

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

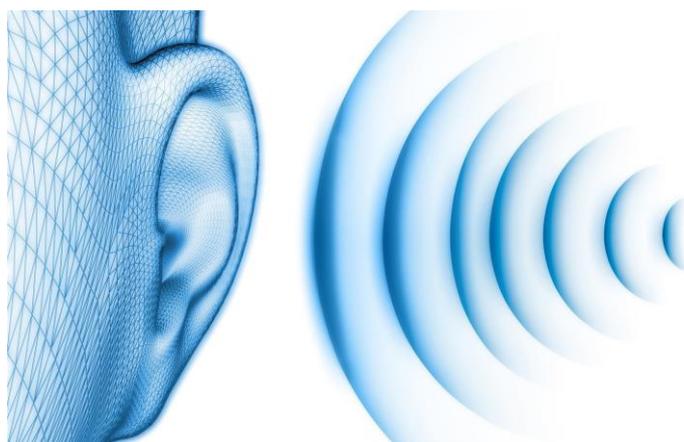
ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

Инженерно-технологический институт

Кафедра безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии

Панова Т.В., Панов М.В., Симбирцева М.Е.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ



Учебное пособие для бакалавров  
всех направлений подготовки

Брянская область  
2023

УДК 331.45:628.517 (07)

ББК 65.247:30н

П 16

Панова, Т. В. Производственный шум: учебное пособие для бакалавров всех направлений подготовки / Т. В. Панова, М. В. Панов. М. Е. Симбирцева. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. – 111 с.

Учебное пособие может быть использовано при изучении дисциплин бакалаврами всех направлений подготовки. Учебное пособие состоит из теоретической части, которая представлена терминами и определениями, требованиями к уровню производственного шума, нормами по обеспечению защиты от негативного воздействия шума на организм человека, а также, описаны методы защиты, средства измерений. Описаны процессы подготовки, проведения, обработки и оценки результатов измерений. Предназначено для подготовки к лекционным, практическим занятиям, подготовки к текущему и промежуточному контролю, самостоятельной работы студентов при изучении дисциплин

Учебное пособие составлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования.

**Рецензенты:** Начальник управления комплексной безопасности, ГО и ЧС ФГБОУ ВО Брянский ГАУ Л.В. Агеенко;  
д.т.н., профессор, профессор кафедры БЖД и ИЭ Е.Н. Христофоров.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол №2 от «28» сентября 2023 года.*

© Брянский ГАУ, 2023

© Т.В. Панова, 2023

© М.В. Панов, 2023

© М.Е. Симбирцева, 2023

## Оглавление

Введение .....	6
1 Термины, определения и сокращения .....	7
1.1 Общие определения.....	7
1.2 Шум на рабочем месте.....	13
1.3 Шум машин .....	15
2 Источники шума и их шумовые характеристики.....	18
3 Гигиеническое нормирование шума и измеряемые величины .....	20
3.1 Действие шума на организм работника.....	20
3.1.1 Общие положения .....	20
3.1.2 Кумулятивный эффект шумового воздействия .....	21
3.1.3 Зависимость от вида шума.....	21
3.1.4 Воздействие шума высокого уровня .....	22
3.2 Принципы гигиенического нормирования.....	23
3.3 Нормируемые и измеряемые величины.....	24
3.3.1 Общие положения .....	24
3.3.2 Эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день $L_{EX,8h}$ .....	24
3.3.3 Пиковый уровень звука с частотной коррекцией $C L_{p,Cpeak}$ .....	25
3.3.4 Измерения уровня звукового давления в полосах частот .....	26
3.3.5 Поправки, вносимые в случае импульсного или тонального шума .....	27
3.3.6 Нормы допустимого шума.....	27
3.4 Подход к обеспечению безопасности шумового воздействия на основе оценки риска .....	32
4 Оценка шума на рабочем месте .....	33
4.1 Общие положения .....	33
4.2 Оценка кумулятивного действия шума .....	34
4.3 Оценка травмирующего действия шума .....	36
4.4 Определение уровней звукового давления в расчетных точках.....	36
4.5 Определение требуемого снижения уровней шума .....	38

5 Звукоизоляция ограждающих конструкций зданий.....	39
5.1 Междуэтажные перекрытия.....	47
5.2 Внутренние стены и перегородки.....	49
5.3 Стыки и узлы .....	50
5.4 Элементы ограждающих конструкций, связанные с инженерным оборудованием.....	51
5.5 Двери, ворота и окна.....	56
5.6 Шумозащитные окна .....	57
5.7 Звукопоглощающие конструкции, экраны, выгородки.....	57
5.8 Экраны и выгородки .....	60
5.9 Системы вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, воздушного отопления .....	61
6 Общие указания по акустическому расчету.....	63
6.1 Определение требуемого снижения шума .....	64
6.2 Основные методы и средства снижения шума и защиты от него.....	65
6.3 Территории городских и сельских поселений .....	70
6.4 Исходные данные для акустических расчетов.....	71
6.5 Шумозащитные жилые здания.....	74
6.6 Акустика помещений.....	77
7 Меры по защите работников от воздействия шума .....	84
7.1 Общие положения .....	84
7.2 Ответственность работодателя.....	87
7.3 Ответственность работника .....	89
7.4 Ответственность изготовителей (поставщиков) машин .....	90
7.5 Ответственность изготовителей средств защиты от шума.....	91
7.6 Проверки с участием сторонних организаций и органов надзора.....	92
8 Измерения шума на рабочем месте .....	92
8.1 Общие положения .....	92
8.2 Измерения.....	94
8.2.1 Измерения $L_{EX,8h}$ .....	94

8.2.2 Измерения $L_{p,Cpeak}$ .....	95
8.3 Сопоставление результатов измерений, выполненных разными испытательными лабораториями.....	97
9 Испытания машин с целью заявления шумовой характеристики .....	98
Список литературы .....	100
Приложение А.....	104

## Введение

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Внезапные шумы высокой интенсивности, даже кратковременные (взрывы, удары и т. п.), могут вызвать как острые нейросенсорные эффекты (головокружение, звон в ушах, снижение слуха), так и физические повреждения (разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки).

Нарушения слуха – проблема не только здоровья отдельного работника, но и безопасности труда как его самого, так и третьих лиц. Прежде всего, это касается таких профессий, как пилоты гражданской авиации, водители транспортных средств и другие профессии высокого риска.

Национальным законодательством с учетом документов Международной организации труда (МОТ), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Международной организации по стандартизации (ИСО) устанавливаются гигиенические нормативы по шуму, процедуры управления соответствующими профессиональными рисками на рабочем месте и регламенты медицинского обслуживания в зависимости от вида выполняемых работ.

В учебном пособии шум рассматривается только с точки зрения возможного вредного влияния на здоровье работника, в первую очередь, на его орган слуха, и развития в связи с этим профессионального заболевания (нарушение слуха, вызванное воздействием шума).

# 1 Термины, определения и сокращения

## 1.1 Общие определения

**Время реверберации  $T$ , с:** Время, за которое уровень звукового давления в помещении после выключения источника звука снижается на 60 дБ.

**Допустимый уровень шума:** Уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов его организма, чувствительных к шуму.

**Диапазон слышимых частот** - Диапазон частот звуков, воспринимаемых и различаемых отологически нормальными лицами.

Примечание – Обычно в качестве диапазона слышимых частот принимают диапазон, включающий в себя третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами от 25 до 10000 Гц.

**Звуковое давление ( $p$ , Па)** - Разность между мгновенным и статическим давлениями воздушной среды.

Примечание – Поскольку минимальное и максимальное значения звукового давления  $p$ , различаемые ухом человека вплоть до появления у него болевых ощущений, отличаются друг от друга приблизительно в миллион раз, для описания шума принято использовать выражаемый в децибелах (дБ) уровень звукового давления

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2} \quad (1.1)$$

где  $p_0$  - опорное значение звукового давления, равное 20 мкПа.

Использование логарифмического масштаба для описания шумового воздействия удобно также потому, что соответствует субъективному восприятию громкости шума человеком. Поскольку звуковое давление  $p$  и уровень звукового давления  $L_p$  являются величинами, изменяющимися со временем, для описания шумового воздействия на некотором временном интервале  $T$  часто используют средний по этому интервалу уровень звукового давления, называемый эк-

вивалентным уровнем звукового давления  $L_{p,T}$ . Другим способом усреднения по времени является экспоненциальное усреднение (интегрирование) с разными постоянными времени  $t$ .

**Звуковая мощность**, Вт: Количество энергии, излучаемой источником шума в единицу времени.

**Звукоизоляция окна  $R$ , дБА**: Величина, служащая для оценки одним числом изоляции внешнего шума, создаваемого городским транспортом, при передаче его внутрь помещения через окно.

**Изоляция воздушного шума (звукоизоляция)  $R$ , дБ**: Способность ограждающей конструкции уменьшать проходящий через нее звук.

Примечание - В общем виде представляет собой десятикратный десятичный логарифм отношения падающей на ограждение звуковой энергии к энергии, прошедшей через ограждение.

**Изоляция ударного шума перекрытием**: Величина, характеризующая снижение ударного шума перекрытием.

**Индекс изоляции воздушного шума  $R$ , дБ**: Величина, служащая для оценки одним числом изоляции воздушного шума ограждающей конструкцией.

Примечание - Определяется путем сопоставления частотной характеристики изоляции воздушного шума со специальным оценочным спектром.

**Индекс приведенного уровня ударного шума  $L$ , дБ**: Величина, служащая для оценки одним числом изоляции ударного шума перекрытием.

Примечание - Определяется путем сопоставления частотной характеристики приведенного уровня ударного шума под перекрытием со специальным оценочным спектром.

**Коэффициент звукопоглощения**: Отношение величины неотраженной поверхностью звуковой энергии к величине падающей энергии.

**Максимальный уровень звука, дБА**: Уровень звука непостоянного шума, соответствующий максимальному показанию измерительного прямопоказывающего прибора (шумомера) при визуальном отсчете, или уровень звука, превышаемый в течение 1% длительности измерительного интервала при регистрации шума автоматическим оценивающим устройством (статистическим анализатором).

**Непостоянный шум**: Шум, уровень звука которого изменяется за время

оценки более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике S шумомера по ГОСТ 17187.

**Октавный уровень звукового давления, дБ:** Уровень звукового давления в октавной полосе частот.

**Постоянный шум:** Шум, уровень звука которого изменяется за время оценки не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике S шумомера по ГОСТ 17187.

**Предельно допустимый уровень шума; ПДУ шума:** Уровень шума, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Примечание - Вместе с тем соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

**Приведенный уровень ударного шума под перекрытием  $L$ , дБ:** Величина, характеризующая изоляцию ударного шума перекрытием, представляющая собой уровень звукового давления в помещении под перекрытием при работе на перекрытии стандартной ударной машины и условно приведенная к величине эквивалентной площади звукопоглощения в помещении, равной  $A = 10$  м .

**Проникающий шум:** Шум, возникающий вне пространства с расчетными точками и проникающий в него через ограждающие конструкции зданий, системы вентиляции, кондиционирования воздуха, водоснабжения и отопления.

**Реверберация:** Явление постепенного спада звуковой энергии в помещении после прекращения работы источника звука.

**Средний коэффициент звукопоглощения:** Отношение суммарной эквивалентной площади звукопоглощения в помещении  $A$  (включая поглощение всех поверхностей, оборудования и людей) к суммарной площади всех поверхностей помещения.

**Уровень звука, дБА:** Энергетическая сумма октавных уровней звукового

давления в нормируемом диапазоне частот, откорректированных по частотной характеристике А шумомера по ГОСТ 17187.

**Уровень звуковой мощности, дБ:** Десятикратный десятичный логарифм отношения звуковой мощности к опорной звуковой мощности ( $W = 10 \text{ Вт}$ ).

**Частотная характеристика изоляции воздушного шума:** Величина изоляции воздушного шума  $R$ , дБ, в третьоктавных полосах частот в диапазоне 100-3150 Гц (в графической или табличной форме).

**Частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под перекрытием:** Величина приведенных уровней ударного шума под перекрытием  $L$ , дБ, в третьоктавных полосах частот в диапазоне 100-3150 Гц (в графической или табличной форме).

**Шум** - звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, способные оказать вредное воздействие на безопасность и здоровье работника.

Примечания

1 Часто с термином «шум» связывают только нежелательные звуковые воздействия. Однако в целях оценки вредного воздействия шума на работника учитывают также звуки в форме речевых сообщений, музыки, звуковых сигналов и т. п.

2 Шум в каждой точке пространства характеризуется звуковым давлением в этой точке или звуковым давлением, скорректированным по одной из стандартизованных частотных характеристик шумомера). Например, звуковое давление, скорректированное по частотной характеристике А шумомера, обозначают.  $p_A$ .

**Шумозащитные здания:** Жилые здания, к которым относятся:

- здания со специальным архитектурно-планировочным решением, предусматривающим ориентацию в сторону источника шума (магистралей) подсобных помещений квартир (кухни, ванные комнаты, санузлы), внеквартирных коммуникаций (лестнично-лифтовые узлы, коридоры), а также не более одной комнаты в квартирах с тремя жилыми комнатами и более;

- здания, в которых на фасаде, обращенном в сторону внешнего источника шума, установлены шумозащитные окна, снабженные специальными вентиляционными устройствами с глушителями шума;

- здания комбинированного типа, в которых для борьбы с шумом используются одновременно вышеописанные приемы.

- шумозащитные окна: Окна со специальными вентиляционными устройствами, обеспечивающие повышенную звукоизоляцию при одновременном обеспечении нормативного воздухообмена в помещении.

- шумозащитные экраны: Сооружения в виде вертикальных или наклонных стенок различной конструкции, земляных насыпей, выемок, галерей и т.п., установленные вдоль автомобильных и железных дорог в целях снижения шума.

- эквивалентная площадь звукопоглощения (поверхности или предмета), м: Площадь поверхности, полностью поглощающей звук (с коэффициентом звукопоглощения =1), которая поглощает такое же количество звуковой энергии, как и данная поверхность или предмет.

- эквивалентный (по энергии) уровень звука, дБА: Уровень звука постоянного шума, который имеет то же самое среднеквадратическое звуковое давление, что и исследуемый непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

***Шумозащитные здания:*** Жилые здания, к которым относятся:

- здания со специальным архитектурно-планировочным решением, предусматривающим ориентацию в сторону источника шума (магистралей) подсобных помещений квартир (кухни, ванные комнаты, санузлы), внеквартирных коммуникаций (лестнично-лифтовые узлы, коридоры), а также не более одной комнаты в квартирах с тремя жилыми комнатами и более;

- здания, в которых на фасаде, обращенном в сторону внешнего источника шума, установлены шумозащитные окна, снабженные специальными вентиляционными устройствами с глушителями шума;

- здания комбинированного типа, в которых для борьбы с шумом используются одновременно вышеописанные приемы.

***Шумозащитные окна:*** Окна со специальными вентиляционными устройствами, обеспечивающие повышенную звукоизоляцию при одновременном обеспечении нормативного воздухообмена в помещении.

***Шумозащитные экраны:*** Сооружения в виде вертикальных или наклонных стенок различной конструкции, земляных насыпей, выемок, галерей и т.п., установленные вдоль автомобильных и железных дорог в целях снижения шума.

**Эквивалентная площадь звукопоглощения (поверхности или предмета),  $m^2$ :** Площадь поверхности, полностью поглощающей звук (с коэффициентом звукопоглощения =1), которая поглощает такое же количество звуковой энергии, как и данная поверхность или предмет.

**Эквивалентный (по энергии) уровень звука, дБА:** Уровень звука постоянного шума, который имеет то же самое среднеквадратическое звуковое давление, что и исследуемый непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

**Эквивалентный уровень звукового давления  $L_{p,T}$ , дБ:** Десятикратный десятичный логарифм отношения усредненного на заданном временном интервале  $T$  (с началом  $t_1$  и окончанием  $t_2$ ) квадрата звукового давления  $p$  к квадрату опорного звукового давления  $p_0$  ( $p_0 = 20$  мкПа).

$$L_{p,T} = 10 \lg \left[ \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right]. \quad (1.2)$$

**Эквивалентный уровень звука (с частотной коррекцией  $A$ )  $L_{pA,T}$ , дБ -** Десятикратный десятичный логарифм отношения усредненного на заданном временном интервале  $T$  (с началом  $t_1$  и окончанием  $t_2$ ) квадрата звукового давления, скорректированного по частотной характеристике  $A$ ,  $p_A$  к квадрату опорного звукового давления  $p_0$  ( $p_0 = 20$  мкПа).

$$L_{pA,T} = 10 \lg \left[ \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2} \right] \quad (1.3)$$

## 1.2 Шум на рабочем месте

**Оценка шумового воздействия (на работника)** - Сравнение значения показателя шумового воздействия, полученного в результате измерения, с гигиеническим нормативом по шуму.

Примечание – Понятие «измерение» здесь рассматривается в широком смысле и может включать в себя при необходимости процедуры расчетов и прогнозирования.

**Гигиенический норматив (по шуму)** - Законодательно установленное предельно допустимое значение нормируемой характеристики шумового воздействия на работника на его рабочем месте.

Примечания

1 Гигиенические нормативы по шуму устанавливаются по результатам комплексных санитарно-гигиенических обследований работников и клинических исследований влияния шума на слуховой аппарат человека исходя из риска появления профессионального заболевания или травм, обусловленных шумом. Соблюдение гигиенических нормативов не исключает возникновение профессиональных заболеваний у небольшой доли работников, отличающихся повышенной чувствительностью к воздействию шума.

2 При превышении установленных гигиенических нормативов шум рассматривают как вредный фактор производственной среды.

3 Нормируемыми характеристиками шумового воздействия могут быть, например, эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день  $L_{EX,8h}$ , пиковый уровень звука с частотной коррекцией  $C L_{pCpeak}$ ,

**Эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день  $L_{EX,8h}$ , ДБ:** Величина, используемая в целях нормирования и оценки шума на рабочем месте и определяемая как

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \lg \left[ \frac{T_e}{T_0} \right], \quad (1.4)$$

где  $L_{pA eqT_e}$  – эквивалентный уровень звука, определенный в соответствии с ГОСТ ISO 9612 и настоящим стандартом для номинального рабочего дня, характеризующегося временным интервалом  $T_e$ , дБ;

$T_e$  – эффективная длительность номинального рабочего дня (т. е. интервал времени, в течение которого наблюдается воздействие шума,

существенного и представительного для данного рабочего места), час;

$T_0$  – базовая длительность рабочего дня, равная 8 час.

Примечание – Величину, нормируемую и измеряемую<sup>1</sup>) в целях оценки шума на рабочем месте, не следует путать с физической величиной, определяемой той же формулой (1.4), но для произвольно выбранного 8-часового интервала и неопределенных условий измерений.

**Пиковый уровень звука с частотной коррекцией  $C_{Lp, Cpeak}$ , дБ:** Величина, используемая в целях нормирования и оценки шума на рабочем месте и определяемая как

$$L_{p.Cpeak} = 10 \cdot \lg \frac{P_{Cpeak}^2}{P_0^2} \quad (1.5)$$

где  $L_{p.Cpeak}$  – пиковое значение звукового давления, скорректированного по частотной характеристике  $C$ , на интервале времени  $T_e$ , определенное в соответствии с ГОСТ ISO 9612 и настоящим стандартом, мкПа;  
 $p_0 = 20$  мкПа.

**Номинальный (рабочий) день** - реальный или смоделированный рабочий день, выбранный для оценки шумового воздействия.

Примечание – Номинальный день определяют на основе анализа проводимых работ как представительный для расчета шумового воздействия на работника.

**Импульс (шума)** - кратковременное возращание звукового давления.

Примечания

1 Импульс звукового давления на рабочем месте может быть создан как кратковременным излучением шума стационарным или перемещающимся источником, так и непрерывным излучением шума перемещающимся источником.

2 Длительность импульса, определяемая интервалом времени, когда он различимо превышает фоновый шум, обычно составляет менее одной секунды.

**Импульсный шум** - последовательность импульсов шума.

Примечания

1 Если импульсы шума следуют друг за другом с очень коротким промежутком времени (менее 0,2 с), например при работе пневматического рубильного молотка, то такой шум не рассматривают как импульсный. Однако если число импульсов в последовательности невелико, а общее время последовательности не превышает длительности, характерной для одного импульса (см. примечание 2 к 3.3), то применительно к рабочему месту всю последовательность можно рассматривать как один

импульс, а повторение таких последовательностей – как импульсный шум. Если такая последовательность характеризует шумоизлучение машины, то она рассматривается как однократный шумовой процесс.

2 Иногда под импульсным шумом понимают шум, содержащий импульсы.

**Тональный шум** - звук, в спектре которого присутствуют одна или несколько отчетливо выраженных частотных или узкополосных составляющих.

### 1.3 Шум машин

**Шумовая характеристика (машины)** - одна или несколько величин, характеризующих излучаемый машиной шум в заданных условиях ее применения.

Примечания

1 Под машиной в данном определении может пониматься оборудование, транспортное средство, производящее шум сооружение и т. п.

2 Условия применения включают в себя заданную комплектацию машины, способ и место ее установки или передвижения, режим работы машины (включая, при необходимости, объект обработки или перерабатываемый материал), а также атмосферные условия.

