

Расчет количества и выбор мощности включения звуковых и речевых оповещателей.

Основной трудностью при проектировании систем оповещения является правильный подбор количества, мощности включения и оптимальное расположение оповещателей в помещениях.

Места установки оповещателей должны выбираться не из расчета удобства монтажа или дизайнерских соображений, а из расчета достижения максимальной слышимости и разборчивости передаваемой информации. Не будем вдаваться в теорию распространения звука и устройства человеческого уха. Скажем лишь, что наиболее воспринимаемый человеческим ухом частотный диапазон речи находится в пределах от 400 Гц до 4 кГц. Любое расширение этого диапазона, особенно в области низких частот, реально ухудшает разборчивость передаваемой информации.

Выбор количества и мощности включения оповещателей в конкретном помещении напрямую зависит от таких основных параметров как: уровень шума в помещении, размеры помещения и звуковое давление устанавливаемых оповещателей. Очень часто уровень громкости звука, излучаемого оповещателем, ассоциируется с электрической мощностью его включения в трансляционную линию - это совсем не так. Громкость звука зависит от уровня звукового давления, которое может обеспечить оповещатель (часто используется обозначение SPL - аббревиатура от англоязычного "sound pressure level"). Единицей измерения этого параметра является децибел (дБ). Характеристикой каждого оповещателя является уровень звукового давления, измеренный на расстоянии 1м по оси излучения.

Энергетической характеристикой оповещателя является мощность, которую он потребляет от трансляционной линии (мощность включения). Вот она то и измеряется в Ваттах (Вт). Этот параметр используется, в первую очередь, для того, чтобы рассчитать необходимую мощность усилителя. Понятие о том, что громкость звука напрямую зависит от мощности оповещателя, ошибочно. При выборе мощности включения оповещателей основным параметром является звуковое давление, которое он обеспечивает на этой мощности. Сегодня на рынке существует большой выбор оповещателей, и все они имеют различные, присущие только им характеристики. Как правило, фирма-производитель указывает эти характеристики. Иногда производители не предоставляют эти данные или указывают их не в полном объеме. Остается надеяться, что хотя бы то, что они дают, соответствует действительности.

Первое с чего стоит начинать расчеты - это определение уровня звукового давления полезного аудиосигнала, который должен быть обеспечен оповещателями в защищаемом помещении. Для этого к допустимому уровню звука постоянного шума в защищаемом помещении необходимо прибавить 15 дБ (п.3.15, 3.16 НПБ 104-03)

$$\text{SPL(сум)} = \text{SPL(шум)} + 15 \text{ дБ [ф.1]}$$

где SPL(шум) - допустимый уровень звука постоянного шума в помещении

Необходимо помнить, что допустимый уровень звука постоянного шума в помещениях различного назначения не одинаков. Он определяется либо путем замеров, либо исходя из санитарных норм.

Уровни шумов по ГОСТ 12.1.036-81:

№ п.п.	Назначение помещений	Уровень звука постоянного шума, дБА	Нормативный документ
1	Учебные заведения:		
1.1	классные помещения, учебные кабинеты, аудитории учебных заведений, конференцзалы, читальные залы библиотеки	40	ГОСТ 12.1.036-81
2	Административные здания:		
2.1	помещения офисов, рабочие помещения, кабинеты в административных зданиях, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организациях	50	ГОСТ 12.1.036-81
3	Предприятия торговли:		
3.1	торговые залы	60	ГОСТ 12.1.036-81
4	Медицинские учреждения:		
4.1	кабинеты врачей	40	ГОСТ 12.1.036-81
4.2	палаты больниц и санаториев	35	ГОСТ 12.1.036-81
5	Вокзалы и аэропорты:		
5.1	пассажирские залы	60	ГОСТ 12.1.036-81
6	Производство	зависит от конкретного производственного процесса	
7	Развлекательные и спортивные сооружения:		
7.1	спортивные залы	60	ГОСТ 12.1.036-81
7.2	зрительные залы клубов и кинотеатров	40	ГОСТ 12.1.036-81
7.3	фойе театров и кино театров	55	ГОСТ 12.1.036-81
8	Предприятия общественного питания:		
8.1	залы кафе, ресторанов, столовых	55	ГОСТ 12.1.036-81
9	Жилые помещения:		
9.1	квартиры, дома отдыха, пансионаты, дома-интернаты для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях, спальных помещениях школ-интернатов	40	ГОСТ 12.1.036-81
9.2	гостиницы и общежития	45	ГОСТ 12.1.036-81
9.3	холлы гостиниц, общежитий и учреждений отдыха	50	ГОСТ 12.1.036-81
10	Культовые здания	40	ГОСТ 12.1.036-81
11	Уличные территории		
11.1	непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториевв городской местности	45	СН 2.2.4/2.1.8.562-96

11.2	непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек	55	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
11.3	непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	60	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
11.4	площадки отдыха на территории больниц и санаториев	35	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
11.5	площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений	45	СН 2.2.4/2.1.8.562-96

Рассмотрим конкретный пример.

