10. При выполнении условия – R считается по формуле 4.11 (см. вариант №3). Если условие 4.10 не выполняется, переходим к следующему шагу.

3) Проверим выполнение условия 4.16. При выполнении условия – R считается по формуле 4.17 (см. вариант №5). Если условие 4.16 не выполняется, переходим к следующему шагу.

4) Проверим выполнение условия 4.13. При выполнении условия – R считается по формуле 4.12 (см. вариант №4). Если условие 4.13 не выполняется, переходим к следующему шагу.

5) R вычисляется по формуле 4.8 (см. вариант №2).

6) Площадь вычисляется по формуле 4.9.

4.3 Выбор и расстановка громкоговорителей

Одной из задач, решаемой в процессе электроакустического расчета является выбор и расстановка громкоговорителей.

Для озвучивания открытых площадок используются рупорные громкоговорители, благодаря таким их характеристикам, как высокая степень направленности звука и высокий КПД.

В закрытых помещениях рекомендуется устанавливать звуковые громкоговорители внутреннего исполнения. В зависимости от конфигурации помещения это могут быть потолочные или настенные громкоговорители. Правильным выбором и расстановкой громкоговорителей можно добиться хорошего качества (разборчивости), а также равномерного распределения звука. В коридорах, галереях и других протяженных помещениях рекомендуется устанавливать двунаправленные звуковые прожекторы. Такой прожектор устанавливается в середине коридора и излучает в обе стороны. За счет узко концентрированной звуковой энергии дальность звучания таких прожекторов может составлять несколько десятков метров.

При использовании потолочных громкоговорителей необходимо учитывать, что звуковая волна от громкоговорителя распространяется перпендикулярно полу, следовательно, озвучиваемая площадь на высоте ушей слушателей представляет собой круг, радиус которой принимается равным разности высоты крепления громкоговорителя и расстояния до отметки 1,5 м от пола (по нормативным документам). В большинстве задач для расчетов потолочной акустики, звуковые волны отождествляются с геометрическими лучами, а диаграмма направленности определяет углы (параметры) прямоугольного треугольника, следовательно, для расчета радиуса круга (катета треугольника) достаточно теоремы Пифагора. Для равномерного озвучивания помещения громкоговорители следует устанавливать так, чтобы результирующие площади слегка перекрывали друг друга. Необходимое количество громкоговорителей получается из отношения величин озвучиваемой площади к площади, озвучиваемой одним громкоговорителем. Расстановка громкоговорителей определяется геометрией здания. Расстояние между громкоговорителями, или шаг расстановки, определяют исходя из областей покрытия. При неправильной расстановке (превышении шага) звуковое поле будет распределяться неравномерно, в некоторых областях будут наблюдаться провалы, ухудшающие восприятие.

В случае применения громкоговорителей с большим звуковым давлением, возрастает уровень реверберационного фона (эхо). Чтобы компенсировать этот эффект, пол и стены помещения покрывают коврами или другими звукопоглощающими материалами. Еще одна причина реверберации связана с размещением громкоговорителей в помещениях с высокими потолками. Близко расположенные громкоговорители являются источником мощной помехи друг для друга, поэтому громкоговорители стараются расположить на большем расстоянии, при этом мощность звука увеличивают, что приводит к реверберационному фону. В таких случаях можно пореко-

мендовать использовать подвесные звуковые громкоговорители на шнурах или настенные громкоговорители.

Приведем некоторые простые рекомендации для расстановки настенных громкоговорителей. Если ширина помещения меньше 5м, то громкоговорители располагаются по длине помещения с рассчитываемым шагом.

С учетом отражений от стен:

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

Если же ширина помещения больше 5м, то громкоговорители располагаются на противоположных стенах в шахматном порядке, с рассчитываемым шагом (в среднем 8-12 м). Не рекомендуется устанавливать громкоговорители в углах помещения.

Расстановка настенных громкоговорителей

Наиболее эффективно задача расстановки громкоговорителей решается аналитически, но без данных полученных на этапе электроакустического расчета обойтись невозможно.

Важной задачей при расстановке громкоговорителей, является обеспечение максимальной результирующей площади покрытия.

На рис. 4.7³ изображен пример расстановки, в котором громкоговорители могут (если есть возможность) монтироваться на противоположных стенах.

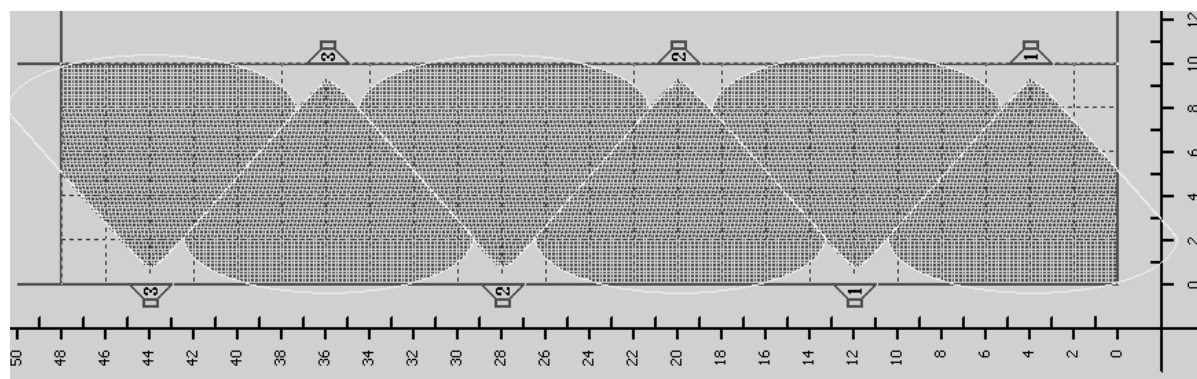


Рис. 4.7 Пример расстановки настенных громкоговорителей
в помещениях коридорного типа