3 Значения величин, входящих в шумовую характеристику машины, вместе с соответствующими характеристиками неопределенности (стандартной или расширенной неопределенностью, коэффициентом и уровнем охвата) получают и подтверждают в результате измерений согласно соответствующему испытательному коду по шуму. При отсутствии испытательного кода по шуму для машин данного вида измерения проводят в соответствии с иным нормативным документом (техническими условиями на машину, методикой измерений и пр.).

**Испытательный код по шуму** - стандарт, устанавливающий требования к проведению испытаний для измерения шумовой характеристики машины определенного вида в целях ее заявления или подтверждения.

Примечание – Испытательный код по шуму относится к стандартам безопасности типа С.

**Рабочий цикл (машины)** - определенная последовательность выполнения машиной рабочих операций, составляющих полный цикл функционирования машины.

Примечание – В рабочем цикле рабочие операции могут выполняться однократно или повторяться несколько раз (подряд или в чередовании с другими операциями).

**Контрольная точка (машины)** - место измерения звукового давления (установки микрофона) при испытаниях машины с целью определения ее шу-

мальной характеристики, в котором предполагается присутствие людей при нормальном применении машины.

Примечание – Контрольная точка может быть, например, в месте предполагаемого нахождения оператора машины или лица, контролирующего работу машины.

**Эквивалентный уровень звука излучения  $L_{pA,em}$ , дБ:** Эквивалентный уровень звука, определенный в контрольной точке на заданном интервале времени при работе машины в заданных условиях в заданном режиме, с внесенными поправками на акустические условия испытаний.

**Пиковый уровень звука излучения с частотной характеристикой С  $L_{p,C peak,em}$ , дБ:** Величина, используемая в качестве шумовой характеристики машины и определяемая как

$$L_{p,C peak,em} = 10 \cdot \lg \frac{p_{Cpeak}^2}{p_0^2} \quad (1.6)$$

где  $p_{Cpeak}$  – пиковое значение звукового давления излучения, скорректированного по частотной характеристике С, на заданном интервале времени, мкПа;  
 $p_0 = 20$  мкПа.

**Однократный шумовой процесс** - Непродолжительное шумовое событие, характерное для работы машины в нормальных условиях ее применения.

Примечания

1 Примерами однократного шумового процесса могут быть импульс или последовательность импульсов шума, переходный процесс при изменении режима работы машины и т. п.

2 Однократный шумовой процесс характеризуют, как правило, уровнем звуковой энергии.

**Уровень экспозиции однократного шумового процесса  $L_E$ , дБ** - десятикратный десятичный логарифм отношения интегрированного на заданном временном интервале Т (с началом  $t_1$  и окончанием  $t_2$ ) квадрата звукового давления  $p$  отдельного шумового события (импульса или переходного процесса) к опорному значению дозы шума  $E_0$  [ $E_0 = (20 \text{ мкПа})^2 \text{ с} = 4 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^2 \text{ с}$ ]

$$L_E = 10 \lg \left[ \frac{\int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{E_0} \right]. \quad (1.7)$$

**Звуковая мощность  $W$ , Вт** - интеграл по поверхности  $S$  от произведения звукового давления  $p$  и составляющей скорости  $u_n$  колебаний частицы среды на поверхности  $S$ , нормальной к этой поверхности

$$W = \int_S p(s) \cdot u_n(s) ds \quad (1.8)$$

Примечание – Данную величину используют для описания интенсивности излучения звуковой энергии источником в среду через поверхность  $S$ .

**Уровень звуковой мощности  $L_W$ , дБ:** Десятикратный десятичный логарифм отношения звуковой мощности  $W$  к опорной звуковой мощности  $W_0$  ( $W_0 = 1$  пВт)

$$L_W = 10 \cdot \lg \frac{W}{W_0} \quad (1.9)$$

Примечание – При измерениях с применением коррекции по одной из частотных характеристик или в заданной полосе частот в обозначение уровня звуковой мощности добавляют соответствующий подстрочный индекс. Например, LWA обозначает уровень звуковой мощности с коррекцией по частотной характеристике A.

**Звуковая энергия  $J$ , Дж** - интеграл от звуковой мощности  $W$  на заданном временном интервале  $T$  (с началом  $t_1$  и окончанием  $t_2$ )

$$J = \int_{t_1}^{t_2} W(t) dt \quad (1.10)$$

Примечание – Данную величину обычно используют для описания кратковременных (однократных) шумовых процессов.

**Уровень звуковой энергии  $L_J$ , дБ:** Десятикратный десятичный логарифм отношения звуковой энергии  $J$  к опорной звуковой энергии  $J_0$  ( $J_0 = 1$  пДж)

$$L_J = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0} \quad (1.11)$$

Примечание – При измерениях с применением коррекции по одной из частотных характеристик или в заданной полосе частот в обозначение уровня звуковой энергии добавляют соответствующий подстрочный индекс. Например,  $L_{JA}$  обозначает уровень звуковой энергии с коррекцией по частотной характеристике  $A$ .

**Показатель направленности  $D_I$ , дБ:** Величина, характеризующая степень направленности излучения звука машиной или другим объектом и равная превышению эквивалентного уровня звукового давления (в полосе частот или с частотной характеристикой  $A$ ) в заданном направлении над эквивалентным уровнем звукового давления, усредненного по всем направлениям, определяемым на одном и том же расстоянии от машины в дальнем свободном звуковом поле.

## 2 Источники шума и их шумовые характеристики

Основными источниками шума в зданиях различного назначения являются технологическое и инженерное оборудование. Шумовыми характеристиками технологического и инженерного оборудования, создающего постоянный шум, являются уровни звуковой мощности,  $L_w$  дБ, в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63-8000 Гц (октавные уровни звуковой мощности), а оборудования, создающего непостоянный шум, - эквивалентные

уровни звуковой мощности  $L_{wэкв}$  и максимальные уровни звуковой мощности  $L_{wмакс}$  в восьми октавных полосах частот.

Шумовые характеристики технологического и инженерного оборудования должны содержаться в его технической документации и прилагаться к разделу проекта "Защита от шума". Следует учитывать зависимость шумовых характеристик от режима работы, выполняемой операции, обрабатываемого материала и т.п. Возможные варианты шумовых характеристик должны быть отражены в технической документации оборудования.

Основными источниками внешнего шума являются потоки всех видов городского транспорта, проходящего по автомобильным и железнодорожным магистралям, суда при их движении в акваториях, самолеты в зонах воздушного подхода к аэропортам, производственные, коммунальные и энергетические объекты и их отдельные установки, открытые стадионы, внутриквартальные источники шума: транспорт в местах въезда в гаражи, стоянки; вентиляция и системы кондиционирования воздуха этих объектов, центральные тепловые пункты, хозяйственные двory магазинов, спортивные и игровые площадки, стройплощадки и др.

Шумовыми характеристиками источников внешнего шума являются:

- для транспортных потоков на улицах и дорогах - эквивалентный уровень звука  $L_{Aэкв}$ , дБА, и максимальный уровень звука  $L_{Aмакс}$ , дБА, на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения (для трамваев - на расстоянии 7,5 м от оси ближнего пути);

- для железнодорожного транспорта - эквивалентный уровень звука  $L_{Aэкв}$ , дБА, и максимальный уровень звука  $L_{Aмакс}$ , дБА, на расстоянии 25 м от оси ближнего к расчетной точке пути;

- для водного транспорта - эквивалентный уровень звука  $L_{Aэкв}$ , дБА, и максимальный уровень звука  $L_{Aмакс}$ , дБА, на расстоянии 25 м от борта судна;

- для воздушного транспорта - эквивалентный уровень звука  $L_{Aэкв}$ , дБА, и максимальный уровень звука  $L_{Aмакс}$ , дБА, в расчетной точке;

- для промышленных и энергетических предприятий с максимальным ли-

нейным размером в плане до 300 м включительно - эквивалентные уровни звуковой мощности  $L_{wэкв}$  и максимальные уровни звуковой мощности  $L_{wмакс}$  в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63 - 8000 Гц и фактор направленности излучения в направлении расчетной точки  $\Phi$  ( $\Phi = 1$ , если фактор направленности неизвестен). Допускается представлять шумовые характеристики в виде эквивалентных скорректированных уровней звуковой мощности  $L_{wАэкв}$ , дБА, и максимальных скорректированных уровней звуковой мощности  $L_{wАмакс}$ , дБА;

- для промышленных зон, промышленных и энергетических предприятий с максимальным линейным размером в плане более 300 м - эквивалентный уровень звука  $L_{Аэкв.гр}$ , дБА, и максимальный уровень звука  $L_{Амакс.гр}$ , дБА, на границе территории предприятия и селитебной территории в направлении расчетной точки.

### 3 Гигиеническое нормирование шума и измеряемые величины

#### 3.1 Действие шума на организм работника

##### 3.1.1 Общие положения

Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание.

Различают три основных вида тугоухости в зависимости от того, в какой из систем слухового тракта наблюдаются патологические изменения: звукопроводения (кондуктивная тугоухость), звуковосприятия (нейросенсорная или перцептивная тугоухость) или в обоих видов (смешанный вид тугоухости). Кондуктивная тугоухость обусловлена изменением подвижности барабанной пере-

понки и цепи слуховых косточек. Нейросенсорная тугоухость развивается при повреждении чувствительных нервных клеток внутреннего уха, слухового нерва и центральных образований слуховой системы. От своевременного диагностирования тугоухости на начальной стадии ее развития зависит эффективность профилактических мероприятий, предупреждающих развитие профессионального заболевания.

### 3.1.2 Кумулятивный эффект шумового воздействия

Развитие профессиональной тугоухости связано с постепенным поражением органа слуха работника и снижением его адаптивной способности за интервал времени между рабочими сменами восстанавливать порог слышимости, увеличивающийся в результате действия повышенного производственного шума. Развитие патологических изменений в органе слуха происходит в том случае, когда повышенный шум действует на работника в течение длительного времени (как правило, свыше пяти лет). Эффект воздействия шума, таким образом, носит кумулятивный характер, когда неблагоприятные изменения в организме накапливаются постепенно в процессе воздействия вредного фактора. Поэтому вероятность возникновения профессиональной тугоухости у работника за период его профессиональной деятельности зависит от сочетания двух факторов: уровня шума на рабочем месте и стажа работ по данной профессии.

### 3.1.3 Зависимость от вида шума

При одной и той же длительности воздействия и интенсивности шума эффект его воздействия на работника может быть разным в зависимости от вида шума, в частности от его частотного состава. Так нейросенсорная тугоухость чаще развивается в случае воздействия на работника высокочастотных и тональных (узкополосных) шумов, а кондуктивная – при воздействии низкочастотного и широкополосного шума.

Чувствительность уха человека зависит от частоты прослушиваемого тона. Данная зависимость отражена стандартными кривыми равной громкости, установленными [1]. Указанные кривые достаточно хорошо описывают также вредное воздействие шума на слуховой анализатор в зависимости от частоты возбуждения. Чтобы выровнять значения уровня звукового давления, вызывающие равную вредность при возбуждении на разных частотах диапазона слышимых частот, используют коррекцию по частотной характеристике А [см. ГОСТ 17187–2010 (таблица 2)], которая близка к «перевернутой» стандартной кривой равной громкости 40 фон.

Многочисленные исследования показали, что при равном интегральном уровне шума развитие профессиональной тугоухости будет наблюдаться чаще и при меньшем стаже работ, если шум на рабочем месте преимущественно импульсный. Существует точка зрения, что аналогичный негативный эффект может быть вызван воздействием тонального шума, однако в настоящее время недостаточно данных, чтобы связать наличие тонального шума на рабочем месте с ускоренным развитием тугоухости. Вместе с тем тональный шум оказывает более выраженное общее раздражающее действие на центральную нервную систему, обуславливая тем самым развитие неспецифических проявлений влияния шума на организм работника.

### 3.1.4 Воздействие шума высокого уровня

Помимо накапливаемого (кумулятивного) эффекта шум может оказывать и мгновенное вредное воздействие на орган слуха работника. При очень высокой интенсивности шум способен вызывать ощущение болезненного давления в ушах. Уровень звукового давления, при котором наступает такое ощущение, называют порогом болевого ощущения. При еще большем повышении уровня (например, во время проведения взрывных работ или испытаний мощных машин) возможно получение работником акустической травмы в виде поражения барабанной перепонки вплоть до ее прободения.

В отличие от уровня порога слышимости порог болевого ощущения слабо зависит от частоты. Кривая порога болевого ощущения практически постоянна во всем диапазоне слышимых частот и имеет небольшие спады по его краям. Для выравнивания этой кривой вводят коррекцию по частотной характеристике С [ГОСТ 17187–2010 (таблица 2)].

### 3.2 Принципы гигиенического нормирования

Показатели, по наблюдениям которых можно было бы судить о степени безопасности текущего шумового воздействия на работника, в идеале должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть тесно коррелированными с возможным появлением у работника в будущем (после выработки фиксированного стажа работы по данной профессии) профессионального заболевания (см. 4.1.2) или с получением им акустической травмы (см. 4.1.4);

Примечание 1 – При исследованиях этиологии профессиональной тугоухости фиксированный стаж работы принимают равным от 10 до 14 лет (обычно 12 лет);

- быть легко определяемыми с достаточной точностью с помощью находящихся в обращении технических средств.

Вместе эти требования реализовать трудно, поэтому в практике гигиенического нормирования используют компромиссные решения. В качестве нормируемых показателей используют величины, характеризующие вероятность профессионального заболевания или акустической травмы в среднем для работников разных профессий. При этом следует понимать, что одно и то же шумовое воздействие способно оказать разное влияние на слуховой аппарат работника в зависимости от индивидуальных особенностей организма последнего.

Нормирование шума на рабочем месте заключается в установлении для выбранного показателя такого предельного значения, чтобы в ситуациях, когда значения показателя ниже предельного, риск профессионального заболевания был приемлемым, но, с учетом индивидуальной восприимчивости шума, не нулевым.

Примечание 2 – Для отдельных уязвимых групп работников могут быть установлены иные предельные значения.

### 3.3 Нормируемые и измеряемые величины

#### 3.3.1 Общие положения

В настоящем подразделе приведены основные показатели, которые могут быть использованы в целях гигиенического нормирования шума и измеряемые на рабочем месте для проверки соответствия установленным гигиеническим нормативам. Однако следует иметь в виду, что национальным законодательством могут быть установлены иные или дополнительные нормируемые величины.

Предельно допустимые значения нормируемых величин (гигиенические нормативы по шуму) устанавливаются национальным законодательством.

#### 3.3.2 Эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день $L_{EX,8h}$

Чтобы характеризовать опасность здоровью работника, связанную с кумулятивным воздействием шума, необходимо установить показатель, обладающий следующими свойствами. С одной стороны, из практических соображений должна существовать возможность определить его значение за относительно короткий временной отрезок (обычно не превышающий нескольких часов или дней), и в то же время он должен позволять использовать его для оценки дозы шума, накопленной за трудовой стаж работника по данной профессии. В качестве такого показателя используют эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день  $L_{EX,8h}$ , который в идеале должен представлять собой средний по стажу работы эквивалентный уровень звука. Чтобы результат реального измерения был по возможности близок к «идеальному» значению, измерение проводят для номинального рабочего дня, представительного с точки зрения воздействия шума на работника в предположении, что весь стаж работ будет накоплен работником на одном рабочем месте при существующих условиях организации его работы.

Измерения эквивалентного уровня звука за 8-часовой рабочий день  $L_{EX,8h}$  выполняют в соответствии с ГОСТ ISO 9612 или в соответствии с нормативным

документом, устанавливающим методы измерений шума на конкретных рабочих местах (при его наличии).

#### Примечания

1 Следует различать нормируемую и измеряемую величину от лежащей в ее основе физической величины. Определение нормируемой (измеряемой) величины помимо указания физической величины (в данном случае физической величиной будет эквивалентный уровень звука) включает в себя также максимально подробное описание условий ее измерения и, при необходимости, всех используемых преобразований. Измерения одной и той же физической величины могут проводиться с разными целями в разных приложениях, и для часто используемых приложений измеряемой величине может быть присвоен собственный термин и обозначение. Примерами этого могут служить термин «эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день» и обозначение  $L_{EX,8h}$ .

2 Коррекцию по частотной характеристике A используют для того, чтобы избавиться от специфики конкретного шумового воздействия, связанной с ее спектральным составом, и приписать одинаковую «вредность» всем частотным составляющим равного уровня.

### 3.3.3 Пиковый уровень звука с частотной коррекцией $C L_{p,Cpeak}$

Для описания риска получения акустической травмы (см. 4.1.4) используют пиковый уровень звука с частотной коррекцией  $C L_{p,Cpeak}$ . Данный вид частотной коррекции позволяет компенсировать несколько меньшую болевую чувствительность органа слуха к частотным составляющим на краях диапазона слышимых частот.

Установление предельно допустимого уровня для  $L_{p,Cpeak}$  не требует обработки большого массива статистических данных, как в случае  $L_{EX,8h}$ . Номинальный рабочий день, для которого определяют  $L_{p,Cpeak}$  в целях контроля соответствия установленному гигиеническому нормативу, должен включать в себя шумовые события, обычные для данного рабочего места и характеризующиеся максимальным кратковременным излучением звуковой энергии.

Неопределенность измерения  $L_{p,Cpeak}$  может быть существенно выше, чем неопределенность измерения  $L_{EX,8h}$ .

Примечание – В отличие от  $L_{EX,8h}$  в данном случае термин, обозначающий нормируемую и измеряемую величину, совпадает с наименованием физической величины. Тем не менее и здесь также требуется различать физическую и измеряемую (нормируемую) величину.

### 3.3.4 Измерения уровня звукового давления в полосах частот

Как было указано в 4.1.3, частотный состав шума, действующего на работника на его рабочем месте и способного привести к развитию профессионального заболевания, в существенной степени определяет возможный характер этого заболевания, а также в какой из систем организма с наибольшей вероятностью будут наблюдаться патологические изменения. Однако даже при укрупненном разбиении спектра частот шума на октавы установить достоверную статистическую связь уровня звукового давления в октавной полосе частот с развитием той или иной патологии в настоящее время не представляется возможным. Во-первых, для установления такой связи необходим объем наблюдений, многократно превышающий тот, что использовался для нормирования  $L_{EX,8h}$ , и, кроме того, неопределенность измерения октавных составляющих шума (а значит и неопределенность нормирования) будет существенно выше, чем для  $L_{EX,8h}$ . По указанным причинам уровни звукового давления в полосах частот нормировать не рекомендуется.

Вместе с тем, информация о частотном составе шума важна для правильного диагностирования вида профессиональной тугоухости. Кроме того, знание частотного состава шума может быть использовано для выбора методов и средств снижения шума на рабочем месте, а также для подбора соответствующего индивидуального средства защиты от шума. Поэтому при контроле шума на рабочих местах следует выполнять измерения уровней звукового давления в октавных полосах частот, определенных ГОСТ 17168, и фиксировать результаты в протоколе испытаний. Метод измерений уровней звукового давления в октавных полосах частот тот же, что и при измерении  $L_{EX,8h}$ , однако измерительная система (средство измерений) должна иметь набор октавных фильтров, соответствующих требованиям ГОСТ 17168. Измерения уровней звукового давления в октавных полосах частот проводят одновременно с измерениями эквивалентных уровней звука, используемых для расчета  $L_{EX,8h}$ . В случае если измерительная система (средство измерений) позволяет вести запись сигнала зву-

кового давления, то допускается определять уровни звукового давления в октавных полосах частот последующей обработкой полученного сигнала.

### 3.3.5 Поправки, вносимые в случае импульсного или тонального шума

При равном  $L_{EX,8h}$  кумулятивный вредный эффект воздействия на организм работника будет выше, если шум имеет импульсный или тональный характер. Национальным законодательством для учета этого эффекта может быть установлено требование вносить в полученное в результате измерений значение  $L_{EX,8h}$ , прежде чем сравнивать его с нормой, поправку на импульсность или тональность. Условия и способ определения поправок приведены в приложении А.

### 3.3.6 Нормы допустимого шума

Нормируемыми параметрами постоянного шума в расчетных точках являются уровни звукового давления  $L_p$ , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочных расчетов допускается использование уровней звука  $L_A$ , дБА.

Постоянный проникающий шум считают удовлетворяющим нормам, если уровни звукового давления  $L$ , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и уровни звука, дБА, не превышают предельно допустимых и допустимых уровней звукового давления и допустимых уровней звука, указанных в таблице 3.1.

Нормируемыми параметрами непостоянного (прерывистого, колеблющегося во времени) шума являются эквивалентные уровни звукового давления  $L_{P_{ЭКВ}}$ , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и максимальные уровни звука  $L_{A_{макс}}$ , дБ и эквивалентные –  $L_{A_{ЭКВ}}$ , дБА.

Допускается использовать эквивалентные уровни звука  $L_{A_{ЭКВ}}$ , дБА, и мак-

симальные уровни звука  $L_{A\text{макс}}$ , дБА. Шум считают в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные значения.

Оценку проникающего непостоянного шума на соответствие допустимым нормам следует проводить одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из этих уровней над нормой считается несоответствием нормам допустимого шума.

Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, дБ (эквивалентные уровни звукового давления, дБ), допустимые эквивалентные и максимальные уровни звука на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях, на площадках промышленных предприятий, в помещениях жилых и общественных зданий и на территориях жилой застройки для проникающего шума следует принимать по таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука $L_A$ (эквивалентный уровень звука $L_{A\text{экв}}$ ), дБА	Максимальный уровень звука $L_{A\text{макс}}$ , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1 Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	-	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75

Продолжение таблицы 3.1

2 Рабочие помещения диспетчерских служб, кабины наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, участки точной сборки, телефонные и телеграфные станции	-	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	80
3 Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	-	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	90
4 Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий, территории предприятий с постоянными рабочими местами (за исключением работ, перечисленных в поз.1-3)	-	102	90	82	77	73	70	68	66	64	75	90
5 Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	7.00-23.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23.00-7.00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
6 Кабинеты врачей больниц, поликлиник, амбулаторий, санаториев, диспансеров	-	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50

Продолжение таблицы 3.1

7 Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории образовательных организаций, конференц-залы, читальные залы библиотек, зрительные залы клубов, залы судебных заседаний, культовые здания, зрительные залы клубов с обычным оборудованием	-	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
8 Музыкальные классы	-	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
9 Жилые комнаты квартир	7.00-23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00-7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
10 Жилые комнаты общежитий	7.00-23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00-7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
11 Номера гостиниц:												
LAмакс	7.00-23.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
LAмакс	23.00-7.00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
гостиницы категории "три звезды"	7.00-23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00-7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
гостиницы категорий ниже "три звезды"	7.00-23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00-7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
12 Жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов	7.00-23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00-7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

Продолжение таблицы 3.1

13 Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций	-	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	65
14 Залы кафе, ресторанов, столовых	-	89	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
15 Фойе театров и концертных залов	-	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
16 Зрительные залы театров и концертных залов	-	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
17 Многоцелевые залы	-	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
18 Кинотеатры с оборудованием "Долби"	-	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
19 Спортивные залы	-	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
20 Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэровокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания	-	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75
21 Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	7.00-23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00-7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
22 Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов, пансионатам	7.00-23.00	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23.00-7.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Продолжение таблицы 3.1

23 Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки дошкольных образовательных организаций и других образовательных организаций		90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
--	--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Примечания

1 Допустимые уровни шума в помещениях, приведенные в поз.1, 5-13, относятся только к шуму, проникающему из других помещений и извне.

2 Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях, приведенные в поз.5-12, установлены при условии обеспечения нормативного воздухообмена, т.е. при отсутствии принудительной системы вентиляции или кондиционирования воздуха, - должны выполняться при условии открытых форточек или иных устройств, обеспечивающих приток воздуха.

3 Допустимые уровни шума от оборудования систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления, а также от насосов систем отопления и водоснабжения и холодильных установок встроенных (пристроенных) предприятий торговли и общественного питания следует принимать на 5 дБ (дБА) ниже значений, указанных в таблице 1, за исключением поз.9-12 (для ночного времени суток). При этом поправку на тональность шума не учитывают.

### 3.4 Подход к обеспечению безопасности шумового воздействия на основе оценки риска

Хотя в настоящее время общей практикой законодательного ограничения условий, при которых возможно вредное воздействие шума на работника, является установление предельных значений параметров шума (гигиенических нормативов) для последующего сопоставления с ними данных, полученных для конкретных рабочих мест, более адресным подходом является оценивание риска потери слуха для конкретного работника. Такой подход требует дополнительной информации для оценивания, в частности о вызванном шумом постоянном смещении порога слышимости для группы работников данной профессии.

## 4 Оценка шума на рабочем месте

### 4.1 Общие положения

Оценка шума на рабочем месте заключается в сопоставлении результата измерения нормируемой величины с гигиеническим нормативом и принятия на основе этого решения о соответствии или несоответствии условий труда на данном рабочем месте безопасным с точки зрения шумового воздействия на работника.

Каждый результат измерения должен сопровождаться указанием соответствующей неопределенности измерения, которую следует учитывать при оценке шума.

При сопоставлении с гигиеническим нормативом результат измерения и параметр неопределенности должны быть представлены в децибелах с точностью до одного десятичного знака после запятой.

Характер воздействия шума на работника может сильно зависеть от рабочего места. Для некоторых рабочих мест шум может быть хорошо определен, стабилен в течение рабочей смены и мало изменяться день ото дня. В этом случае неопределённость измерения нормируемой величины в наибольшей степени определяется инструментальной составляющей и установкой измерительного микрофона. В других случаях шум может быть непостоянен, существенно зависеть от дня недели, сезона, рабочего задания и многих других факторов. Часто для таких рабочих мест бывает сложно выделить и описать характерные рабочие операции, а аналогичные рабочие места, по которым можно было бы провести усреднение, отсутствуют или число их невелико. В таких ситуациях возникают сложности с определением представительного рабочего дня, а в общую неопределенность измерения большой вклад вносит неопределенность времени выполнения рабочих операций. Таким образом, при выбранном методе измерений стандартная неопределенность, ассоциированная с измеряемой величиной, может изменяться в широких пределах.

С другой стороны, требуемая точность измерений зависит от ожидаемого

значения измеряемой величины. Если заранее известно, что измеряемая величина много меньше гигиенического норматива, то допустимы измерения с большей неопределенностью. В противном случае для вынесения правильного решения о том, насколько данное рабочее место безопасно с точки зрения шумового воздействия на работника, важно, чтобы неопределенность измерения была сравнительно мала.

Для уменьшения неопределенности измерения можно использовать более точный метод измерений, чем, например, установленный ГОСТ ISO 9612. Точность метода может быть повышена за счет увеличения общей продолжительности измерений, проведения измерений в течение нескольких рабочих дней, применения средств измерений с меньшей инструментальной неопределенностью и пр. Однако зачастую повышение точности измерений может быть достигнуто только ценой весьма существенного увеличения затрат на измерения, несопоставимого с их целями.

Таким образом, при выборе метода и стратегии измерений для оценки шума на рабочем месте следует принимать во внимание многие факторы, в том числе то, кто и в каких целях проводит эти измерения.

#### 4.2 Оценка кумулятивного действия шума

Для большинства рабочих мест применение технического метода измерений по ГОСТ ISO 9612 позволяет получить значение  $L_{EX,8h}$  со стандартной неопределенностью  $u(L_{EX,8h})$ , не превышающей 3 дБ. Поэтому при оценке кумулятивного действия шума руководствуются следующими правилами:

а) если после обработки данных, полученных в ходе измерений, рассчитанное значение  $u(L_{EX,8h})$  не превысит 3 дБ, то с гигиеническим нормативом сравнивают непосредственно результат измерения  $L_{EX,8h}$  ;

б) если значение  $u(L_{EX,8h})$  превысит 3 дБ, то с гигиеническим нормативом сравнивают величину ( $L_{EX,8h}$ ), которую определяют в зависимости от целей проведения измерений следующим образом:

- если измерения организует работодатель, например, в целях производственного контроля, то

$$(L_{EX,8h})^t = L_{EX,8h} + 1,65[u(L_{EX,8h}) - 3] \quad (3.1)$$

- если измерения проводит надзорный орган, например, в целях проверки соблюдения трудового законодательства, то

$$(L_{EX,8h})^t = L_{EX,8h} - 1,65[u(L_{EX,8h}) - 3] \quad (3.2)$$

Пример – Испытательной лабораторией при проведении измерений в соответствии с ГОСТ ISO 9612 в целях производственного контроля получены значения  $L_{EX,8h} = 79,3$  дБ и  $u(L_{EX,8h}) = 3,8$  дБ. С гигиеническим нормативом сравнивают значение  $(L_{EX,8h})^t = 79,3 + 1,65(3,8 - 3) = 80,6$  (дБ), которое больше гигиенического норматива. Таким образом, на данном рабочем месте условия труда с точки зрения воздействия шума считают небезопасными.

Примечания

1 Обоснование принципа сравнения с гигиеническим нормативом непосредственно полученного результата измерения приведено в [3].

2 Если в результат измерений внесена поправка на тональность или импульсность шума (см. приложение А), то в формулах (1.9) и (1.10) вместо  $L_{EX,8h}$  подставляют значение этой величины с внесенной поправкой.

Если в процессе измерений выясняется, что неопределенность измерения больше ожидаемой или желаемой, то измерения могут быть повторены с применением более точного метода. При этом результаты предыдущего измерения не учитывают.

Примечание – Процедуру с использованием результатов измерений менее точным и более точным методами для уточнения результата измерений не применяют, поскольку данные, полученные разными методами, нельзя считать независимыми.

### 4.3 Оценка травмирующего действия шума

При оценке травмирующего действия шума условия труда считают безопасными, если сумма полученного в результате измерения значения  $L_{p,Cpeak}$  и величины  $1,65 u(L_{p,Cpeak})$ , где  $u(L_{p,Cpeak})$  – стандартная неопределенность измерения  $L_{p,Cpeak}$ , не превышает значение установленного гигиенического норматива.

Примечание – Данное правило исходит из предположения, что неопределенность измерения  $L_{p,Cpeak}$  характеризуется нормально распределенной случайной величиной. Тогда при соблюдении установленного правила 95 % распределения этой случайной величины будут лежать ниже значения гигиенического норматива.

### 4.4 Определение уровней звукового давления в расчетных точках

Расчетные точки в производственных и вспомогательных помещениях промышленных предприятий выбирают на рабочих местах и (или) в зонах постоянного пребывания людей на высоте 1,5 м от пола. В помещении с одним источником шума или с несколькими однотипными источниками одна расчетная точка берется на рабочем месте в зоне прямого звука источника, другая - в зоне отраженного звука на месте постоянного пребывания людей, не связанных непосредственно с работой данного источника.

В помещении с несколькими источниками шума, уровни звуковой мощности которых различаются на 10 дБ и более, расчетные точки выбирают на рабочих местах у источников с максимальными и минимальными уровнями. В помещении с групповым размещением однотипного оборудования расчетные точки выбирают на рабочем месте в центре групп с максимальными и минимальными уровнями.

На территории застройки расчетные точки следует выбирать по ГОСТ Р 53187.

На рабочих местах, на которых работы выполняются стоя, расчетная точка располагается на высоте  $(1,55 \pm 0,08)$  м над уровнем поверхности, на которой стоит работник.

На рабочих местах, на которых работы выполняются сидя, расчетная точка располагается на высоте  $(0,80 \pm 0,05)$  м над поверхностью сиденья (СП 254.1325800).

Исходными данными для акустического расчета являются: план и разрез помещения с расположением технологического и инженерного оборудования и других источников шума, расчетных точек;

- сведения о характеристиках ограждающих конструкций помещения (материал, толщина, плотность и др.);

- шумовые характеристики и геометрические размеры источников шума;

- сведения об изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями.

Шумовые характеристики технологического и инженерного оборудования в соответствии с разделом 5 должны быть указаны заводом-изготовителем в технической документации.

Допускается представлять шумовые характеристики в виде октавных уровней звукового давления  $L_p$  или уровней звука на рабочем месте  $L_{pA}$  (на фиксированном расстоянии) при одиночно работающем оборудовании.

За общее время воздействия шума  $T$  принимают: в производственных и служебных помещениях - продолжительность 8 - часовой рабочей смены; в жилых и других помещениях, а также на территориях, где нормы установлены отдельно для дня и ночи, - продолжительность дня 7.00 - 23.00 и ночи 23.00 - 7.00 ч.

Допускается при измерениях принимать за время воздействия  $T$  днем - четырехчасовой период с наибольшими уровнями, ночью - период в один час с наибольшими уровнями.

Октавные уровни звукового давления, дБ, в расчетных точках в производственных и вспомогательных помещениях промышленных предприятий и общественных зданий определяют с учетом вкладов прямого и отраженного звука, определяемых схемой размещения оборудования и расчетных точек в помещении, а также акустическими характеристиками помещения.

Для расчетных точек, расположенных на территории, расчет октавных уровней звукового давления следует выполнять по ГОСТ 31295.2. При этом,

если источники шума располагаются в помещении, следует определять октавные уровни звуковой мощности шума, прошедшего через наружное ограждение (или несколько ограждений) на территорию.

Октавные уровни звукового давления суммарного шума при действии нескольких источников шума определяют посредством энергетического суммирования октавных уровней, создаваемых в расчетной точке каждым источником шума.

При непостоянном прерывистом шуме октавные уровни звукового давления  $L_j$ , дБ, в расчетной точке следует определять для каждого отрезка времени  $\tau_{ij}$ , мин, в течение которого уровень остается постоянным.

Эквивалентные уровни звукового давления, дБ, за общее время воздействия  $T$ , мин, следует определять посредством энергетического суммирования октавных уровней звукового давления  $L_j$ , рассчитанных для отдельных интервалов времени с учетом длительности  $\tau_{ij}$  интервала.

#### 4.5 Определение требуемого снижения уровней шума

Требуемое снижение уровней шума  $\Delta L_{тр}$ , дБ, в октавных полосах частот или в уровнях звука, дБА, следует определять для каждой расчетной точки, выбранной в соответствии с 7.1. При расчетах шума от транспортного потока улиц и дорог, железнодорожных и трамвайных линий, водного и воздушного транспорта, а также от промышленных зон и отдельных предприятий требуемое снижение уровней шума определяют в уровнях звука на всех стадиях проектирования.

При расчетах шума на стадии "Проект" на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях и на площадках промышленных предприятий, в расчетных точках помещений жилых и общественных зданий требуемое снижение уровней шума допускается определять в уровнях звука.

Требуемое снижение уровней шума в расчетных точках на стадии рабочего проекта предприятия, объектов жилищного и гражданского строитель-

ства определяют в октавных полосах нормируемого диапазона частот. При двухстадийном проектировании - на стадии проекта и рабочего проекта.

В общем случае требуемое снижение шума для каждого источника шума должно быть таким, чтобы суммарные уровни во всех октавных полосах частот от всех источников шума не превышали допустимых уровней звукового давления.

## 5 Звукоизоляция ограждающих конструкций зданий

Нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий производственных предприятий являются индексы изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями  $R_w$ , дБ, и индексы приведенного уровня ударного шума (изоляция ударного шума)  $L_{nw}$ , дБ (для перекрытий).

Требуемая звукоизоляция наружных ограждающих конструкций (в том числе окон, витрин и других видов остекления) от транспортного шума определяется расчетным путем исходя из норм шума в защищаемом помещении, дБА, а за величину звукоизоляции принимается величина  $R_{Атран}$ , дБА, представляющая собой изоляцию внешнего шума, производимого потоком городского транспорта.

При других источниках шума (промпредприятия, одиночные источники шума и т.д.) требуемая изоляция воздушного шума определяется расчетным путем исходя из норм шума в защищаемом помещении в диапазоне 63-8000 Гц и уровней шума внешнего источника шума в том же диапазоне.

Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума внутренними ограждающими конструкциями  $R_w$  и индексов приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$  для жилых, общественных зданий, а также для вспомогательных зданий производственных предприятий приведены в таблице 5.1. Причем фактическая или расчетная величина индекса звукоизоляции  $R_w$  должна быть больше, чем

$R_{wmpеб}(R_w \geq R_{wmpеб})$ , а  $L_{nw}$  - меньше требуемой величины  $L_{nw}(L_{nw} \leq L_{nwmpеб})$ .

Таблица 5.1 - Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций и приведенные уровни ударного шума перекрытий при передаче звука сверху вниз

Наименование и расположение ограждающей конструкции	$R_w$ , дБ	$L_{nwmpеб}$ , дБ*
Жилые здания		
1 Перекрытия между помещениями квартир и перекрытия, отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений	52	60
2 Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами	57	60
3 Перекрытия между комнатами в квартире в двух уровнях	45	63
4 Перекрытия между жилыми помещениями общежитий	50	60
5 Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними ресторанами, кафе, спортивными залами	57	63**
6 Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними административными помещениями, офисами	52	63
7 Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартир и офисами; между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями	52	-
8 Стены между помещениями квартир и магазинами	57	-
9 Стены и перегородки, отделяющие помещения квартир от ресторанов, кафе, спортивных залов	60	-
10 Перегородки без дверей между комнатами, между кухней и комнатой в квартире	43	
11 Перегородки между санузлом и комнатой одной квартиры	47	***
12 Стены и перегородки между комнатами общежитий	50	-
13 Входные двери квартир, выходящие на лестничные клетки, в вестибюли и коридоры	32	-

## Продолжение таблицы 5.1

Гостиницы		
14 Перекрытия между номерами: гостиницы категорий "пять звезд" и "четыре звезды"	53	55
гостиницы категории "три звезды"	51	58
гостиницы категорий ниже "три звезды"	50	60
15 Перекрытия, отделяющие номера от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты): гостиницы категорий "пять звезд" и "четыре звезды"	53	55
гостиницы категорий "три звезды" и ниже	51	58
16 Перекрытия, отделяющие номера от помещений ресторанов, кафе: гостиницы категорий "пять звезд" и "четыре звезды"	60	58
гостиницы категорий "три звезды" и ниже	57	60
17 Стены и перегородки между номерами: гостиницы категорий "пять звезд" и "четыре звезды"	53	-
гостиницы категории "три звезды"	51	-
гостиницы категорий ниже "три звезды"	50	-
18 Стены и перегородки, отделяющие номера от помещений общего пользования (лестничные клетки, вестибюли, холлы, буфеты): гостиницы категорий "пять звезд" и "четыре звезды"	53	-
гостиницы категорий "три звезды" и ниже	51	-
19 Стены и перегородки, отделяющие номера от ресторанов, кафе: гостиницы категорий "пять звезд" и "четыре звезды"	60	-
гостиницы категорий "три звезды" и ниже	57	-
Административные здания, офисы		
20 Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	45	63
21 Стены и перегородки между кабинетами и отделяющие кабинеты от рабочих комнат	45	-
22 Стены и перегородки между офисами различных фирм, между кабинетами различных фирм	48	-
Больницы и санатории		
23 Перекрытия между палатами, кабинетами врачей	48	60

Продолжение таблицы 5.1

24 Перекрытия между операционными и отделяющие операционные от палат и кабинетов	54	60
25 Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	50	63
26 Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от столовых, кухонь	54	63
27 Стены и перегородки между палатами, кабинетами врачей	48	-
28 Стены и перегородки между операционными и отделяющие операционные от других помещений	54	-
Образовательные организации		
29 Перекрытия между классами, кабинетами, аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (коридоры, вестибюли, холлы)	47	63
30 Перекрытия между музыкальными классами общеобразовательных организаций среднего общего образования	55	58
31 Перекрытия между музыкальными классами образовательных организаций высшего образования	57	55
32 Стены и перегородки между классами, кабинетами и аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	48	-
33 Стены и перегородки между музыкальными классами образовательных организаций среднего общего образования и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	55	-
34 Стены и перегородки между музыкальными классами образовательных организаций высшего образования	57	
Дошкольные образовательные организации		
35 Перекрытия между групповыми комнатами, спальнями	47	63
36 Перекрытия, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	63
37 Стены и перегородки между групповыми комнатами, спальнями и между другими детскими комнатами	47	-
38 Стены и перегородки, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	52	-

\* Требования относятся также к передаче ударного шума в защищаемое от шума помещение при ударном воздействии на пол лестничной площадки и лестничный марш в помещении лестничной клетки (в том числе и находящейся на том же этаже).

\*\* При использовании в указанных помещениях громкой музыки необходимо выполнение акустического расчета требуемой звукоизоляции.

\*\*\* Требования относятся при гарантированном отсутствии установки сантехнического оборудования у смежной стены и крепления к ней кранов и (или) трубопроводов.

При передаче ударного шума из помещения, на перекрытии (на полу) которого установлено технологическое оборудование (насосы, бойлеры, вентиляционные агрегаты, холодильные установки и т.п.) или действуют другие источники ударного шума (например, спортивные игры, музыкальные дискотеки и т.п.), к перекрытию нижнего помещения предъявляют особые требования к изоляции ударного шума. Соответствующие им нормативные индексы приведенного уровня ударного шума представлены в таблице 5.2 в зависимости от назначения нижнего и расположенного над ним верхнего помещений. При проектировании таких перекрытий их расчетный индекс приведенного уровня ударного шума должен не превышать значений, указанных в таблице 5.3.

Таблица 5.2 - Нормативные индексы приведенного уровня ударного шума (для перекрытия нижнего помещения) при передаче звука снизу вверх

Наименование и расположение ограждающей конструкции	$L_{nw}$ , дБ
1 Перекрытия между магазинами и расположенными над ними квартирами	43
2 Перекрытия между продовольственными магазинами, магазинами, работающими круглосуточно, и расположенными над ними квартирами	38
3 Перекрытия между магазинами и расположенными над ними жилыми помещениями общежитий	45
4 Перекрытия между продовольственными магазинами, магазинами, работающими круглосуточно, и расположенными над ними жилыми помещениями общежитий	41
5 Перекрытия между ресторанами, кафе, спортивными залами и расположенными над ними помещениями квартиры	38
6 Перекрытия между административными помещениями, офисами и расположенными над ними помещениями квартиры	45

Продолжение таблицы 5.2

7 Перекрытия, отделяющие помещения общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты) от номеров гостиниц: гостиницы категорий "четыре звезды" и пять звезд" гостиницы категорий "три звезды" и ниже	43 45
8 Перекрытия, отделяющие помещения ресторанов, кафе от номеров гостиниц: гостиницы категорий "четыре звезды" и "пять звезд" гостиницы категорий "три звезды" и ниже	38 41
9 Перекрытия, отделяющие помещения общего пользования (вестибюли, холлы) от палат, кабинетов врачей	43
10 Перекрытия, отделяющие столовые, кухни от кабинетов врачей	43
11 Перекрытия, отделяющие кухни от групповых комнат, спален	43

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ, ограждающей конструкции с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяют путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочным спектром, приведенным в таблице 5.3, позиция 1.