Нам необходимо рассчитать какое количество речевых оповещателей потребуется установить в торговом зале, и на какую мощность их нужно включить для обеспечения четкой слышимости согласно НПБ 104-03.

Длина помещения 30 м, ширина 20, высота потолка 4 м.

В зависимости от способа установки оповещателей существуют различия в подходах к расчетам оповещателей.

Попробуем рассмотреть этот вопрос на примере речевых оповещателей, производимых американской компанией Wheelock Inc, с использованием рекомендаций компании по расчету и размещению оповещателей.

Таблица 1

Модель оповещателя	Мощность включения в трансляционную линию						
	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8
Е-90 потолочный	88.1	90.8	93.8	96	98.8	-	-
ЕТ-1010 настенный	88	91	94	97	100	103	106

Потолочная установка.

Шаг-1.

Определение мощности включения оповещателей.

Необходимый нам уровень звукового давления, который должен развивать оповещатель в точке проводимого измерения рассчитывается по формуле:

$$SPL(оп.) = SPL(сум.) - 20 \log(I/L) \text{ [ф.2]}$$

где: SPL(сум) - см. [ф.1];

20 - постоянный коэффициент;

L - расстояние от оповещателя до точки измерения.

Так как в нашем помещении высота потолка, на котором будут установлены

оповещатели, равна 4 м, то $L = 4\text{ м} - 1,5\text{ м} = 2,5\text{ м}$ (п.3.15 НПБ 104-03). Теперь найдем $SPL(\text{сум.})$

$$\begin{aligned}SPL(\text{сум.}) &= SPL(\text{шум}) + 15\text{ дБ} \\SPL(\text{сум.}) &= 85\text{ дБ}\end{aligned}$$

Полученные значения подставим в ф.2.

$$\begin{aligned}SPL(\text{оп.}) &= SPL(\text{сум.}) - 20\text{Log}(l/L) \\SPL(\text{оп.}) &= 85\text{ дБ} - 20\text{Log}(l/2,5) \\SPL(\text{оп.}) &= 91,85\text{ дБ}\end{aligned}$$

Произведя данный расчет, выбираем из таблицы 1 необходимую нам мощность включения. Для оповещателя E90 - этим значением будет 0,5 Вт (93,8 дБ)

Шаг-2.

Определение необходимого количества оповещателей и их расстановка.

Данный расчет ведется исходя из диаграммы направленности (дисперсии) используемого оповещателя.

В этой статье мы не будем нагружать читателя специальными терминами, и вдаваться в сложные акустические расчеты. Чаще всего производителями оповещателей предоставляется методика такого расчета. Рассмотрим пример расчета по методике предоставленной компанией Wheelock Inc (Рис.1).

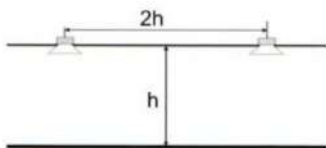


Рис. 1

где h - высота потолка, а $2h$ - расстояние между оповещателями. Площадь озвучивания одним потолочным оповещателем - $S(\text{оп.})$, примерно равна:

$$S(\text{оп.}) = 2h \times 2h = 4h^2 \quad [\text{ф.3}]$$

Подставив известное нам значение высоты потолка, получим:

$$S(\text{оп.}) = 4h^2 = 4 \times 4^2 = 64\text{ м}^2$$

Теперь мы можем рассчитать необходимое нам количество оповещателей (N). Для этого надо площадь помещения ($S_{\text{пом.}}$) разделить на $S_{\text{оп.}}$.

$$\begin{aligned}N &= S(\text{пом.}) / S(\text{оп.}) = 30\text{ м} \times 20\text{ м} / 64\text{ м}^2 \\N &= 600\text{ м}^2 / 64\text{ м}^2 = 9\text{ шт}\end{aligned}$$