³ Результат получен программным путем со следующими исходными данными: размеры помещения 48х10х3,5м, УШП 60 дБ (без учета отражений), громкоговоритель 88 дБ, 6 Вт, установка на высоте 2,8 м, угол наклона 20°.

Из рисунка видно, что для данной конфигурации наиболее эффективной будет расстановка громкоговорителей в шахматном порядке, при которой достигается максимально возможная результирующая площадь покрытия.

Рассмотрим несколько типов помещений, для каждого из которых продемонстрируем варианты расстановки:

1. Помещения коридорного типа.
2. Расстановка громкоговорителей в прямоугольных помещениях (широкие коридоры).
3. Расстановка громкоговорителей в помещениях близких к квадратным.

Расстановка настенных громкоговорителей в помещениях коридорного типа

На рис. 4.8 изображен вариант, в котором все громкоговорители устанавливаются на одной стене. Рассчитаем шаг расстановки ($Ш$) громкоговорителей:

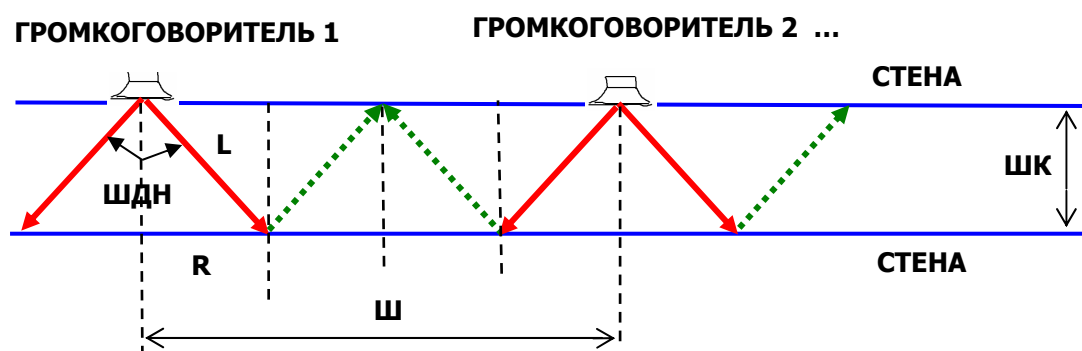


Рис. 4.8 Расстановка настенных громкоговорителей

Для узких коридоров ($ШК < 5м$) будут иметь место отражения. Из рисунка видно, что шаг расстановки настенных громкоговорителей можно определить как:

$$Ш = 4R \quad (4.18)$$

где R – величина проекции боковой образующей конуса (L) на противоположную стену, м.

$$R = ШК \times \operatorname{tg} (ШДН/2)$$

где $ШК$ – ширина коридоров, м.

Для широких коридоров ($ШК > 5м$) без учета отражений:

$$Ш = 2R$$

Для прямоугольных помещений, применяется комбинация вышеозначенных подходов.

Решим обратную задачу: рассчитаем необходимый уровень звукового давления громкоговорителя (P_0), в зависимости от ширины коридоров, таблица 4.1.

Исходные данные:

$\text{ИДН (громкоговорителя)} = 90^\circ$;

$N (\text{помещения}) = 60\text{дБ}$;

ШК – Ширина коридоров.

Рассчитаем величина боковой образующей (конуса) L , см. рис 4.8.

$$L = \text{ШК} / \cos(\text{ИДН}/2)$$

Зная значение L , легко вычислить уровень звукового давления P_0 , см. формулу 2.13.

Результаты расчета P_0 , для различных значений (ШК), сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Зависимость шага расстановки настенных громкоговорителей от ширины коридора

Шир кор ШК, м	Дальность 2L, м.	Зв. Давл. P ₀ , дБ.	Расстояние R, м.	Шаг Ш, м.
2,0	5,7	90,0	2,0	8,0
2,5	7,1	92,0	2,5	10,0
3,0	8,5	93,6	3,0	12,0
3,5	9,9	94,9	3,5	14,0
4,0	11,3	96,1	4,0	16,0
4,5	12,7	97,1	4,5	18,0
5,0	14,1	98,0	5,0	20,0

Из таблицы видно, что звуковое давление громкоговорителя находится в рабочих пределах, что подтверждает данные оценки. Цифра 2 в столбце для расчета L означает, что мы учитываем отражения (от противоположной стены). При более высоком уровне шума отражение может не происходить (можно рассчитать). В этом случае вместо величины $2L$, необходимо брать L . В этом случае расчетная величина звукового давления P_0 уменьшится на 6дБ.