Таблица 5.3 - Оценочные спектры изоляции воздушного шума, приведенного уровня ударного шума, а также эталонный спектр шума транспортного потока

N п.п.	Вид спектра	Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, Гц															
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
1	Оценочный спектр изоляции воздушного шума $R$ , дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
2	Оценочный спектр приведенного уровня ударного шума $L_n$ , дБ	62	62	62	62	62	62	61	60	59	58	57	54	51	48	45	42
3	Скорректированный уровень звукового давления эталонного спектра $L_p$ , дБ	55	55	56	59	60	61	62	63	64	66	67	66	65	64	62	60

Для определения индекса изоляции воздушного шума  $R_w$  необходимо определить сумму их неблагоприятных отклонений расчетной (или измеренной) частотной характеристики от оценочного спектра. Неблагоприятными считают отклонения вниз от оценочного спектра.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, величина индекса  $R_w$  составляет 52 дБ.

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочный спектр смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанную величину.

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочный спектр смещается вверх на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенного нормативного спектра максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса  $R_w$  принимают ординату смещенного вверх или вниз оценочного спектра в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Индекс приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$  для перекрытия с расчетной или измеренной частотной характеристикой приведенного уровня ударного шума определяют путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочным спектром, приведенным в таблице 5.3, позиция 2.

Для вычисления индекса  $L_{nw}$  необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений данной частотной характеристики от характеристики оценочного спектра. Неблагоприятными считают отклонения вверх от оценочного спектра.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, то величина индекса  $L_{nw}$  составляет 60 дБ.

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочный спектр смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенного оценочного спектра не превышала указанную величину.

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочный спектр смещается вниз (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенного оценочного спектра максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса  $L_{nw}$  принимают ординату смещенного вверх или вниз оценочного спектра в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Звукоизоляция окна определяется в двух режимах: в закрытом состоянии, а также при открытой узкой створке, форточке, фрамуге или (при наличии) открытом специальном вентиляционном устройстве.

Величину звукоизоляции окна  $R_{Атран}$ , дБА, определяют на основании частотной характеристики изоляции воздушного шума окном с помощью эталонного спектра шума потока городского транспорта. Уровни эталонного спектра, скорректированные по спектру частотной коррекции "А" для шума с уровнем звука 75 дБА, приведены в таблице 5.4, позиция 3.

Для определения величины звукоизоляции окна  $R_{Атран}$ , по известной частотной характеристике изоляции воздушного шума необходимо в каждой третьоктавной полосе частот из уровня эталонного спектра вычесть величину изоляции воздушного шума данной конструкцией окна. Полученные величины уровней следует сложить энергетически и результат сложения вычесть из уровня эталонного шума, равного 75 дБА.

Требуемую звукоизоляцию  $R^{тр}_{Атран}$ , следует определять из расчета обеспечения допустимых значений проникающего шума как по эквивалентному, так и по максимальному уровню, т.е. из двух величин  $R^{тр}_{Атран}$  принимают большую.

Расчет звукоизоляции ограждающих конструкций должен проводиться при разработке конструктивных решений ограждений, применении новых строительных материалов и изделий. Окончательная оценка звукоизоляции таких конструкций должна проводиться на основании испытаний по ГОСТ 27296.

Расчет звукоизоляции ограждающих конструкций должен проводиться на основании СП 275.1325800. Допускается индекс изоляции воздушного шума  $R$  и величину звукоизоляции окна  $R$  определять по ГОСТ Р 56769, индекс приведенного уровня ударного шума  $L$  – по ГОСТ Р 56770.

Рекомендации по проектированию ограждающих конструкций, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию

Элементы ограждений рекомендуется проектировать из материалов с плотной структурой, не имеющей сквозных пор. Ограждения, выполненные из материалов со сквозной пористостью, должны иметь наружные слои из плотного материала, бетона или раствора. Внутренние стены и перегородки из кирпича, керамических и шлакобетонных блоков рекомендуется проектировать с заполнением швов на всю толщину (без пустошовки) и оштукатуренными с двух сторон безусадочным раствором.

Ограждающие конструкции необходимо проектировать так, чтобы в процессе строительства и эксплуатации в их стыках не было и не возникло даже минимальных сквозных щелей и трещин. Возникающие в процессе строительства щели и трещины после их расчистки должны устраняться конструктивными мерами и заделкой невысыхающими герметиками и другими материалами на всю глубину.

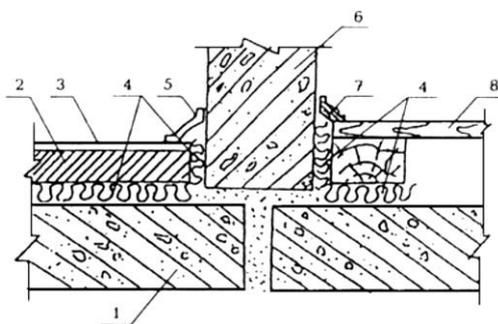
Не допускается сдача в эксплуатацию зданий без конструктивных слоев в перекрытиях, обеспечивающих изоляцию ударного шума.

### 5.1 Междуэтажные перекрытия

Пол на звукоизоляционном слое (прокладках) не должен иметь жестких связей (звуковых мостиков) с несущей частью перекрытия, стенами и другими конструкциями здания, т.е. должен быть "плавающим". Деревянный пол или плавающее бетонное основание пола (стяжка) должны быть отделены по контуру от стен и других конструкций здания зазорами шириной 1-2 см, заполняемыми звукоизоляционным материалом или изделием, например, мягкой древесно-

волокнутой плитой, погонажными изделиями из вспученного полиэтилена и т.п. Плинтусы или галтели следует крепить только к полу или только к стене.

При проектировании пола с основанием в виде монолитной плавающей стяжки и прокладок из минераловатных, стекловатных плит или матов следует располагать по звукоизоляционному слою сплошной гидроизоляционный слой (например, пергамин, гидроизол, рубероид и т.п.) с перехлестыванием в стыках не менее 20 см. В стыках звукоизоляционных плит (матов) не должно быть щелей и зазоров.



1 - несущая часть междуэтажного перекрытия; 2 - бетонное основание пола; 3 - покрытие пола; 4 - прокладка (слой) из звукоизоляционного материала; 5 - гибкий пластмассовый плинтус; 6 - стена; 7 - деревянная галтель; 8 - дощатый пол на лагах

Рисунок 5.1 - Схема конструктивного решения узла примыкания пола на звукоизоляционном слое к стене (перегородке)

В конструкциях перекрытий, не имеющих запаса звукоизоляции, не рекомендуется применять покрытия полов из линолеума на волокнутой подоснове, снижающих изоляцию воздушного шума на 1 дБ по индексу. Допускается применение линолеума со вспененными слоями, которые не влияют на изоляцию воздушного шума и могут обеспечивать необходимую изоляцию ударного шума при соответствующих параметрах вспененных слоев.

При применении звукоизоляционных прокладок следует их расчетные значения динамического модуля упругости, относительного сжатия, улучшение изоляции приведенного уровня ударного шума принимать по прилагаемым к ним сертификатам.

Междуэтажные перекрытия с повышенными требованиями к изоляции воздушного шума (57-62 дБ), разделяющие жилые и встроенные шумные помещения, следует проектировать, как правило, с использованием монолитного железобетона достаточной толщины (например, каркасно-монолитная или монолитная конструкция первого этажа). Достаточность звукоизоляции такой конструкций определяют расчетом.

## 5.2 Внутренние стены и перегородки

Двойные стены или перегородки обычно проектируются с жесткой связью между элементами по контуру или в отдельных точках. Величина промежутка между элементами конструкций должна быть не менее 0,04 м.

В конструкциях каркасно-обшивных перегородок следует предусматривать точечное крепление листов к каркасу с шагом не менее 0,3 м. Если применяют два слоя листов обшивки с одной стороны каркаса, то они не должны склеиваться между собой. Шаг стоек каркаса и расстояние между его горизонтальными элементами рекомендуется принимать не менее 0,6 м. Заполнение промежутка мягкими звукопоглощающими материалами особенно эффективно для улучшения звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок. Кроме того, для повышения их звукоизоляции рекомендуются самостоятельные каркасы для каждой из обшивок, а в необходимых случаях возможно применение двух- или трехслойной обшивки с каждой стороны перегородки.

Величины звукоизоляции принимаются по сертификату на данную конструкцию. Следует иметь в виду, что в натуральных условиях каркасно-обшивные перегородки имеют более низкую звукоизоляцию, чем измеренную в лабораторных условиях, из-за косвенной передачи шума, а также как правило, более качественного монтажа в лабораторных условиях.

Величины уменьшения звукоизоляции следует принимать по таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Величины уменьшения индексов изоляции конструкций при их применении в натуральных условиях

$R_{\text{влаб}}$ , дБ	$\Delta R_w$ , дБ
45	0
46-50	1
51-55	2
56-61	3
62-65	4

Для увеличения изоляции воздушного шума стеной или перегородкой, выполненной из железобетона, бетона, кирпича и т.п., в ряде случаев целесообразно использовать дополнительную обшивку на отnose.

В качестве материала обшивки допускается использовать: гипсокартонные листы, твердые древесно-волоконистые плиты, хризотилцементные листы и подобные листовые материалы, прикрепленные к стене по деревянным рейкам, линейным или точечным маякам из гипсового раствора. Воздушный промежуток между стеной и обшивкой целесообразно выполнять толщиной не менее 0,05 м и заполнять мягким звукопоглощающим материалом (минераловатными или стекловолоконистыми плитами, матами и т.п.).

### 5.3 Стыки и узлы

Стыки между внутренними ограждающими конструкциями, а также между ними и другими примыкающими конструкциями должны быть запроектированы таким образом, чтобы в них при строительстве отсутствовали и в процессе эксплуатации здания не возникали сквозные трещины, щели и неплотности, которые резко снижают звукоизоляцию ограждений.

Стыки, в которых в процессе эксплуатации, несмотря на принятые конструктивные меры, возможно взаимное перемещение стыкуемых элементов под воздействием нагрузки, температурные и усадочные деформации, следует конструировать с применением долговечных герметизирующих упругих материалов и изделий, приклеиваемых к стыкуемым поверхностям.

Стыки между несущими элементами стен и опирающимися на них перекрытиями следует проектировать с заполнением раствором или бетоном. Если в результате нагрузок или других воздействий возможно раскрытие швов, при проектировании должны быть предусмотрены меры, не допускающие образования в стыках сквозных трещин.

Стыки между несущими элементами внутренних стен проектируются, как правило, с заполнением раствором или бетоном. Сопрягаемые поверхности стыкуемых элементов должны образовывать полость (колодец), поперечные размеры которого обеспечивают возможность плотного заполнения ее монтажным бетоном или раствором на всю высоту элемента. Необходимо предусмотреть меры, ограничивающие взаимное перемещение стыкуемых элементов (устройство шпонок, сварка закладных деталей и т.д.). Соединительные детали, выпуски арматуры и т.п. не должны препятствовать заполнению полости стыка бетоном или раствором. Заполнение стыков рекомендуется производить безусадочным (расширяющимся) бетоном или раствором.

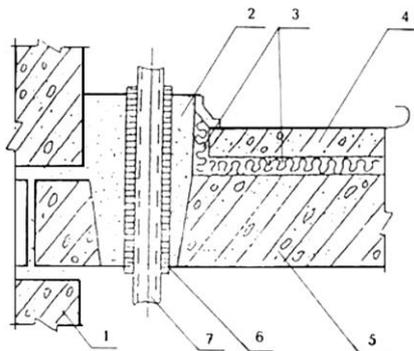
При проектировании сборных элементов конструкций необходимо принимать такую конфигурацию и размеры стыкуемых участков, которые обеспечивают размещение, наклейку, фиксацию и требуемое обжатие герметизирующих материалов и изделий, когда их применение предусмотрено.

#### 5.4 Элементы ограждающих конструкций, связанные с инженерным оборудованием

Пропуск труб водяного отопления, водоснабжения и т.п. через межквартирные стены не допускается.

Трубы водяного отопления, водоснабжения и т.п. должны пропускаться через междуэтажные перекрытия и межкомнатные стены (перегородки) в эластичных гильзах (из пористого полиэтилена и других упругих материалов), допускающих температурные перемещения и деформации труб без образования сквозных щелей.

Полости в панелях внутренних стен, предназначенные для соединения труб замоноличенных стояков отопления, должны быть заделаны безусадочным бетоном или раствором.

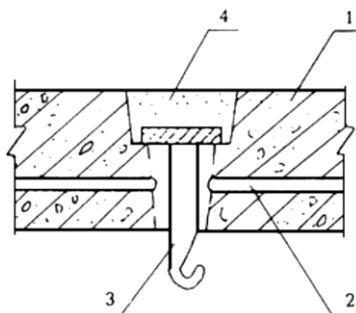


1- стена; 2 - безусадочный бетон или раствор; 3 - прокладка (слой) из звукоизоляционного материала; 4 - бетонное основание пола; 5 - несущая часть перекрытия; 6 - эластичная гильза; 7 - труба стояка отопления

Рисунок 5.2 - Схема конструктивного решения узла пропуска стояка отопления через междуэтажное перекрытие

Скрытая электропроводка в межквартирных стенах и перегородках должна располагаться в отдельных для каждой квартиры каналах или штрабах. Полости для установки распаячных коробок и штепсельных розеток должны быть несквозными. Если образование сквозных отверстий обусловлено технологией производства элементов стены, указанные приборы должны устанавливаться в них только с одной стороны. Свободную часть полости заделывают гипсовым или другим безусадочным раствором слоем толщиной не менее 0,04 м.

Не рекомендуется устанавливать распаячные коробки и штепсельные розетки в межквартирных каркасно-обшивных перегородках. В случае необходимости следует использовать штепсельные розетки и выключатели, при установке которых не вырезаются отверстия в листах обшивок.



1 - панель перекрытия; 2 - электроканал; 3 - крюк (приварен к круглой стальной пластине);  
4 - раствор (заделка нижней части отверстия условно не показана)

Рисунок 5.3 - Схема конструктивного решения выпуска провода из перекрытия к потолочному светильнику (перекрытие со сквозным отверстием)

Вывод провода из перекрытия к потолочному светильнику следует предусматривать в несквозной полости. Если образование сквозного отверстия обусловлено технологией изготовления плиты перекрытия, то отверстие должно состоять из двух частей. Верхняя часть большего диаметра должна быть заделана безусадочным раствором, нижняя - заполнена звукопоглощающим материалом (например, супертонким стекловолокном) и прикрыта со стороны потолка слоем раствора или плотной декоративной крышкой.

Конструкция вентиляционных блоков должна обеспечивать целостность стенок (отсутствие в них сквозных каверн, трещин), разделяющих каналы. Горизонтальный стык вентиляционных блоков должен исключать возможность проникновения шума по неплотностям из одного канала в другой.

Вентиляционные отверстия смежных по вертикали квартир должны сообщаться между собой через сборный и попутный каналы не ближе, чем через этаж.

При проектировании лифтов необходимо предусматривать меры по защите жилых помещений от структурного шума, возникающего при работе лебедки с редуктором в машинном отделении лифтов.

Все лифтовые шахты должны быть отделены от других конструкций зданий акустическим швом шириной 40-50 мм.

Ствол мусоропровода должен быть звукоизолированным и не должен примыкать к жилым комнатам.

При сдаче в эксплуатацию жилых, общественных, промышленных зданий и сооружений (новое строительство, реконструкция, капитальный ремонт) следует проводить исследование звукоизоляции ограждающих конструкций от воздушного и ударного шума, в т.ч. от шума инженерного и санитарно-технического оборудования, по ГОСТ 31937.

Запрещается размещать индивидуальные тепловые пункты и насосные в смежных с жилыми комнатами помещениях (по вертикали и горизонтали).

Холодильные машины, циркуляционные насосы систем холодоснабжения следует размещать на подземных технических этажах зданий. Указанное оборудование должно быть установлено на кровлях, открытых площадках зданий при условии, что под ними располагаются технические этажи или предусмотрена надежная виброизоляция, исключая передачу повышенного структурного шума в защищаемые от него помещения на верхних этажах.

Звукоизоляция ограждающих конструкций кабин наблюдения, дистанционного управления, укрытий, кожухов.

Звукоизолирующие кабины следует применять в производственных цехах и на территориях, где допустимые уровни превышены, для защиты от шума рабочих и обслуживающего персонала. В звукоизолирующих кабинах следует располагать пульта контроля и управления технологическими процессами и оборудованием, рабочие места мастеров и начальников цехов.

Требуемую звукоизоляцию кабин следует определять исходя из фактических уровней шума в устанавливаемом помещении и норм шума внутри кабины.

В зависимости от требуемой звукоизоляции кабины могут быть запроектированы из обычных строительных материалов (кирпича, железобетона и т.п.) или иметь сборную конструкцию, собираемую из заранее изготовленных конструкций из стали, алюминия, пластика, фанеры, хризотилцементных листов и других листовых материалов, на сборном или сварном каркасе.

Звукоизолирующие кабины следует устанавливать на резиновых виброизоляторах для предотвращения передачи вибраций на ограждающие конструкции и каркас кабины.

Звукоизолирующие кабины следует применять для защиты рабочих и обслуживающего персонала от шума технологического оборудования в производственных цехах и на территориях, где превышены допустимые уровни шума. В звукоизолирующих кабинах следует располагать пульты контроля и управления технологическими процессами и оборудованием, рабочие места мастеров и начальников цехов. Кабина должна быть оборудована системой вентиляции или кондиционирования воздуха с необходимыми глушителями шума. Внутренние поверхности кабины должны быть на 40%-60% облицованы звукопоглощающими материалами.

Двери кабины должны иметь уплотняющие прокладки в притворе и запорные устройства, обеспечивающие обжатие прокладок.

Звукоизолирующие ограждения машин и технологического оборудования, звукоизолирующие кожухи, выполненные из тонколистовых материалов (металлов, пластиков, стекла, хризотилцемента и т.п.), следует применять для снижения уровней шума на рабочих местах, расположенных непосредственно у источника шума, где применение других строительно-акустических мероприятий нецелесообразно. Акустическая эффективность конструкции кожуха оценивается его звукоизоляцией, дБ.

Применение кожуха на агрегат (машину) целесообразно в тех случаях, когда создаваемый им шум в расчетной точке превышает предельно допустимое значение на 5 дБ и более хотя бы в одной октавной полосе, а шум всего остального технологического оборудования в той же октавной полосе (в той же расчетной точке) на 2 дБ и более ниже допустимого.

Если величина не превышает 10 дБ на средних и высоких частотах, кожух может быть выполнен из эластичных материалов (винила, резины и др.). Элементы кожуха должны крепиться на каркасе.

Если величина превышает 10 дБ на средних и высоких частотах, кожух следует выполнять из листовых конструкционных материалов.

Кожух из металла следует покрывать вибродемпфирующим материалом (листовым или в виде мастики), при этом толщина покрытия должна быть в 2-

3 раза больше толщины стенки. С внутренней стороны на кожухе должен помещаться слой звукопоглощающего материала толщиной 40-50 мм. Для его защиты от механических воздействий, пыли и других загрязнений следует использовать металлическую сетку со стеклотканью или тонкой пленкой толщиной 20-30 мкм.

Кожух не должен иметь непосредственного контакта с агрегатом, трубопроводами. Технологические и вентиляционные отверстия должны быть снабжены глушителями и уплотнителями.

### 5.5 Двери, ворота и окна

При проектировании дверей, ворот и окон следует предусматривать меры по повышению их изоляции от воздушного шума.

Повышение изоляции воздушного шума дверями и воротами может быть достигнуто за счет увеличения поверхностной плотности их полотна, за счет плотной пригонки полотна к коробке, за счет устранения щели между дверью (воротами) и полом при помощи порога с уплотняющими прокладками или фартука из прорезиненной ткани или резины, а также за счет применения уплотняющих прокладок в притворах дверей (ворот). Щели и не плотности между коробкой двери или ворот и ограждением, к которому она примыкает, должны быть плотно заделаны безусадочным раствором, упругим материалом. Необходимо также предусматривать запорные устройства, обеспечивающие плотный прижим двери (ворот) к коробке, замочные скважины должны быть закрыты.

Для обеспечения повышенной звукоизоляции следует предусматривать проектирование двойных дверей (ворот) с тамбуром, стенки которого облицованы звукопоглощающим материалом.

Повышение звукоизоляции окон может быть достигнуто увеличением толщины стекол, увеличением толщины воздушного промежутка между стеклами, уплотнением притворов переплетов, закреплением стекол в переплетах с

помощью упругих прокладок, применением запорных устройств, обеспечивающих плотное закрывание окон.

В настоящее время наиболее целесообразным является применение готовых конструкций шумозащитных окон, снабженных вентиляционными элементами с глушителями шума или вентиляционными элементами, встроенными в стены или откосы проемов окон. Подбор шумозащитного окна должен проводиться на основе акустического расчета требуемого снижения внешнего шума.