Для расстановки потолочных оповещателей можно руководствоваться Рис. 2

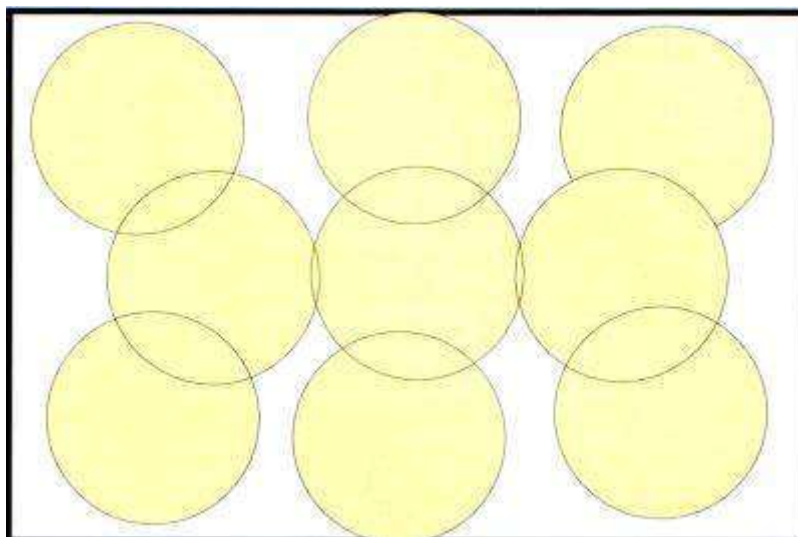


Рис. 2

Итоги произведенных расчетов.

Для обеспечения необходимой слышимости, равномерности и разборчивости сигналов оповещения нам необходимо (при потолочной установке) установить 9 оповещателей Е90 (Wheelock Inc) включенными на 0,5 Вт.

Настенная установка.

При настенной установке, расчеты, связанные с определением необходимого количества оповещателей и мощности их включения несколько отличаются от предыдущего примера.

Звуковое оповещение

В качестве примера возьмем наиболее популярную модель звукового оповещателя АН-24WP (Wheelock Inc.)

Выбор необходимого SPL(оп).

Перед нами стоит задача - обеспечить в защищаемом помещении уровень SPL(сум) = 85 дБ

Таблица 2

Модель оповещателя	Положение переключки мощности включения		
	Низ.	Средн.	Выс.
АН-24WP	100	105	111

Шаг-1.

Для вычисления площади озвучивания одним настенным оповещателем, с учетом п.3.21 НПБ 104-03, воспользуемся формулой (рекомендация Wheelock Inc.):

$$S(\text{оп.}) = L_x (L/1,5) \text{ [ф.4]}$$

где: L - расстояние от оповещателя до дальней точки измерения по оси оповещателя;

(L/1,5) - ширина озвучивания по фронту оповещателя.

Находим значение L для каждого из SPL(оп.) (Таблица 2): используя [ф.2] $SPL(оп.) = SPL(сум.) - 20 \log(l/L)$. Вычисляем:

$$L = 1/10 * (SPL(сум.) - SPL(оп.) / 20) \text{ [ф.5]}$$

При SPL(оп.) - 111 дБ, $L_1 = 20$ м

При SPL(оп.) - 105 дБ, $L_2 = 10$ м

При SPL(оп.) - 100 дБ, $L_3 = 5,6$ м

Теперь используя полученные результаты, находим S(оп.),

при SPL(оп.) - 111 дБ, $S(оп.) = L_1 \times L_1 / 1,5 = 267 \text{ м}^2$

при SPL(оп.) - 105 дБ, $S(оп.) = L_2 \times L_2 / 1,5 = 67 \text{ м}^2$

при SPL(оп.) - 100 дБ, $S(оп.) = L_3 \times L_3 / 1,5 = 21 \text{ м}^2$

Шаг-2.

Определение необходимого количества оповещателей.