Расстановка потолочных громкоговорителей

Критерии и принципы расстановки потолочных громкоговорителей во многом схожи с принципами, применяемыми к настенным громкоговори-

телям, например, для узких коридоров подход практически тот же самый (стены меняем на пол и потолок), рис. 4.8.

Продemonстрируем некоторые аналитические методы для решения задач, связанных с расстановкой потолочных громкоговорителей.

На рис. 4.9 изображена расстановка потолочных громкоговорителей, при которой озвучиваемые площади (круги), соприкасаются, но не пересекаются.

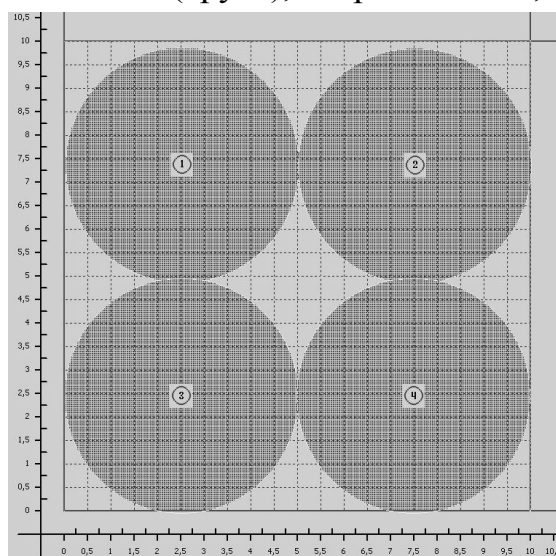


Рис. 4.9 Расстановка потолочных громкоговорителей, при которой площади покрытия не пересекаются

При такой расстановке озвучивается 80% площади ($4/\pi$). Для обеспечения более плотного покрытия, что необходимо для более комфортного звучания, круги должны пересекаться рис. 4.10.

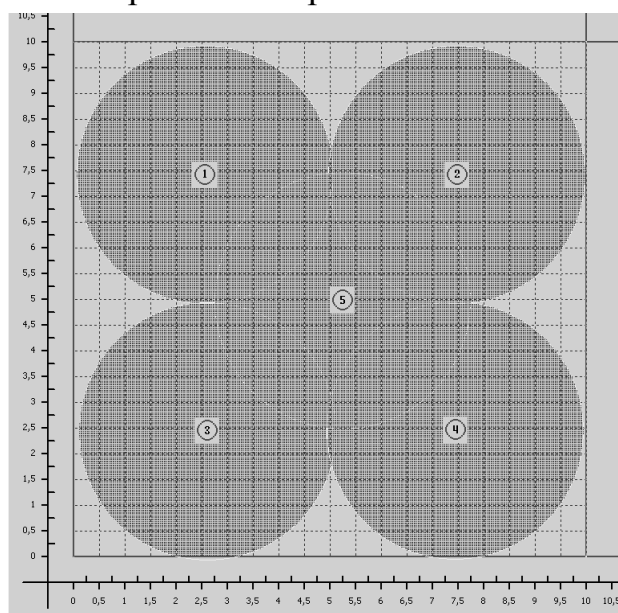


Рис. 4.10 Расстановка потолочных громкоговорителей, при которой озвучиваемые площади перекрываются

4.4 Расчет количества громкоговорителей

Для простых случаев, когда известна площадь помещения, но не известна его конфигурация, зная эффективную площадь озвучиваемую одним громкоговорителем, можно оценить общее количество громкоговорителей (K_1), необходимое для озвучивания данной площади:

$$K_1 = \text{int}(S_n / S_{\text{сп}}) + 1 \quad (4.19)$$

где S_n – площадь озвучиваемого помещения, м. кв;

$S_{\text{сп}}$ – площадь, озвучиваемая одним громкоговорителем, м. кв;

int – операция округления до целого значения;

+1 – корректировка результата округления в большую сторону.

Данную формулу легко применить и для расчета количества (K_2) настенных громкоговорителей, устанавливаемых в коридорах:

$$K_2 = \text{int}(D / III) + 1 \quad (4.20)$$

где D – общая длина коридора, м,

III – шаг расстановки громкоговорителей, формула 4.18.

Выводы: Мы рассмотрели простые, но практически полезные методы, многократно опробованные на практике. Как уже было отмечено, в более сложных задачах необходимо применять вычислительные средства и измерительную технику.

Учебное издание

Олег Владимирович Кочнов

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ

Учебное пособие

Издание печатается в авторской редакции

Выпускающий редактор

А.М. Коськин

Издательство «Стерх» ИП Коськин А.М.

Лиц. изд. ИД № 06366.

Подписано в печать 31.10.2012. Формат 60х84/16.

Бумага для множит. техники. Гарнитура Times. Заказ № 28.

Усл. печ. л. 8,95. Уч.-изд. л. 6,58. Тираж 100 экз.

Адрес: 602200, Владимирская область,
г. Муром, ул. Муромская д. 3 кв.19.

sterx06366@rambler.ru