Звукоизоляция окон и дверей принимается по результатам сертификационных испытаний по ГОСТ Р ИСО 10140.2 и ГОСТ Р ИСО 10140.4.

## 5.6 Шумозащитные окна

Шумозащитные окна должны

- иметь звукоизоляцию в закрытом состоянии не менее  $R_{А\text{транс}}=25$  дБА, а в режиме вентиляции не менее  $R_{А\text{транс}}=22$  дБА;
- иметь специальные вентиляционные элементы, обеспечивающие нормативный воздухообмен без открывания створок или форточек.

## 5.7 Звукопоглощающие конструкции, экраны, выгородки

Звукопоглощающие конструкции (подвесные потолки, плоские облицовки и объемные элементы) следует применять для снижения уровней шума на рабочих местах и в зонах постоянного пребывания людей в производственных и общественных зданиях. Площадь звукопоглощающих облицовок и количество штучных поглотителей определяют расчетом.

Объемные элементы следует применять, если плоской облицовки недостаточно для получения требуемого снижения шума, а также вместо звукопоглощающего подвесного потолка, когда его устройство невозможно или малоэффективно (большая высота производственного помещения, наличие мостовых кранов, наличие световых и аэрационных фонарей).

Звукопоглощающие конструкции предназначены для уменьшения интенсивности отраженного звука. Наибольший эффект снижения уровней звукового давления достигается в точках, где звуковое поле полностью определяется плотностью энергии отраженных звуковых волн (отраженное поле). В зонах, где преобладает прямой звук, т.е. вблизи от источников шума (на рабочих местах), эффект снижения уровней звукового давления следует определять расчетом.

Как обязательное мероприятие по снижению шума и обеспечению оптимальных акустических параметров помещений звукопоглощающие конструкции должны применяться:

в шумных цехах производственных предприятий;

в помещениях общественных зданий (кабинеты, офисы, конференц-залы и т.п.);

в коридорах и холлах школ, больниц, гостиниц, пансионатов и т.д.;

в операционных залах и залах ожидания железнодорожных, аэро - и автовокзалов;

в спортивных залах и плавательных бассейнах;

в звукоизолирующих кабинах, боксах и укрытиях.

По конструктивным признакам звукопоглощающие конструкции следует подразделять:

на плоские облицовки, состоящие из слоя жестких однородных пористых материалов конечной толщины или из слоя волокнистых материалов в защитных оболочках из ткани или пленки и с перфорированным покрытием из жестких листов;

на объемные звукопоглощающие элементы различных форм, представляющих собой комбинацию двух вышеуказанных звукопоглощающих слоев.

Акустической характеристикой плоской звукопоглощающей конструкции следует считать частотную характеристику реверберационного коэффициента звукопоглощения  $\alpha_{обл}(f)$ , рассчитанную или определенную экспериментальным методом реверберационной камеры.

Величиной, характеризующей звукопоглощающие свойства объемных элементов, следует считать частотную характеристику эквивалентной площади звукопоглощения, приходящейся на один элемент.

Звукопоглощающие конструкции применяют во всех остальных случаях, кроме указанных в 10.4, когда требуемое снижение уровня звукового давления в расчетных точках превышает 1 дБ не менее чем в трех октавных полосах или превышает 5 дБ хотя бы в одной из октавных полос. При этом необходимое снижение уровня звукового давления может быть обеспечено только применением звукопоглощающих конструкций, если требуемое снижение шума не превышает 5-8 дБ.

Для необходимого снижения уровней звукового давления, превышающих указанные в значения, необходимо предусматривать применение дополнительных средств защиты от шума, например акустических экранов или выгородок.

Акустические экраны, устанавливаемые между источником шума и рабочими местами персонала (не связанного непосредственно с обслуживанием данного источника), следует применять для защиты рабочих мест от прямого звука. Применение экранов достаточно эффективно только в сочетании со звукопоглощающими конструкциями.

Выгородка, являясь разновидностью акустических экранов, представляет собой экран, окружающий источник шума не менее чем с трех сторон или отделяющий одну часть помещения от другой и изолирующий определенную зону (шумную или тихую) внутри помещения. Выгородки целесообразно применять для источника (источников) шума, уровни звуковой мощности которого не менее чем на 15 дБ выше, чем у остальных источников шума.

Звукопоглощающие конструкции следует размещать на потолке и на верхних частях стен. Целесообразно размещать звукопоглощающие конструкции отдельными участками или полосами. На частотах ниже 250 Гц эффективность звукопоглощающей облицовки увеличивается при ее размещении в углах помещения.

## 5.8 Экраны и выгородки

Экраны и выгородки следует применять для снижения уровней звукового давления на рабочих местах в зоне действия прямого звука и промежуточной зоне. Экраны должны устанавливаться максимально близко к источнику шума.

Экраны следует изготавливать из твердых листовых материалов или отдельных щитов с обязательной облицовкой звукопоглощающими материалами поверхности, обращенной в сторону источника шума.

Экраны могут быть в плане плоскими и П-, Г- и О-образной формы (в этом случае их эффективность повышается). Если экран окружает источник шума с трех сторон, он превращается в выгородку, эффективность которой приближается к эффективности бесконечного экрана. Размеры акустического экрана следует выбирать исходя из конкретных условий его применения и требуемой эффективности. По крайней мере размеры экрана должны быть в три раза больше линейных размеров источника шума.

Эффективность акустического экрана определяют расчетом или методом измерения в условиях заглушенной и реверберационной камер.

Проектирование акустического экрана должно включать следующие этапы:

- идентификацию источника шума, подлежащего акустическому экранированию;

- расчет ожидаемой акустической эффективности экрана;

- сравнение полученной расчетной эффективности с требуемым снижением уровней звукового давления;

- выбор варианта облицовки помещения звукопоглощающими конструкциями, если выбранный вариант экрана (выгородки) не обеспечил требуемого снижения шума;

- изменение местоположения, конфигурации, конструкции и размеров экрана (выгородки), варианта акустической обработки помещения, если выбранный вариант экрана (выгородки) не обеспечил требуемого снижения шума;

повторный акустический расчет, продолжающийся до тех пор, пока не будет найден оптимальный вариант.

## 5.9 Системы вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, воздушного отопления

Источники шума и требования к их шумовым характеристикам. Источниками шума в системах воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК) являются: вентиляторы, вентиляционные установки, кондиционеры (наружные, внутренние блоки), фэнкойлы, регулирующие устройства (дроссель-клапаны, диафрагмы, шиберы), воздухораспределительные устройства (решетки, плафоны, анемостаты), фасонные элементы воздуховодов (крестовины, тройники, отводы, повороты), отопительно-вентиляционные агрегаты и доводчики.

Источниками шума в системах холодоснабжения являются холодильные машины (с конденсаторами и без них), воздушные охладители, сухие градирни, циркуляционные насосы, соединительные трубы.

Основными шумовыми характеристиками элементов систем ОВК являются октавные уровни звуковой мощности  $L$ , определяемые по СП 271.1325800.

Для холодильных машин и охладителей шумовыми характеристиками могут быть также октавные уровни звукового давления, измеренные на опорных расстояниях от их контуров (1, 5, 10 м) в прямом звуковом поле. Дополнительной характеристикой может быть общий уровень звуковой мощности или общий скорректированный по шкале А уровень звуковой мощности. Эти характеристики пригодны для выбора менее шумного оборудования.

Шумовые характеристики вентиляторов всех систем измеряются в режиме максимального КПД на сторонах всасывания, нагнетания в измерительной камере или в испытательных трубах и вокруг корпуса - в измерительной камере или на открытой площадке.

Уровни звуковой мощности на сторонах всасывания и нагнетания, измеренные в испытательных трубах и в измерительной камере, различаются на величину поправки  $\Delta L_{отр}$ , учитывающую влияние присоединения испытательных труб к патрубкам вентилятора (отражения звука от открытых патрубков).

При необходимости шумовые характеристики вентиляторов допускается определять расчетным путем по известным удельным уровням звуковой мощности с учетом режима работы, конструктивным и рабочим параметрам вентиляторов. Используемая методика расчета должна обеспечивать требуемую точность получаемых результатов.

Шумовые характеристики воздушных охладителей, сухих градирен, конденсаторов следует определять как энергетическую сумму уровней звуковой мощности вентиляторов, входящих в состав этих агрегатов и работающих одновременно.

Шумовые характеристики регулирующих и воздухораспределительных устройств и фасонных элементов измеряются в измерительной камере на режимах, охватывающих весь аэродинамический диапазон использования (эксплуатации) данного устройства или элемента. При этом шум вентилятора, обеспечивающего необходимые расход и давление на устройстве и элементе, должен быть меньше шума испытываемого устройства и элемента на 8 дБ по всему рассматриваемому частотному диапазону.

Шумовые характеристики регулирующих и воздухораспределительных устройств и фасонных элементов допускается определять расчетным путем с учетом режима их работы, конструктивных и рабочих параметров по методике, обеспечивающей требуемую точность расчетных данных.

Шумовые характеристики должны содержаться в технических паспортах и в каталогах оборудования СВКВХВО. Там же следует указывать метод и стандарт, по которому они были определены.

## 6 Общие указания по акустическому расчету

Расчет ожидаемых уровней шума систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления выполняется по октавным уровням звуковой мощности на сторонах воздухозабора, выхлопа системы в обслуживаемых ими помещениях здания и в помещениях, через которые проходят транзитные воздуховоды, вокруг корпуса вентилятора системы (кондиционера, калорифера, доводчика), в технических помещениях (венткамерах), в смежных с ними помещениях, а также в зданиях и на территориях застройки.

В расчете ожидаемых уровней шума систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления в обслуживаемом помещении учитывается суммарное снижение уровня звуковой мощности в элементах сети воздуховодов  $\Delta L_{\text{сети}}$  по пути распространения шума (на прямых участках воздуховодов, на поворотах, изменениях поперечного сечения, в результате отражения от конца воздуховода), а также шумообразование в элементах сети воздуховодов (дресселирующих устройствах, фасонных и концевых элементах).

При использовании в расчетах ожидаемых уровней шума, распространяющегося по воздуховодам, шумовых характеристик вентилятора, измеренных на сторонах всасывания и нагнетания в измерительном помещении (в заглушенной, реверберационной камере), следует вносить в них поправку  $\Delta L_{\text{отр}}$ , учитывающую влияние присоединения воздуховодов к патрубкам вентилятора.

Расчет ожидаемых уровней шума, создаваемых элементами систем холодоснабжения (холодильными машинами, воздушными охладителями, сухими градирнями, циркуляционными насосами и др.) выполняется в местах их установки (в технических помещениях, на открытых площадках), в защищаемых от шума помещениях здания с оборудованием и на прилегающей территории застройки по октавным уровням звуковой мощности или звукового давления, измеренных на опорных расстояниях от их контуров (1, 5, 10 м).

Расчетные точки при определении требуемого снижения шума оборудования СВКВХВО в помещениях следует выбирать в зонах нахождения человека (на

рабочих, спальных и других местах), на территории застройки в 2 м от окон защищаемых от шума помещений, в зонах отдыха и рекреационных зонах.

Октавные уровни звукового давления, дБ, в расчетных точках, если в помещение поступает шум от нескольких источников, излучающих шум внутрь воздуховодов (вентиляторов, воздухорегулирующих устройств, элементов сети воздуховодов), следует определять для каждого источника в отдельности при проникновении шума в помещение через одно и несколько воздухораспределительных устройств.

Акустические расчеты систем вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения и воздушного отопления как основы для проектирования шумоглушения выполняются по соответствующему своду правил.

#### 6.1 Определение требуемого снижения шума

При определении требуемого снижения шума для расчетных точек в помещении, защищаемом от шума систем вентиляции, кондиционирования воздуха или воздушного отопления, в общее количество принимаемых в расчет источников шума следует включать:

при расчете требуемого снижения шума вентилятора приточной или вытяжной системы (расчете центрального глушителя) - количество систем, обслуживающих данное помещение (помещение с расчетной точкой);

при расчете требуемого снижения шума, генерируемого воздухораспределительными устройствами одной вентиляционной системы (плафонами, решетками и т.п.), - количество систем вентиляции с механическим побуждением, обслуживающих рассматриваемое помещение; шум вентилятора, воздухорегулирующих и фасонных элементов при этом не учитывается;

при расчете снижения шума, генерируемого фасонными элементами и воздухорегулирующими устройствами рассматриваемого ответвления, - количество фасонных элементов и дросселей, уровни шума которых в данной октавной полосе отличаются один от другого менее чем на 10 дБ, шум вентилятора и решеток при этом не учитывается.

## Примечания

1 В общем количестве принимаемых в расчет источников шума не учитываются дросселирующие и регулирующие устройства, устанавливаемые в магистральных воздуховодах.

2 В общем количестве принимаемых в расчет источников шума не учитываются источники шума, создающие в расчетной точке в рассматриваемой октавной полосе уровни звукового давления меньше, чем допустимые, на 10 дБ при их числе не более 3 и на 15 дБ меньше допустимых при их числе не более 10.

Для контрольной проверки или иной цели требуемое суммарное снижение октавных уровней звукового давления в помещении при одновременной работе всех источников шума следует определять как разность между суммированными октавными уровнями звукового давления в расчетной точке от всех источников шума и допустимыми уровнями шума в октавных полосах частот.

## 6.2 Основные методы и средства снижения шума и защиты от него

Для снижения шума вентилятора (вентиляционной установки) следует:  
выбирать агрегат с наименьшими удельными октавными уровнями звуковой мощности;

обеспечивать работу вентилятора в режиме максимального КПД;

снижать сопротивление сети и не применять вентилятор, создающий избыточное давление и расход воздуха;

обеспечивать плавный подвод воздуха к входному патрубку вентилятора.

Для снижения шума приточных или вытяжных систем, распространяющегося от вентиляторов (вентиляционных установок) по воздуховодам, следует предусматривать центральные (непосредственно у вентилятора) и концевые (в воздуховоде перед вводом в обслуживаемое системой помещение) глушители, если рациональным выбором параметров вентустановки, ее соответствующей компоновкой или использованием малозумного вентилятора нельзя добиться уровня звукового давления, не превышающего допустимый уровень для данного помещения, зоны или объекта. В тех случаях, когда требует-

ся глушитель длиной более 3 м, следует его разбивать (делить) на 2-3 секции с расстоянием между ними не менее одной-двух длин такой секции.

Для снижения шума от регулирующих и воздухораспределительных устройств следует:

ограничивать скорость движения воздуха в сетях величиной, обеспечивающей уровни шума, генерируемого регулируемыми и воздухораспределительными устройствами, в пределах допустимых значений в обслуживаемых помещениях;

использовать в вентиляционных сетях воздухораспределительные устройства с минимальными значениями коэффициента местного сопротивления.

В качестве глушителей шума систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления следует применять абсорбционные глушители (трубчатые, цилиндрические, пластинчатые, канальные), а при необходимости - камерные глушители и облицованные изнутри звукопоглощающими материалами воздуховоды и их повороты.

Конструкцию глушителя следует подбирать в зависимости от назначения системы, требуемого снижения уровня шума, размера воздуховода в месте установки глушителя, допустимой скорости воздуха и предельно допустимого гидравлического сопротивления в сети.

Трубчатые глушители (круглые и прямоугольные) эффективны в воздуховодах с поперечными размерами до 450-500 мм. Они представляют собой участки воздуховодов (каналов) круглого или прямоугольного сечения со звукопоглощающими стенками (свободное сечение глушителя равно сечению воздуховода). Для сохранения формы канала и предотвращения выдувания звукопоглощающего материала (ЗПМ) потоком служит достаточно прозрачное для звука покрытие. Это могут быть различные стеклоткани, пленки и перфорированный металлический лист или сетка.

Для увеличения затухания звука в воздуховодах с большими поперечными размерами прибегают к равномерному распределению ЗПМ по их сечению. Этот принцип использован в пластинчатых глушителях. По характеру

спектра эффективности они мало отличаются от трубчатых глушителей. Толщина пластин и расстояние между ними, как правило, не меняются по сечению канала. С увеличением толщины и расстояния между пластинами область максимального затухания смещается в сторону более низких частот. Количество, высота пластин и каналов для воздуха определяются из условия равенства как минимум свободного сечения глушителя и сечения воздуховода, в котором глушитель установлен. Это условие обеспечивает минимальное гидравлическое сопротивление, создаваемое глушителем, соответственно и минимальное шумообразование в нем. Дополнительное снижение гидравлического сопротивления добиваются путем установки на пластины на входе в глушитель и выходе из него обтекателей.

В прямоугольных воздуховодах с поперечными размерами до 800x500 мм пригодны каналные глушители. Это, по сути, пластинчатые глушители с одной пластиной толщиной, равной половине, как правило, меньшего размера поперечного сечения прямоугольного воздуховода.

Акустическая эффективность абсорбционных глушителей зависит от частоты (она невысокая в диапазоне низких частот до 200 Гц и максимальная в диапазоне 500-2500 Гц), а также от длины активной части, периметра проходного сечения, толщины слоя и коэффициента звукопоглощения ЗПМ. Экспериментально установлено, что эффективность таких глушителей длиной в 1 м в указанном низкочастотном диапазоне не превышает 10-15 дБ, а в высокочастотном достигает 33-38 дБ. При этом эффективность одного глушителя длиной, например, 3 м не равна сумме эффективностей трех глушителей по 1 м, установленных на расстоянии 1-2 м друг от друга.

Значительное снижение уровня шума может быть достигнуто за счет установки несоосных камерных глушителей с внутренней звукопоглощающей облицовкой. Одним из основных препятствий для широкого применения является создаваемое ими высокое гидравлическое сопротивление в сети. Камерные глушители без внутренней облицовки менее эффективны, однако им следует отдавать предпочтение по сравнению с другими глушителями при уста-

новке в вытяжных системах, обслуживающих помещения для приготовления пищи (по причине отсутствия в них ЗПМ и возможности его загрязнения и потери акустических качеств).

Эффективность глушителей следует определять опытным путем на специальных стендах и приводить в их паспортах или каталогах. Эффективность облицованных изнутри звукопоглощающими материалами воздуховодов и поворотов определяется в натуральных условиях. Создаваемое глушителями в сети гидравлическое сопротивление может быть определено путем измерения или расчета на заданных скоростях потока воздуха.

Для предотвращения проникновения повышенного шума от оборудования СВКВХВО в другие помещения здания следует:

исключить расположение смежно (по горизонтали и вертикали) с техническими помещениями с оборудованием (венткамерами, насосными, хладоцентрами) помещений, требующих повышенной защиты от шума (операционные, палаты больниц, жилые и офисные помещения);

виброизолировать агрегаты с помощью пружинных, резиновых или комбинированных виброизоляторов (задача изготовителей);

осуществлять акустическую обработку технических помещений (помещений с оборудованием) - облицовку стен и потолков слоем ЗПМ (при необходимости дополнительного снижения шума в помещении на 4-7 дБ);

применять в технических помещениях полы на упругом основании (плавающие полы) или вибродемпфирующие основания под элементы систем (вентиляторы, кондиционеры, холодильные машины, воздушные охладители, насосы и др.);

применять ограждающие конструкции технических помещений с оборудованием, обеспечивающие требуемую изоляцию воздушного шума, определяемую расчетом;

устанавливать гибкие вставки между вентиляторами и воздуховодами.

Полы на упругом основании (плавающие полы) следует выполнять по всей площади технического помещения; конструктивные параметры (толщина

плиты пола, упругого основания) и выбор материала упругого основания пола зависят от количества, состава и массы оборудования, величины требуемой виброизоляции и определяются специалистами.

Воздуховоды систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления в пределах технических помещений в жилых зданиях следует устанавливать на стойках, опирающихся на плавающий пол. В исключительных случаях воздуховоды могут подвешиваться к потолку, но при условии использования специальных эффективных виброизолирующих устройств и вибродемпфирующих прокладок в типовых подвесах.

В местах прохода через ограждения технических помещений воздуховоды должны быть виброизолированы по периметру (в отсутствие между вентиляторами и воздуховодами гибких вставок).

Холодильные машины, циркуляционные насосы систем холодоснабжения следует размещать на подземных технических этажах зданий и устанавливать на индивидуальных фундаментах и виброоснованиях, конструкции которых разрабатываются в зависимости от их типоразмеров. Трубы к ним должны присоединяться посредством гибких вставок, отвечающих требованиям по прочности. В местах крепления к строительным конструкциям здания и прохода труб через ограждения технических помещений они должны быть виброизолированы. Указанное оборудование может быть установлено на кровлях, открытых площадках зданий при условии существования под ними технических этажей (помещений) и наличия надежной виброизоляции, исключающей возникновение повышенного структурного шума в защищаемых от него помещениях на верхних этажах.

Наиболее пригодным способом защиты помещений и территорий от шума холодильных машин, воздушных охладителей, сухих градирен, устанавливаемых на кровлях, открытых площадках зданий из-за их конструктивных особенностей, является экранирование - установка акустических экранов (акустически жестких преград со звукопоглощающими облицовками со стороны источника звука) и выгородок из них. Размеры экранов определяются расчетом.