Из полученных выше результатов видно, что чем больше SPL(оп.), тем большую площадь с необходимым уровнем SPL(сум.) оповещатель сможет озвучить. Соответственно нам потребуется меньшее количество оповещателей.

$$N = S(пом) / S(оп)$$

Но не стоит поддаваться искушению. Во-первых, так как разница между SPL(шум) и SPL(сум.) достаточно большая (15дБ), а разница между SPL(шум.) и SPL(оп) еще больше и может составлять до 30-50 дБ, то можно себе представить, что почувствует человек находящийся в непосредственной близости от оповещателя при его внезапном включении. Во-вторых, в закрытом пространстве (помещение) очень сильны реверберационные процессы. Реверберационный сигнал, образующийся из множества отраженных сигналов с различными временными задержками и частотной окраской, накладывается на прямой полезный сигнал, размывает звук, делает его нечетким, неприятным и неразборчивым. Особенно это актуально для речевого оповещения. И третье, не пытайтесь использовать оповещатели на полную катушку, чтобы "пробить" стены, двери или стеклянные перегородки, при этом обеспечить там необходимый уровень звука подаваемой информации, у вас все равно ничего не получится.

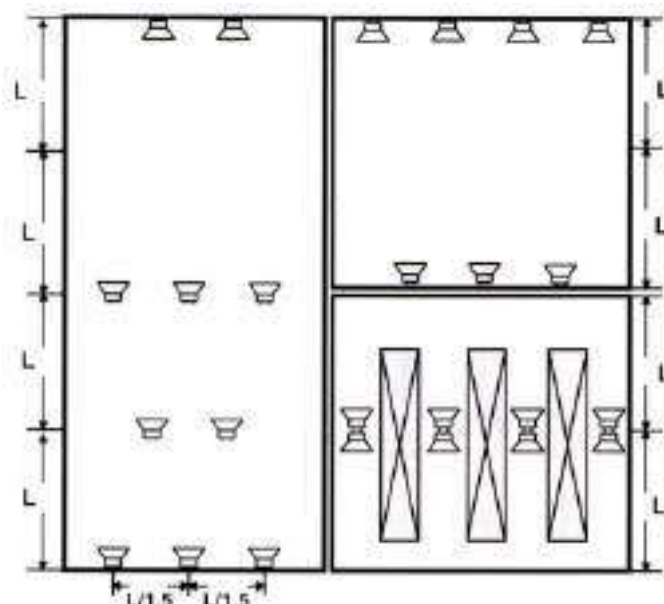
Речевое оповещение

Так как разборчивость и равномерность подаваемой информации в речевом оповещении имеют решающее значение, то пытаться одним мощным оповещателем перекрыть всю необходимую площадь просто недопустимо. На больших площадях, для достижения хорошей разборчивости и равномерности, требуются распределенные системы озвучивания, состоящие из большого количества оповещателей.

Для расчета таких систем воспользуемся рекомендациями Wheelock Inc.

- Соотношение дальности действия оповещателя (L) к ширине области,

- покрываемой одним оповещателем (D), составляет 1,5 к 1.
- Для лучшей равномерности и разборчивости речи - L не должна превышать 9-10 метров. Соответственно максимальная S(оп) примерно равна 60 м².
- При расчете мощности включения оповещателя и мощности включения использовать ф.2 и ф.4.
- При расстановке оповещателей следовать следующим правилам:
 - расстояние между оповещателями расположенными на одной стене должно равняться D.
 - оповещатели установленные на противоположных стенах не должны находиться на одной оси, а располагаться в шахматном порядке.
- При проведении расчетов в помещениях с перегородками (стеллажами и т.п.) должны учитываться эти особенности. Площади, разграниченные этими препятствиями должны рассматриваться как отдельные помещения. Также



должны рассчитываться и помещения со сложными архитектурными характеристиками (разноуровневые потолки, неправильные формы, изгибы в коридорах, объединенные залы и т.д.)

Рис. 3. Примеры расстановки настенных оповещателей

Приведенные выше расчеты помогут проектировщикам осуществлять "вручную" подбор оповещателей. Однако существуют программы автоматического расчета, и в их числе "Программа расчета количества и мощностей включения речевых оповещателей Wheelock", которая с успехом, на протяжении уже более 3 лет, используется многими проектными организациями. Опыт использования этого программного продукта показывает, что заложенный в программе алгоритм расчета полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к речевым СОУЭ. Справедливости ради надо отметить, что в программе заложен алгоритм лишь для определенных моделей речевых оповещателей, но на практике этого оказывается достаточно для расчета большинства СОУЭ. Программу можно бесплатно загрузить с сайта www.wheelock.ru. Также на этом сайте можно найти программы расчета емкости аккумуляторных батарей для резервных источников питания и программу расчета сечения кабелей для линий оповещателей с учетом распределенной нагрузки.