Наружные блоки местных систем кондиционирования воздуха (сплит-систем) могут быть установлены на фасадах и на кровле любого по назначению здания (жилого, общественного и др.), если предусмотрены меры по устранению передачи от них вибрации на строительные конструкции (причины возникновения структурного шума в помещениях) и защите от шума окружающей среды (помещений данного здания и прилегающей территории застройки).

Примечание - Необходимость осуществления того или иного строительно-акустического мероприятия, применения метода или средства шумоглушения СВКВХВО определяется квалифицированным акустическим расчетом.

### 6.3 Территории городских и сельских поселений

Планировку и застройку территорий городских и сельских поселений следует осуществлять с учетом обеспечения допустимых уровней шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории с нормируемыми уровнями шума.

Защита от транспортного шума жилых, общественных зданий и территорий с нормируемыми уровнями шума должна осуществляться с помощью:

применения рациональных планировочных приемов, предусматривающих зонирование территорий городских и сельских поселений; рациональную трассировку улично-дорожной сети; размещение специальных шумозащитных зданий вдоль транспортных магистралей; применение различных композиционных приемов группировки шумозащитных и обычных зданий;

организационных мероприятий, направленных на ограничение движения грузового транспорта через жилые районы и на снижение скорости движения транспортных средств при проезде через жилые, рекреационные и лечебные территории;

конструктивных мер, предусматривающих строительство придорожных экранов, установку шумозащитных окон в зданиях, расположенных в зоне неблагоприятного шумового воздействия.

Выбор мероприятий по обеспечению нормативных уровней шума на рассматриваемой территории и в помещениях расположенных на ней жилых и общественных зданий следует проводить на основе результатов акустических расчетов или данных натурных измерений.

#### 6.4 Исходные данные для акустических расчетов

Исходными данными для акустических расчетов являются:

схемы размещения объектов капитального строительства с указанием автомобильных, железнодорожных магистралей, водных путей, а также зон ограничения застройки из условий авиационного шума. В конкретных случаях какой-либо вид транспорта и соответственно трассы его движения могут отсутствовать.

На схеме должны быть также показаны все существующие и проектируемые здания с указанием их этажности;

сведения о параметрах движения и состава потоков автомобильного, железнодорожного и водного транспорта, а также данные об интенсивности пролетов самолетов над данной территорией и о типах пролетающих самолетов.

Указанные данные предоставляются по отдельности для дневного и ночного времени суток и по состоянию на текущий период и прогноз. При невозможности получения прогнозных данных для транспортных потоков соответствующие расчеты не проводятся;

сведения о расположении на рассматриваемой территории трансформаторных подстанций, тепловых пунктов и других коммунальных объектов и о шумовых характеристиках установленного в них оборудования;

схемы размещения промышленных зон или при необходимости отдельных промышленных предприятий и объектов энергетического хозяйства, а также данные о шумовых характеристиках источников шума на указанных объектах.

Расчеты ожидаемых уровней шума проводятся для расчетных точек, ко-

которые выбираются в зависимости от защищаемого от шума объекта и с учетом следующих указаний:

расчетные точки на площадках отдыха микрорайонов и групп жилых домов, на площадках детских дошкольных учреждений, на участках школ, больниц и санаториев следует выбирать на ближайшей к источнику шума границе площадок на высоте 1,5 м от поверхности земли. Если площадка частично находится в зоне звуковой тени от здания, сооружения или какого-либо другого экранирующего объекта, а частично в зоне действия прямого звука, то расчетная точка должна находиться вне зоны звуковой тени;

расчетные точки на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам и другим зданиям, в которых уровни проникающего шума нормируются разделом 6 настоящих норм, следует выбирать на расстоянии 2 м от фасадов зданий, обращенных в сторону источника внешнего шума, и на высоте 1,5 м над поверхностью земли для одно- и двухэтажных зданий или на высоте 4 м для трехэтажных и более высоких зданий. Если расчетная точка на указанной высоте экранируется каким-либо объектом, ее высоту следует выбирать на высоте середины окна того этажа, который находится в прямой видимости от источников шума, а также следует рассматривать расчетную точку на высоте середины окна верхнего этажа здания.

При выполнении акустических расчетов следует руководствоваться рекомендациями ГОСТ 31295.2.

Дополнительным средством оценки шумового режима территории, позволяющим рационально выбирать шумозащитные мероприятия, являются оперативные карты шума территории или города в целом с нанесенными на них изолиниями с равными уровнями звука. С помощью оперативной карты шума можно определить зоны сверхнормативного шума (зоны акустического дискомфорта), оценить их площадь, количество жилых зданий и численность людей на территории этих зон, наметить шумозащитные мероприятия, рассчитать их требуемый объем и стоимость.

Разработка оперативной карты шума должна проводиться согласно соответствующему ГОСТ Р 53187.

На стадии разработки схемы территориального развития и генерального плана населенного пункта с целью снижения воздействия шума на территорию следует применять следующие меры:

функциональное зонирование территории с отделением рекреационных зон от промышленных, коммунально-складских зон и основных транспортных коммуникаций;

трассировка магистральных дорог скоростного и грузового движения в обход жилых районов и зон отдыха; совмещение трассировки в транспортных коридорах скоростных автомобильных и железных дорог в обход городов и других населенных пунктов, а также лечебно-курортных и рекреационных зон;

дифференциация улично-дорожной сети по составу транспортных потоков с выделением основного объема грузового движения на специализированные магистрали;

концентрация основных транспортных потоков на небольшом числе магистральных улиц с высокой пропускной способностью, проходящих по возможности вне жилой застройки (по границам промышленных и коммунально-складских зон, в полосах отвода железных дорог);

укрупнение межмагистральных территорий для отделения основных массивов застройки от транспортных магистралей;

создание системы парковки автомобилей на границе жилых районов и групп жилых домов;

использование шумозащитных свойств рельефа местности при трассировке магистральных улиц и дорог;

шумозащитное зонирование окрестностей аэропортов.

На стадии разработки проекта планировки жилого района, микрорайона, квартала для защиты от шума следует принимать следующие меры:

при размещении жилой застройки вдоль магистральной автомобильной или железной дороги на расстоянии, не обеспечивающем необходимое снижение шума, использование шумозащитных экранов в виде естественных или искусственных элементов рельефа местности (откосов выемок, насыпей), в

виде искусственных сооружений (вертикальные или наклонные стенки, галереи и т.п.), а также применение экранов комбинированного типа (например, насыпь+стенка). Следует учитывать, что подобные экраны дают достаточный эффект только при малоэтажной застройке (не более трех этажей);

для жилых районов, микрорайонов, кварталов в городской застройке наиболее эффективным является размещение в первом эшелоне застройки магистральных улиц шумозащитных зданий в качестве экранов, защищающих от транспортного шума внутриквартальное пространство.

В качестве зданий-экранов могут использоваться здания нежилого назначения: торговые центры, гаражи, предприятия коммунально-бытового обслуживания. Наиболее эффективны многоэтажные шумозащитные жилые и административные здания. При этом технологическое оборудование зданий обслуживающего назначения, размещаемых между источниками шума и защищаемыми объектами, должно обеспечиваться средствами шумоглушения и звукоизоляции и не создавать повышенные уровни шума на территории и в помещениях, защищаемых от шума.

## 6.5 Шумозащитные жилые здания

Шумозащитные жилые здания представляют собой

- здания со специальной архитектурно-планировочной и объемно-пространственной структурой, предусматривающей ориентацию в сторону источника шума (магистрали) подсобных помещений квартир (кухни, ванные комнаты, санузлы) и внеквартирных коммуникаций (лестнично-лифтовые узлы, коридоры), а также не более одной комнаты, ориентированной в сторону источника шума, в квартирах с тремя и более жилыми комнатами;

- здания, в которых на фасаде, обращенном в сторону магистрали, установлены шумозащитные окна, снабженные специальными вентиляционными устройствами с глушителями шума и обеспечивающие требуемую защиту от шума;

здания комбинированного типа с одновременным применением специального архитектурно-планировочного решения и шумозащитных окон на фасаде, ориентированном на магистраль.

Для обеспечения максимального эффекта экранирования шумозащитные здания должны быть достаточно высокими и протяженными и располагаться на минимально возможном расстоянии от магистральных улиц и железных дорог с учетом градостроительных норм и звукоизоляционных характеристик наружных ограждающих конструкций.

Во внутриквартальном пространстве в зонах, близких к поперечным осям зданий первого эшелона застройки, следует располагать здания детских дошкольных учреждений, школ, поликлиник, площадки отдыха.

В зонах, расположенных напротив разрывов в зданиях первого эшелона застройки, следует располагать предприятия торговли, общественного питания, учреждения коммунально-бытового обслуживания, связи и т.п.

В условиях сложившейся, а нередко и проектируемой застройки в большинстве случаев наиболее целесообразно сооружение шумозащитных акустических экранов в виде вертикальных или наклонных стенок различной конструкции, являющихся наиболее технологичными для практического применения.

В пригородных зонах, там, где позволяют местные условия, предпочтительно применять в качестве экранов земляные валы, насыпи, выемки, являющиеся более дешевым видом экранов по сравнению с экранами-стенками. Откосы валов, насыпей или выемок должны иметь уклон 1:2 или 1:1,5 и быть укреплены с помощью облицовки их бетонными или каменными плитами или дерном. В теле валов допускается располагать авторемонтные предприятия, гаражи, коллекторы и другие коммуникационные сооружения с ненормируемым уровнем шума.

В случае недостаточной эффективности акустического экрана в виде земляного вала, насыпи, выемки наверху земляного вала, насыпи или бровки выемки следует устанавливать дополнительный экран-стенку, что увеличит общую эффективность такого комбинированного акустического экрана.

Шумозащитные экраны в виде вертикальной стенки должны устанавливаться на минимальном расстоянии от источника шума, но с учетом нормативных требований к проектированию и эксплуатации транспортных магистралей. Размеры экрана, его конструкция и материал определяются на основе акустических расчетов, учета характера прилегающей территории, особенностей застройки и удобства эксплуатации экрана.

Акустические экраны должны опираться на самостоятельные фундаменты. Все их конструктивные элементы должны быть механически прочными и рассчитанными на воздействие снеговых, ветровых и сейсмических нагрузок.

Конструкции отдельных элементов акустических экранов должны обеспечивать их плотное примыкание друг к другу без щелей и отверстий. Нижние акустические панели экранов должны устанавливаться вплотную (без просветов) к фундаменту или к поверхности территории.

Эффективность акустического экрана может быть увеличена (до 3 дБА) при обработке поверхности экрана, обращенной к источнику шума, материалами с высоким звукопоглощением или установкой на верхнем ребре экрана специальных конструктивных элементов, служащих для увеличения рассеивания и поглощения дифрагирующей звуковой волны. Звукопоглощающие материалы, используемые для облицовки экрана, должны обладать стабильными физико-механическими и акустическими характеристиками, быть био- и влагостойкими, не выделять вредные вещества в концентрациях, превышающих предельно допустимые значения.

Учитывая, что часть звуковой энергии может проникать за экран непосредственно через сам экран, следует выбирать при конструировании экрана такие материалы, чтобы индекс изоляции воздушного шума конструкции экрана был бы не менее 25 дБ.

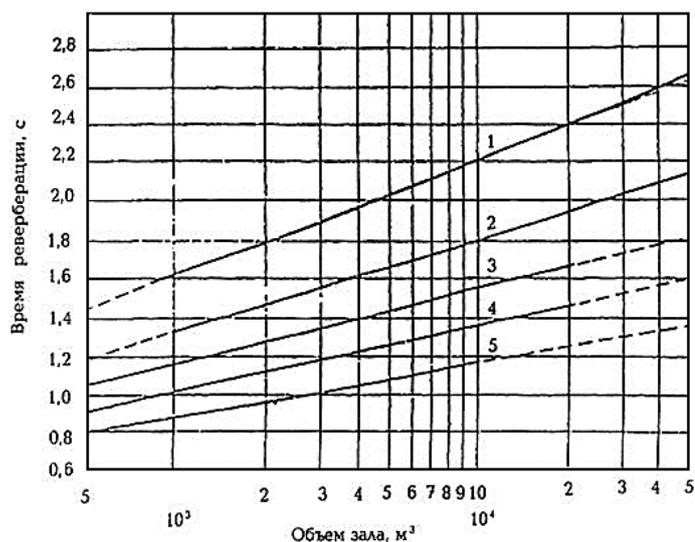
Высоту акустических экранов наиболее целесообразно выбирать в пределах 3-6 м в зависимости от высоты защищаемых от шума зданий и их расположения относительно магистрали. В необходимых случаях допускается применение экранов большей высоты, необходимость и возможность их со-

оружения должны быть подтверждены соответствующими акустическими и прочностными расчетами. Длина экранов может составлять сотни метров и даже несколько километров.

## 6.6 Акустика помещений

Процесс акустического проектирования зальных помещений должен включать:

- выбор габаритов и формы помещения при соблюдении общих требований к объемно-планировочному решению залов;
- проверку достоверности глобальной оценки акустики зала по статистической теории;
- расчет частотной характеристики времени реверберации зала для выявления соответствия его объемному оптимуму (рисунок 6.1) и проведение необходимой коррекции проекта в части конструкций ограждений;
- графический анализ чертежей зала с необходимой коррекцией проекта в части формы и очертаний его ограждений;
- разработку мероприятий по улучшению диффузности звукового поля в зале;
- расчет локальных акустических критериев методом компьютерного акустического моделирования для установления их соответствия зонам оптимумов с дополнительной, в случае необходимости, коррекцией проекта;
- оценку шумового режима зала с разработкой необходимых мероприятий по его улучшению;
- оценку электроакустического режима зала с разработкой необходимых мероприятий, проводимую методом компьютерного моделирования после разработки архитектурно-акустического решения помещения.



*1 - залы для ораторий и органной музыки; 2 - залы для симфонической музыки и оперных театров; 3 - залы для камерной музыки и музыкально-драматических театров; 4 - залы многоцелевого назначения и драматических театров; 5 - лекционные и конференц-залы, концертные залы современной эстрадной музыки, залы ожидания транспортных сооружений*

Рисунок 6.1 - Рекомендуемое время реверберации на средних частотах (500-1000 Гц) для залов различного назначения в зависимости от их объема

#### Примечания

1 В специализированных музыкальных залах, предназначенных преимущественно только для органной музыки, а также в культовых помещениях с органами допускается принимать значения времени реверберации выше значений кривой 1 при обосновании этого на основании акустических расчетов.

2 Рекомендации по объемным оптимумам времени реверберации для залов кинотеатров, молельных залов культовых зданий и спортивно-зрелищных сооружений приведены в [1] и [2].

3 В концертных залах современной эстрадной музыки, предназначенных для эксплуатации исключительно со звукоусилением, форма частотной характеристики времени реверберации должна быть близкой к горизонтальной (без подъема в области низких частот).

В каждом зале должны быть выдержаны основные требования к его объемно-планировочному решению, дифференцированные в зависимости от конкретного назначения зала следующим образом.

Удельный воздушный объем на одно зрительское место должен составлять, м<sup>3</sup>:

в залах драматических театров, аудиториях и конференц-залах 4-5;

в залах музыкально-драматических театров (оперетта)	5-7;
в залах театров оперы и балета	6-8;
концертные залы камерной музыки	6-8;
концертные залы симфонической музыки	8-10;
залы для хоровых и органнх концертов	10-12;
многоцелевые залы	4-6;
концертные залы современной эстрадной музыки (киноконцертные залы)	4-6

Максимальная длина залов должна составлять, м:

в залах драматических театров, аудиториях и конференц-залах	24-25;
в театрах оперетты	28-29;
в театрах оперы и балета	30-32;
в концертных залах камерной музыки	20-22;
в концертных залах симфонической музыки, хоровых и органнх концертов	42-46;
в многоцелевых залах, не имеющих сценической коробки	27-28;
в многоцелевых залах со сценической коробкой (от задней стены до занавеса)	24-26;
в концертных залах современной эстрадной музыки	48-50

Возможные отклонения от приведенных выше значений удельного акустического объема и максимальной длины залов должны быть обоснованы на основании акустических расчетов.

Для получения достаточной диффузности звукового поля следует правильно выбрать форму и пропорцию зала.

Основные размеры и пропорции зала должны выбираться из следующих условий:

$$L \leq L_{дон}, B = S_n / L, H = V / S_n, 1 < L / B < 2, 1 < B / H < 2,$$

где  $L$  - длина зала по его центральной оси, м;  $L$

$L_{\text{доп}}$  - предельно допустимая длина зала, м;

$B$  и  $H$  - соответственно средняя ширина и высота зала, м;

$V$  - общий воздушный объем зала, м<sup>3</sup>;

$S_{\text{п}}$  - площадь пола зала, м<sup>2</sup>.

Окончательный выбор размеров и пропорций залов может корректироваться на основании результатов акустического расчета.

Для проверки допустимости применения в расчетах характеристик исследуемого зала методом статистической акустики в нормируемом диапазоне частот 125-4000 Гц следует рассчитать критическую частоту -  $f_{\text{кр}} = \frac{1770}{\sqrt{V}}$

Гц, выше которой наблюдается достаточное количество собственных мод (частот) воздушного объема. Если расчет показал, что  $f_{\text{кр}} \leq 125$ , то время реверберации в зале следует определять в шести октавных полосах со среднегеометрическими частотами 125, 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц.

Оптимальные значения времени реверберации в области средних частот 500-1000 Гц для залов различного назначения в зависимости от их объема приведены на рисунке 4. Допустимое отклонение от приведенных величин  $\pm 10\%$ . Кроме того, в октавных полосах частот 125-250 Гц допускается превышение времени реверберации, но не более чем на 20%; а в диапазоне частот 2000-4000 Гц допускается спад, но не более чем на 10%. В любом случае погрешность расчетов времени реверберации не должна превышать  $\pm 0,05$  с.

При  $f_{\text{кр}} = 125$  Гц результат, полученный для октавной полосы 125 Гц, следует считать ориентировочным.

Целью графического анализа чертежей зала является проверка равномерности поступления в зоны зрительских мест первых отражений от стен и потолка с допустимыми запаздываниями  $\Delta t$ : 20-25 мс для речи и 30-35 мс - для музыки. Все построения проводятся по законам лучевой (геометрической) оптики.

Перед началом анализа структуры звуковых отражений каждая из

исследуемых отражающих поверхностей при заданных положениях источника и приемника звука должна пройти проверку на допустимость применения ее для построения звуковых отражений. Допустимость применения геометрических отражений зависит от длины звуковой волны, размеров отражающей поверхности и ее расположения по отношению к источнику звука и точке приема. Применение геометрических отражений можно считать допустимым, если наименьшая сторона отражателя не менее чем 1,5-2,0 м.

Первые геометрические отражения должны поддерживать прямой звук начиная с радиуса действия прямого звука. Радиус действия прямого звука  $r_{пр}$  составляет для речи 8-9 м, для музыки - 10-12 м. На зрительских местах в пределах  $r_{пр}$  усиление прямого звука с помощью отражений не требуется. Начиная с  $r_{пр}$  интенсивные первые отражения должны перекрывать всю зону зрительских мест. Если поверхности стен или потолка состоят из отдельных секций, следует конфигурацию членений выполнять так, чтобы отражения от соседних элементов перекрывали друг друга, не оставляя "мертвых зон", лишенных отраженного звука.

В залах с относительно большой высотой и шириной наибольшая опасность прихода первых отражений с недопустимым запаздыванием возникает в первых рядах зрительских мест. Для исправления этого явления следует применять специальные звукоотражающие конструкции на потолке и стенах в припортальной зоне.

После завершения графического анализа чертежей и создания в зале оптимальной структуры ранних отражений не занятые для этой цели поверхности должны быть использованы для формирования диффузного звукового поля путем их эффективного расчленения различной формы звукорассеивающими элементами для создания рассеянного, ненаправленного отражения звука. Это достигается расчленением поверхностей балконами, пилястрами, нишами и тому подобными неровностями.

Гладкие большие поверхности ограждающих конструкций залов не способствуют достижению хорошей диффузности звукового поля. Особенно не-

желательны гладкие, параллельные друг другу плоскости, вызывающие эффект "порхающего эха", получающегося в результате многократного отражения звука между ними. Расчленение таких стен ослабляет этот эффект и увеличивает диффузность звукового поля. Причем хорошо рассеиваются звуковые волны, длина которых близка к размерам детали. Рассеивающий эффект увеличивается, если шаг членений нерегулярен, т.е. расстояния между смежными членениями неодинаковы по всей расчлененной поверхности.

После завершения акустического проектирования формы и отделки интерьера зала объемом 500 м следует провести контрольные расчеты регламентированных локальных акустических критериев для речи (объективные параметры разборчивости речи  $ST_i$ ) и музыки (индекс прозрачности, степень пространственного впечатления, индекс громкости).

Если значение хотя бы одного из критериев будут отличаться от зон рекомендуемых значений, то следует провести дополнительную коррекцию акустического решения зала в целях удовлетворения всем требуемым условиям.

Если задняя стена зала примыкает к потолку под углом  $90^\circ$ , может возникнуть так называемое театральное эхо - отражение звука от потолка и стены в направлении к источнику звука, приходящее с большим запаздыванием. Для устранения такого эха следует выполнить часть потолка наклонным в сторону задней стены.

Наличие больших вогнутых поверхностей ограждающих конструкций залов (купол, свод, вогнутая в плане задняя стена) создает опасность концентрации отражений, при котором звук фокусируется в одной части зала, создавая сильное эхо, другие же части зала не получают отражений.

На рисунке 6.2 приведены три варианта проектного решения купола. Вариант *а* иллюстрирует крайне неудачное решение, радиус кривизны купола примерно равен высоте зала, звук фокусируется в центре зала. Вариант *б* - радиус кривизны составляет половину высоты зала, отражения проходят через точку фокуса и далее распределяются по площади пола. Вариант *в* - радиус кривизны составляет примерно две высоты зала. Звук отражается от купола в виде пучка параллельных лучей.

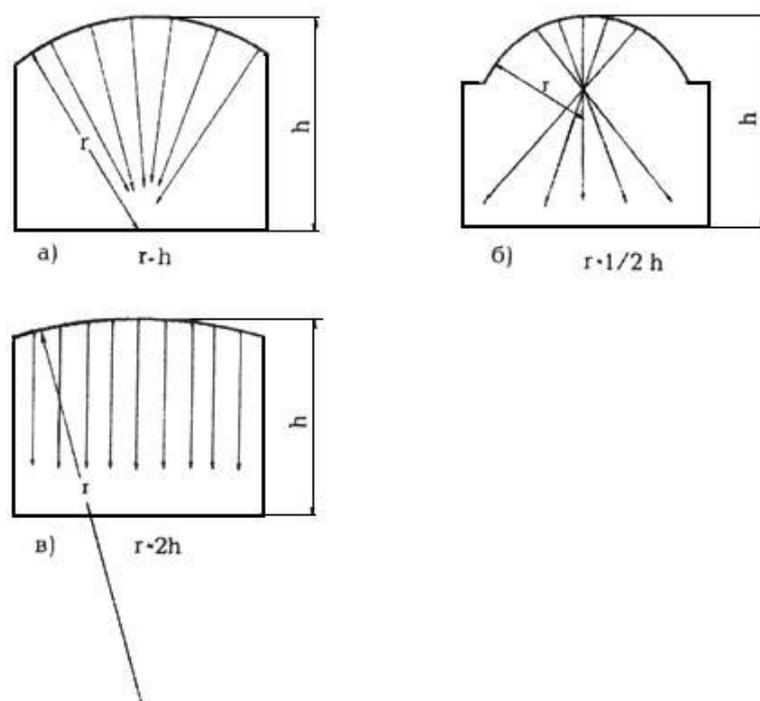


Рисунок 6.2 - Варианты решения зала с куполом

Если форму купола изменить невозможно (например, здание цирка), для исключения фокусирования звука следует применить членение поверхности купола или использовать облицовку купола звукопоглощающими материалами, применение которых должно быть согласовано с расчетами по оптимизации времени реверберации зала.

Для обеспечения нормативного шумового режима в зрительных залах следует:

- при архитектурно-планировочном решении здания не располагать в смежных с залом помещениях источники интенсивного шума (венткамеры, насосные и т.п.);
- применять ограждающие конструкции зала с требуемой звукоизоляцией, обращая особое внимание на элементы с относительно небольшой звукоизоляцией (окна, двери);
- принимать меры по снижению шума систем вентиляции и кондиционирования воздуха до допустимых величин (глушители, ограничение скорости воздуха на воздухораспределительных устройствах).

Разработка электроакустической части проекта зала проводится методом компьютерного моделирования (по специальной программе) и базируется на параметрах, полученных ранее при расчете естественной акустики зала.

## 7 Меры по защите работников от воздействия шума

### 7.1 Общие положения

Обеспечение безопасности при воздействии шума на работника является комплексным мероприятием с участием разных сторон. Национальным законодательством устанавливаются требования к сторонам, являющимися прямыми или косвенными участниками трудового процесса, по обеспечению безопасности воздействия шума и меры, принимаемые к сторонам при несоблюдении установленных требований.

Мероприятия по защите от шума должны предусматривать:

а) на рабочих местах промышленных предприятий:

рациональное с акустической точки зрения решение генерального плана промышленного объекта и рациональное объемно-планировочное решение производственных зданий;

применение при строительстве и реконструкции производственных зданий:

ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;

звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);

звукоизолирующих кабин наблюдения и дистанционного управления;

звукоизолирующих кожухов на шумных агрегатах;

акустических экранов (выгородок);

глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;

виброизоляции технологического оборудования;

б) в помещениях жилых и общественных зданий:

рациональное объемно-планировочное решение жилого или общественного здания;

применение при строительстве и реконструкции зданий:

ограждающих конструкций, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию;

звукопоглощающих облицовок (в помещениях общественных зданий);

глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха;

виброизоляции инженерного и санитарно-технического оборудования зданий;

в) на территории жилой застройки:

применение рациональных приемов планировки и застройки городских и сельских поселений, городских округов, жилых районов, микрорайонов и кварталов;

соблюдение санитарно-защитных зон (по фактору шума) промышленных и энергетических предприятий, автомобильных и железных дорог, аэропортов, предприятий транспорта (железнодорожных сортировочных станций, депо, автобусных и троллейбусных парков и т.п.);

строительство шумозащитных зданий;

сооружение придорожных шумозащитных экранов и устройство шумозащитных полос зеленых насаждений;

г) в помещениях, требующих специального акустического благоустройства и создания оптимальных условий для восприятия аудиоинформации (аудитории, зрительные залы театров, кинотеатров, дворцов культуры, спортивные залы, залы ожидания и операционные залы железнодородных, автомобильных и аэровокзалов):

рациональное объемно-планировочное решение зала (аудитории);

применение:

ограждающих конструкций, обеспечивающих требуемую звукоизоляцию от внутренних и внешних источников шума;

звукопоглощающих материалов и конструкций;

звукоотражающих и звукорассеивающих конструкций;

Акустический расчет должен производиться в следующей последовательности:

выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;  
выбор точек в помещениях и на территориях, для которых необходимо провести расчет (расчетных точек);

определение путей распространения шума от его источника (источников) до расчетных точек и потерь звуковой энергии по каждому из путей (снижение за счет расстояния, экранирования, звукоизоляции ограждающих конструкций, звукопоглощения и др.);

определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках;

определение требуемого снижения уровней шума на основе сопоставления ожидаемых уровней шума с допустимыми уровнями шума;

разработка мероприятий по обеспечению требуемого снижения уровней шума;

проверочный расчет достаточности выбранных шумозащитных мероприятий для обеспечения защиты объекта или территории от шума.

Акустический расчет следует проводить по уровням звукового давления  $L$ , дБ, в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и по уровням звука  $A_L$ , дБА.

Расчет проводят с точностью до десятых долей децибела, окончательный результат округляют до целых значений.

Акустические расчеты должны выполняться по методикам, установленным действующими нормативными документами.

Предусматриваемые проектами звукоизоляционные, звукопоглощающие, вибродемпфирующие материалы должны удовлетворять пожарным и санитарно-гигиеническим требованиям.

При сдаче в эксплуатацию жилых, общественных, промышленных зданий и сооружений (новое строительство, реконструкция, капитальный ремонт) следует проводить в соответствии с ГОСТ 31937 выборочные измерения звукоизоляции ограждающих конструкций от воздушного и ударного шума в натуральных условиях, а также выборочные измерения шума санитарно-технического оборудования.

Средства защиты органа слуха: противошумные шлемы: противошумные вкладыши; противошумные наушники.

## 7.2 Ответственность работодателя

На работодателе лежит основная ответственность за обеспечение безопасности при воздействия шума на работников. В первую очередь, он должен обеспечить посредством принятия соответствующих мер соблюдение гигиенических нормативов и снижение риска, связанного с воздействием шума на работников. Эти меры могут включать в себя, в частности:

- оценку риска потери слуха работником;
- проектирование рабочих мест с учетом допустимого уровня риска;
- использование малошумных машин;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума и вибрации, которая может быть переизлучена в виде шума;
- оптимальное размещение шумных машин, позволяющее минимизировать воздействие шума на рабочем месте;
- создание условий труда, при которых вредное воздействие шума не усугубляется наличием других неблагоприятных факторов;
- привлечение к работам лиц, не имеющих медицинских противопоказаний по шуму, и обеспечение прохождения ими регулярных медицинских обследований с применением средств аудиометрии;
- обучение работников правильному применению машин, уменьшающему риск появления у них профессиональной тугоухости;
- оповещение рабочих о мерах, принимаемых работодателем, позволяющих снизить риск ухудшения состояния здоровья рабочего вследствие неблагоприятного воздействия шума, и санкциях, которые могут быть наложены на рабочего при несоблюдении им указанных мер;
- контроль правильности использования средств индивидуальной защиты от шума;

- проведение периодического контроля шума на рабочих местах и организация на основе полученных результатов режима труда, способствующего снижению шумовой нагрузки на работника, а также контроль за его соблюдением;
- проведение послеремонтного и, при необходимости, периодического контроля шумовых характеристик машин;
- организацию профилактических мероприятий, ослабляющих неблагоприятное воздействие шума;
- составление комплексных программ сохранения слуха работников.

Более детально указанные меры изложены в руководстве Международной организации труда [4].

В целях организации малозумных рабочих мест и малозумных производств рекомендуется использовать руководства [5] – [8].

Если особенности производства не позволяют работодателю снизить шум на всех или на части рабочих мест до уровня ниже гигиенического норматива, то в качестве дополнительной, хотя и нежелательной меры защиты рассматривается возможность использования средств индивидуальной защиты от шума. При выборе таких средств следует учитывать не только технические данные, указанные изготовителем, но и коэффициент снижения эффективности защиты средств в процессе их эксплуатации. Поскольку ношение средств индивидуальной защиты от шума увеличивает риск воздействия других неблагоприятных факторов (психологический дискомфорт, ухудшение восприятия информативных сигналов опасности и пр.), выбор вида и эффективности средств индивидуальной защиты от шума должен представлять собой компромисс в отношении данного риска и риска развития у работника профессиональной тугоухости. Если проведенная работодателем с привлечением компетентных лиц оценка рисков показывает, что риск от ношения средств индивидуальной защиты от шума существенно превышает риск развития профессионального заболевания, то средства индивидуальной защиты от шума не применяют, и работодателю следует использовать другие средства снижения шумовой нагрузки на работника.

Принимаемые работодателем меры, позволяющие снизить риск ухудше-

ния состояния здоровья работников, в том числе появления у них повреждения слуха, должны быть отражены в правилах ведения работ. Правила ведения работ разрабатывает работодатель с привлечением специалистов соответствующего профиля (медицинских работников, конструкторов, технологов, экспертов по акустике и защите от шума и др.).

Полноту мероприятий, направленных на обеспечение безопасности воздействия шума и включенных в правила ведения работ, а также эффективность их выполнения оценивают соответствующие уполномоченные организации при оценке условий труда и периодическом контроле требований по соблюдению безопасных условий труда.

Работодатель должен обеспечивать условия работы организаций, уполномоченных на проведение оценки шума на рабочих местах, и предоставлять этим организациям данные медицинских наблюдений.

#### Примечания

1 Периодический контроль на рабочих местах рекомендуется проводить в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9612.

2 Периодичность контроля шума на рабочих местах, проводимого работодателем, рекомендуется устанавливать по согласованию с организациями, осуществляющими санитарно-эпидемиологический надзор, и указывать в регламенте безопасного ведения работ.

3 Послеремонтный или периодический контроль может заключаться в проведении испытаний в соответствии с испытательным кодом по шуму для машины данного вида или в измерении шума непосредственно на рабочем месте.

### 7.3 Ответственность работника

Работник, оповещенный работодателем о возможных рисках, связанных с воздействием шума, и о необходимости использовать в целях снижения рисков средства индивидуальной защиты от шума, должен следовать установленным работодателем правилам безопасного ведения работ и применения средств индивидуальной защиты от шума. Ответственность за последствия отказа следовать установленным правилам и применять предписанные средства индивидуальной защиты лежит на работнике.

## 7.4 Ответственность изготовителей (поставщиков) машин

Машины, которые в процессе работы могут производить шум, неблагоприятно воздействующий на работников, следует конструировать и изготавливать с учетом последних достижений технологии и принципов проектирования, позволяющих снизить излучаемый шум.

Изготовитель в эксплуатационных документах приводит значения шумовой характеристики машины с указанием, относятся ли эти значения к конкретному экземпляру (экземплярам) машины или к партии машин данной модели. Величина или величины, составляющие шумовую характеристику машины, зависят от ее конструкции.

Если конструкция машины предполагает известное расположение оператора и/или лиц, контролирующих работу машины, то заявляемыми шумовыми характеристиками являются эквивалентные уровни звука излучения  $L_{pA,em}$  и/или уровень экспозиции однократного шумового процесса  $L_E$  (если работа машины сопровождается однократными шумовыми процессами), а также пиковые уровни звукового давления

излучения с коррекцией по частотной характеристике  $C$   $L_{p,Cpeak,em}$  в заданных контрольных точках.

Если конструкция машины не предполагает заданное расположение оператора и/или лиц, контролирующих работу машины, или если машина при ее применении способна оказывать негативное шумовое воздействие на более чем одном рабочем месте, то заявляемыми шумовыми характеристиками являются скорректированный по  $A$  уровень звуковой мощности  $L_{WA}$  и/или (если работа машины сопровождается однократными шумовыми процессами) уровень звуковой энергии  $L_{JA}$ .

Если излучение машины является направленным, то в число заявляемых шумовых характеристик включают также показатель направленности  $D_I$ .

Дополнительными заявляемыми характеристиками могут быть уровни звуковой мощности (звуковой энергии) и уровни звукового давления излучения

в октавных или третьоктавных полосах частот. Их применяют, в частности, если шум машины содержит значимые тональные составляющие или превалирует в некоторых полосах частот. Кроме того, знание таких характеристик полезно при сравнении разных моделей машин одного вида или при оценке эффективности примененных мер снижения шума.

Шумовые характеристики машины определяют при условиях установки и в режимах работы, характерных для нормального применения машины, предусмотренного изготовителем. Такие условия и режимы задаются в испытательных кодах по шуму для машин конкретного вида, а при их отсутствии – в методиках выполнения измерений изготовителя, разработанных с учетом требований основополагающих стандартов к методам определения шумовых характеристик машин.

#### Примечания

1 Эквивалентный уровень звука излучения  $L_{pA,em}$  определяют для интервала времени, равного или кратного рабочему циклу машины.

2 Заявленное значение шумовой характеристики может быть использовано работодателем для выбора машины, которая будет оказывать наименьшее шумовое воздействие на работника, а также в целях ориентировочной оценки шума на рабочем месте. Однако при этом следует учитывать, что шум многих машин существенно зависит от условий применения (установка, объект обработки, способ использования, акустические характеристики помещения и т. д.).

Методы испытаний с целью заявления и подтверждения шумовых характеристик машин устанавливают в испытательных кодах по шуму для машин отдельных видов, а при их отсутствии в иных нормативных документах, удовлетворяющих требованиям основополагающих стандартов по испытаниям машин на шум.

## 7.5 Ответственность изготовителей средств защиты от шума

Средствами защиты от шума на рабочем месте, применяемыми работодателем, могут быть изолированные или встроенные элементы конструкции производственного помещения (экраны, перегородки, кабины и т. п.), поглощающие или ослабляющие звуковое излучение, а также средства индивидуальной

защиты органа слуха (противошумы). Изготовители элементов конструкций и материалов, предназначенных для снижения шума в помещениях, и изготовители противошумов определяют и указывают значения акустических характеристик своих изделий в соответствии с их назначением, а также способы и условия их применения в технической (эксплуатационной) документации. Эти характеристики могут быть использованы работодателем для ориентировочных расчетов шума, воздействующего на работника на рабочем месте.

## 7.6 Проверки с участием сторонних организаций и органов надзора

Национальным законодательством устанавливается порядок проведения проверок условий труда, в том числе по воздействию шума, с привлечением специализированных сторонних организаций и органов надзора.

Основой оценок условий труда по шуму являются измерения на рабочем месте, проводимые в соответствии с требованиями раздела 5. Результаты проверок используются работодателем для разработки мероприятий по улучшению условий труда и снижению негативного эффекта воздействия шума на работников.

## 8 Измерения шума на рабочем месте

### 8.1 Общие положения

Основными характеристиками, определяющими воздействие шума на работника и измеряемыми в целях оценки этого воздействия, являются эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день  $L_{EX,8h}$  и пиковый уровень звука с частотной коррекцией  $C_{Lp, C_{peak}}$ . Как правило, если иное не установлено в стандарте для рабочих мест данного вида, а также если характер рабочего места и условия воздействия шума на нем не требуют применения более точных методов, то измерения шума на рабочем месте выполняют техническим методом по ГОСТ ISO 9612.

Согласно ГОСТ ISO 9612 организация или подразделение (далее – испытательная лаборатория), выполняющее измерение на рабочем месте, должна предварительно проанализировать рабочую обстановку и на основе результатов анализа выбрать номинальный (представительный) рабочий день, в который будут проведены измерения, и оптимальную стратегию измерений.

Оптимальная стратегия подразумевает разумный компромисс между затратами на проведение измерений и точностью результатов измерений. Обычно для целей оценки шума на рабочем месте достаточна точность технического метода по ГОСТ ISO 9612, однако в ряде случаев может потребоваться применение метода, обеспечивающего более высокую точность (например, включающего измерения шума непосредственно в слуховом канале работника, применение средств измерений более высокого класса точности, увеличение продолжительности проведения измерений и т. п.). Конечным результатом анализа рабочей обстановки будет составление испытательной лабораторией методики выполнения измерений на данном рабочем месте, в которой будут определены последовательность выполняемых в процессе измерений операции и способ расчета характеристик неопределенности измерения для выбранной стратегии измерений. В качестве оптимальной стратегии может быть выбрана одна из трех стратегий, предлагаемых ГОСТ ISO 9612, комбинация этих стратегий или иная стратегия в случае, если испытательной лабораторией доказана ее целесообразность.

Определение номинального рабочего дня зависит от измеряемой характеристики:  $L_{EX,8h}$  или  $L_{p,Cpeak}$ .

Если условия работы на данном рабочем месте таковы, что риск акустической травмы незначителен, то измерения  $L_{p,Cpeak}$  не обязательны. Допускается выполнять ориентировочные измерения  $L_{p,Cpeak}$  одновременно с  $L_{EX,8h}$  и в тех же условиях, но в этом случае неопределенность измерения  $L_{p,Cpeak}$  не оценивают и результат измерений не сравнивают с гигиеническим нормативом.

## 8.2 Измерения

### 8.2.1 Измерения $L_{EX,8h}$

При измерениях  $L_{EX,8h}$  номинальный рабочий день обычно соответствует реальному представительному рабочему дню, выбранному для проведения измерений с целью оценки шумового воздействия. Однако при использовании стратегии измерений на основе рабочего дня [см. ГОСТ ISO 9612 (раздел 11)] измерения могут быть проведены в течение нескольких представительных рабочих дней. Кроме того, для некоторых видов рабочих мест затруднительно выбрать конкретный рабочий день, который был бы представительным с точки зрения воздействия шума. Такое может быть, например, если работник в разные рабочие дни выполняет операции, различающиеся как по своему содержанию, так и сопровождаемому их шуму. В этом случае для получения значения характеристики шума, представительного для длительного шумового воздействия на работника на данном рабочем месте, испытательная лаборатория должна определить номинальный рабочий день, который не будет соответствовать какому-либо конкретному рабочему дню, а будет, например, представлять собой искусственное сочетание фрагментов разных рабочих дней. Тогда значение  $L_{EX,8h}$  рассчитывают по результатам измерений, проведенных в разные дни, ни один из которых не будет представительным с точки зрения воздействующего шума.

*Пример – Работа механизатора в сельском хозяйстве характеризуется годовым циклом. В зависимости от сезона он в течение рабочего дня выполняет преимущественно разные операции (вспашку, полив, уборку урожая, подготовку техники и др.), которые могут сопровождаться существенно разным уровнем шума. Рекомендуется определить долю времени, приходящуюся на каждую такую операцию в течение года, и искусственно сформировать номинальный рабочий день, включив в него все существенные операции с продолжительностью их выполнения, соответствующей полученным долям.*

Измерения и расчет неопределенности измерения – по ГОСТ ISO 9612.

## 8.2.2 Измерения $L_{p,Cpeak}$

Перед проведением измерений  $L_{p,Cpeak}$  необходимо установить, какие рабочие операции или шумовые события (процессы) имеют наибольший уровень звука с коррекцией по частотной характеристике С. Номинальный рабочий день должен быть спроектирован (искусственно сконструирован) таким образом, чтобы в него вошло несколько таких операций или шумовых событий. Число  $N$  реализаций выбранного шумового события (операции) в течение номинального рабочего дня должно быть не менее пяти. В процессе измерений для каждой  $i$ -й операции (шумового события) получают значение  $(L_{p,Cpeak})_i$  дБ,  $i = 1, \dots, N$ , которые затем ранжируют в порядке возрастания от  $(L_{p,Cpeak})_{\min}$  до  $(L_{p,Cpeak})_{\max}$ . В качестве результата измерения  $L_{p,Cpeak}$  принимают значение  $(L_{p,Cpeak})_{\max}$ .

Примечание– При правильном выборе операций (шумовых событий), сопровождающихся максимальными значениями  $L_{p,Cpeak}$ , разброс значений  $(L_{p,Cpeak})_i$ , в выборке объема  $N$ , как правило, не будет превышать 5 дБ.

При условии тщательно выполненного анализа рабочей обстановки и правильного определения операции (шумового события), сопровождающегося наибольшим мгновенным воздействием на орган слуха работника для расчета стандартной неопределенности  $u(L_{p,Cpeak})$ , ассоциированной с  $L_{p,Cpeak}$ , принимают во внимание три источника неопределенности с соответствующими стандартными неопределенностями: изменчивость  $L_{p,Cpeak}$  по выборке ( $u_1$ ), инструментальную неопределенность ( $u_2$ ) и выбор контрольной точки ( $u_3$ ).

Стандартную неопределенность  $u_1$ , дБ, рассчитывают по приближенной формуле

$$u_1 = \frac{(L_{p,Cpeak})_{\max} - (L_{p,Cpeak})_{\min}}{N + 2} . \quad (8.1)$$

Стандартную неопределенность  $u_2$ , обусловленную применяемым средством измерений, определяют в соответствии с таблицей 1.

Таблица 8.1 – Стандартная неопределенность  $u_2$

Применяемое средство измерений	$u_2$ , дБ
Шумомер класса 1 по ГОСТ 17187	1,4
Персональный дозиметр шума по	3,0
Шумомер класса 2 по ГОСТ 17187	3,0

Стандартную неопределенность  $u_3$ , связанную с выбором положения микрофона, принимают равной 1 дБ.

Суммарную стандартную неопределенность  $u(L_{p,Cpeak})$ , дБ, рассчитывают по формуле

$$u(L_{p,Cpeak}) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} . \quad (8.2)$$

#### Примечания

1 При определении операций или шумовых событий, сопровождающихся наибольшим воздействием шума, учитывают только те из них, что характерны для нормального рабочего процесса и повторяются с определенной степенью регулярности. Случайные нерегулярные явления с сильным шумом, но не характерные для условий работ на данном рабочем месте во внимание не принимают даже в том случае, если этот шум чреват получением работником акустической травмы.

2 Чтобы уменьшить вклад  $u_1$  в суммарную неопределенность, необходимо при анализе рабочей обстановки строго подходить к определению операции (шумового события) с наибольшим воздействием шума, не смешивая ее с другими операциями (шумовыми событиями), для которых шумовое воздействие также велико, но не максимально для данного рабочего места.

3 Формула (3.1) получена в предположении, что последовательность результатов измерений  $(L_{p,Cpeak})_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , представляет собой выборку значений случайного процесса с равномерной плотностью распределения вероятности на интервале, аппроксимированном разностью  $(L_{p,Cpeak})_{max} - (L_{p,Cpeak})_{min}$ . Обоснование выбора значений для  $u_2$  и  $u_3$  приведено в ГОСТ ISO 9612 (подразделы С.5 и С.6). Также учтен факт, что инструментальную неопределенность при определении пикового значения можно ориентировочно принять вдвое большей, чем при определении среднеквадратичного значения.

### 8.3 Сопоставление результатов измерений, выполненных разными испытательными лабораториями

Измерения  $L_{EX,8h}$  в целях оценки условий труда для данного рабочего места могут быть проведены разными испытательными лабораториями (например, испытательными лабораториями работодателя и надзорного органа). При этом возможны ситуации, когда оценка шума согласно 5.2 по результатам измерений разных лабораторий приведет к разным выводам в отношении соответствия/несоответствия гигиеническому нормативу. Для разрешения возникающих в таких обстоятельствах спорных вопросах следует руководствоваться нижеуказанными правилами:

- а) за окончательный результат измерений принимают тот, что был получен лабораторией, аккредитованной на проведения измерений данного вида;
- б) если обе лаборатории аккредитованы и выполнено условие

$$\left| (L_{EX,8h})_1 - (L_{EX,8h})_2 \right| \leq 2\sqrt{u_1^2(L_{EX,8h}) + u_2^2(L_{EX,8h})}, \quad (8.3)$$

где  $(L_{EX,8h})_1$  и  $(L_{EX,8h})_2$  – результаты измерений  $L_{EX,8h}$ , полученные этими лабораториями, а  $u_1(L_{EX,8h})$  и  $u_2(L_{EX,8h})$  – заявленные этими лабораториями стандартные неопределенности измерения  $L_{EX,8h}$ , то за окончательный результат измерения принимают значение, рассчитанное по формуле

$$L_{EX,8h} = \frac{(L_{EX,8h})_1 [u_2(L_{EX,8h})]^2 + (L_{EX,8h})_2 [u_1(L_{EX,8h})]^2}{[u_2(L_{EX,8h})]^2 + [u_1(L_{EX,8h})]^2}. \quad (8.4)$$

Этот результат сравнивают с гигиеническим нормативом и принимают решение о соответствии/несоответствии;

- в) если обе лаборатории аккредитованы, но условие (15) перечисления б) не выполнено, то результаты измерений двух лабораторий признают несовме-

стимыми, и окончательное решение о соответствии/несоответствии рабочего места допустимым условиям труда по шуму на основании этих результатов принято быть не может. В этом случае рекомендуется обратиться к услугам третьей испытательной лаборатории.

## 9 Испытания машин с целью заявления шумовой характеристики

Информацию о шумовой характеристике машины используют в разных аспектах обеспечения безопасности воздействия шума, в том числе в целях:

- сравнения шума разных машин одного вида;
- организации рабочих мест, удовлетворяющих гигиеническому нормативу по шуму;
- оценки эффективности примененных решений по снижению шума машины.

В обязанности изготовителя (поставщика) машины (см. 6.4) входит заявление ее шумовой характеристики на основе результатов измерений излучаемого шума. При заявлении и подтверждении шумовых характеристик машин следует руководствоваться ГОСТ 30691 в части, в которой он не противоречит требованиям настоящего стандарта. В состав шумовой характеристики должны входить измеренное значение величины (величин), характеризующей излучательную способность машины в условиях измерений, и соответствующая характеристика неопределенности измерения (как правило, стандартная неопределенность). Не допускается заявление одно-числового значения шумовой характеристики, являющегося суммой измеренной величины и характеристики неопределенности измерения. Неопределенность измерения рассчитывает испытательная лаборатория, выполняющая измерения. Если измерения выполняются в соответствии с испытательным кодом по шуму или иным нормативным документом (например, аттестованной методикой измерений), в котором указано предельное значение характеристики неопределенности измерения, то допускается при заявлении шумовой характеристики машины использовать это предельное значение.

Чтобы результаты измерений, используемые в целях заявления шумовых характеристик машин, были сопоставимы, условия испытаний должны быть строго определены и воспроизводимы с достаточной точностью. С этой целью разрабатывают испытательные коды по шуму (стандарты типа С по классификации [17]) для испытаний относительно узкого семейства машин, позволяющих определить для них единые условия испытаний (см. [18]). При наличии соответствующего испытательного кода по шуму измерения значений шумовой характеристики машины проводят по испытательному коду, а при его отсутствии – по иному нормативному документу, согласованному с одним из общих стандартов на методы испытаний машин на шум (стандартов типа В по классификации [19]). Выбор одного из общих стандартов на методы испытаний на шум осуществляют согласно ГОСТ 31252 для машин, у которых рабочее место оператора и/или контролирующих лиц не определено (см. [20] – [29]) или ГОСТ 31171 для машин с известным местом расположения оператора и/или контролирующих лиц (см. [30] – [34]) в зависимости от вида и особенностей конструкции машины (оборудования), доступных условий испытаний и требуемой точности результатов испытаний.

Примечание – Методы испытаний на шум подразделяются на точные, технические и ориентировочные в порядке увеличения предельного значения стандартного отклонения воспроизводимой для установленной машины в заданных условиях работы. Однако следует иметь в виду, что в общую стандартную неопределенность для данного измерения существенный вклад может внести составляющая неопределенности, связанная с нестабильностью условий работы и установки испытуемой машины. Эта нестабильность может быть существенно разной для разных машин, и при этом возможны ситуации, когда стандартная неопределенность результата испытаний, полученного с применением точного метода для одной машины, будет больше стандартной неопределенности, полученной с применением технического метода для другой машины (см., например, [20]).

## Список литературы

1. ISO 226:2003 Acoustics - Normal equal-loudness-level contours 1.
2. ISO 1999:2013 Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss.
3. Шайняк И.Р. Оценка соответствия нормам производственной вибрации // Законодательная и прикладная метрология. 2011. № 6. С. 45-54.
4. ILO. Ambient factors in the workplace. An ILO code of practice. Geneva: International Labour Office, 2001. 94 p.
5. ISO 11690-1:1996, Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery. P. 1: Noise control strategies 2.
6. ISO 11690-2:1996, Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery. P. 2: Noise control measures 3.
7. ISO/TR 11690-3:1997, Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery. P. 3: Sound propagation and noise prediction in workrooms 4.
8. ГОСТ 31301–2005. Шум. Планирование мероприятий по управлению шумом установок и производств, работающих под открытым небом.
9. Проблема реальной эффективности индивидуальной защиты и привносимый риск для здоровья работников: обзор литературы / Э.И. Денисов, Т.В. Морозова, Е.Е. Аденинская, Н.Н. Курьеров // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 4. С. 18-25.
10. ISO/TR 11688-1:1995, Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment. P. 1: Planning.
11. ISO/TR 11688-2:1998, Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment. P. 2: Introduction to the physics of low-noise design.
12. ГОСТ 23499–2009. Материалы и изделия звукоизоляционные и звукопоглощающие строительные. Общие технические условия.
13. ГОСТ 31704–2011 (ИСО 354:2003). Материалы звукопоглощающие. Метод измерения звукопоглощения в реверберационной камере.

14. EN 13819-2:2002, Hearing protectors – Testing. P. 2: Acoustic test methods 1.
15. ISO 4869-2:1994, Acoustics - Hearing protectors. P. 2: Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn 2.
16. IEC 61252:2002, Electroacoustics – Specifications for personal sound exposure meters.
17. Erdem I. Statistical inferences on uniform distributions: the cases of boundary values being parameters // International Journal of Probability and Statistics. 2012. № 1 (3). P. 19-61.
18. ISO 12001:1996 Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Rules for the drafting and presentation of a noise test code.
19. ISO Guide 78:2012 Safety of machinery – Rules for drafting and presentation of safety standards.
20. ISO 3741:2010, Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for reverberation test rooms 3.
21. ISO 3743-1:2010, Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for small movable sources in reverberant fields. P. 1: Comparison method for a hard-walled test room 4.
22. ISO 3743-2:1994, Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for small movable sources in reverberant fields. P. 2: Methods for special reverberation test rooms 1.
23. ISO 3744:2010, Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane 2.
24. ГОСТ ISO 3745–2014. Акустика. Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению. Точные методы для заглушенных камер.

25. ISO 3746:2010, Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane 3.

26. ISO 3747:2010, Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering/survey methods for use in situ in a reverberant environment 4.

27. ГОСТ 30457–97 (ИСО 9614-1:1993). Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерение в дискретных точках. Технический метод.

28. ISO 9614-2:1996, Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity. P. 2: Measurement by scanning.

29. ГОСТ 30457.3–2006 (ИСО 9614-3:2002). Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума по интенсивности звука. Ч. 3. Точный метод для измерения сканированием.

30. ГОСТ 31172–2003 (ИСО 11201:1995). Шум машин. Измерение уровней звукового давления излучения на рабочем месте и в других контрольных точках. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью.

31. ГОСТ 31169–2003 (ИСО 11202:1995). Шум машин. Измерение уровней звукового давления излучения на рабочем месте и в других контрольных точках. Ориентировочный метод измерений на месте установки.

32. ГОСТ 30720–2001 (ИСО 11203:1995). Шум машин. Определение уровней звукового давления излучения на рабочем месте и в других контрольных точках по уровню звуковой мощности.

33. ГОСТ 30683-2000 (ИСО 11204:1995). Шум машин. Измерение уровней звукового давления излучения на рабочем месте и в других контрольных точках. Метод с коррекциями на акустические условия.

34. ГОСТ ИСО 11205–2006. Шум машин. Определение уровней звукового давления излучения на рабочем месте и в других заданных точках по интенсивности звука. Технический метод.

35. ГОСТ 31296.2–2006 (ИСО 1996-2:2007). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Ч. 2. Определение уровней звукового давления.

36. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

**Проведение измерений и расчет поправок к эквивалентному  
уровню звука за 8-часовой рабочий день  $L_{EX,8h}$  при наличии  
импульсных и тональных шумов**

### А.1 Общие положения

Если в шуме на рабочем месте имеются импульсный или тональный шум, то получение значения измеряемой величины, сопоставляемого затем с гигиеническим нормативом, включает в себя два этапа. На первом этапе измеряют  $L_{EX,8h}$  в соответствии с ГОСТ ISO 9612 с соответствующей стандартной неопределенностью  $u(L_{EX,8h})$ . На втором этапе рассчитывают поправку  $K_I$  на импульсный или  $K_T$  на тональный шум (для расчета таких поправок может потребоваться проведение дополнительных измерений). Поправки прибавляют к  $L_{EX,8h}$ . Окончательным результатом измерений считают соответственно  $(L_{EX,8h} + K_I)$  или  $(L_{EX,8h} + K_T)$ , который сравнивают с гигиеническим нормативом.

Если рабочее место характеризуется воздействием как тонального, так и импульсного шума, то учитывают только поправку  $K_T$  или  $K_I$  в зависимости от того, какая из них больше.

### А.2 Определение поправки на тональный шум КТ

#### А.2.1 Анализ акустической обстановки

Анализ акустической обстановки на рабочем месте является составной частью анализа рабочей обстановки по ГОСТ ISO 9612. При анализе акустической обстановки выполняют измерения для получения объективного подтверждения наличия тонального шума. Средства измерений должны удовлетворять требованиям ГОСТ ISO 9612 и ГОСТ 17168–82 для измерений в третьоктавных полосах частот.

Продолжительность вспомогательных измерений зависит от характера тонального шума. Если громкость и частота тона приблизительно постоянны, то продолжительность измерений составляет не менее 1 мин. Если громкость со

временем варьируется, то продолжительность измерений должна быть выбрана достаточно большой, чтобы позволить получить оценку среднего уровня тонального шума в третьоктавной полосе частот. Если со временем меняется частота тона и пределы варьирования частоты превышают треть октавы, то вспомогательных измерений не проводят. Такой тон различают только на слух.

В ходе вспомогательных измерений определяют эквивалентные уровни звукового давления  $L_{p,T}$  в третьоктавных полосах частот во всем диапазоне частот измерений. Поправку на тональный шум  $K_T$  рассчитывают, если (см. [35]) для какой-либо из третьоктавных полос результат измерения будет превышать результаты измерения в смежных третьоктавных частотах на:

- 15 дБ для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 25 до 125 Гц;
- 8 дБ для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 160 до 400 Гц;
- 5 дБ для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 500 до 10000 Гц.

Может оказаться, что при субъективном восприятии шума тональная составляющая отчетливо прослушивается, в то время как вышеуказанный критерий наличия в шуме тональной составляющей не выполнен. Это может иметь место, когда частота тональной составляющей находится вблизи границы смежных третьоктавных полос. В этом случае сравнивают суммарное (по энергии) значение  $L_{p,T}$  в указанных смежных третьоктавных полосах с результатами измерений  $L_{p,T}$  в соседних с ними полосах. Поправку на тональность вносят, если превышение составит:

- 16,5 дБ для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 25 до 125 Гц;
- 11 дБ для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 160 до 400 Гц;
- 9 дБ для третьоктавных полос со среднегеометрическими частотами от 500 до 10000 Гц.

Результаты вспомогательных измерений включают в протокол измерений. В протоколе указывают число выявленных тонов, их характер, источник появления, а также третьоктавные полосы, в которых наличие тона подтверждено вспомогательными измерениями. Указывают также плавающий тон (при его наличии) с пределами изменения частоты тона, превышающими треть октавы. Плавающий тон учитывают при расчете КТ только в том случае, если он отчетливо воспринимается на слух.

#### А.2.2 Измерения шума на рабочем месте и расчет $K_T$

Измеряют шум на рабочем месте и определяют значение  $L_{EX,8h}$ , дБ, в соответствии с ГОСТ ISO 9612. В процессе измерений определяют время  $T_T$ , ч, воздействия на работника тонального шума в течение номинального рабочего дня, пользуясь сведениями о тональном шуме, его источнике (источниках), условиях и продолжительности его воздействия, полученными при анализе акустической обстановки.

При необходимости для подтверждения наличия тонального шума используют тот же критерий, что и в А.2.1. Поправку на тональность шума  $K_T$ , дБ, рассчитывают по формуле

$$K_T = 10 \lg \left[ 1 + \frac{T_T}{T_0} \right], \quad (A.1)$$

где  $T_0$  – базовая длительность рабочего дня, равная 8 ч.

Зависимость поправки на тональность КТ от величины  $T_T / T_0$  показана на рисунке А.1.

#### А.2.3 Неопределенность измерения

Если стандартная неопределенность для  $L_{EX,8h}$ , рассчитанная по ГОСТ ISO 9612, равна  $u(L_{EX,8h})$  и известна стандартная неопределенность  $u(T_T)$  для  $T_T$  (см., например, ГОСТ ISO 9612, примечание в п. С.2.3), то стандартная неопределенность  $u(L_{EX,8h} + K_T)$ , учитывающая внесенную поправку на тональность  $K_T$ , может быть вычислена по формуле

$$u(L_{EX,8h} + K_T) = \sqrt{u^2(L_{EX,8h}) + \frac{18,86}{(T_0 + T_T)^2} u^2(T_T)}. \quad (A.2)$$

В большинстве случаев неопределенностью, связанной с поправкой  $K_T$ , можно пренебречь и принять  $u(L_{EX,8h} + K_T) = u(L_{EX,8h})$ .

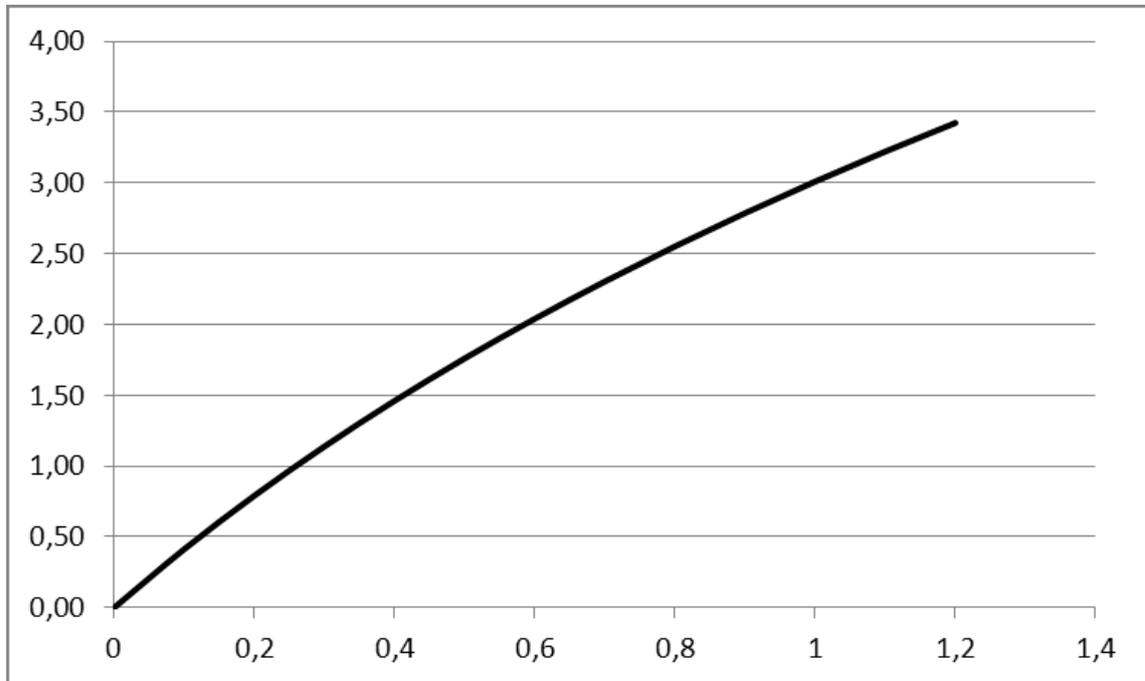


Рисунок А.1 – Зависимость  $K_T$ , дБ, от  $T_T / T_0$

### А.3 Определение поправки на импульсный шум КИ

#### А.3.1 Общие положения

При определении поправки на импульсный шум помимо эквивалентного уровня звука за 8-часовой рабочий день  $L_{EX,8h}$  по ГОСТ ISO 9612 необходимо определять также значение величины  $L_{EX,8h,b}$ . Последняя представляет собой эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день, но определяемый по измерениям, когда из воздействующего на работника шума исключен импульсный шум.

Исключение импульсного шума для определения  $L_{EX,8h,b}$  может быть выполнено двумя способами. Способ 1 применим только в ситуациях, когда акустическая обстановка на рабочем месте включает в себя интервалы времени, когда импульсный шум отсутствует, и они представительны и достаточны по

длительности, чтобы измерения  $L_{EX,8h,b}$  могли быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9612. Способ 2 не налагает каких-либо ограничений на характер акустической обстановки, но для его реализации необходимо, чтобы используемые средства измерений позволяли записывать и сохранять временной сигнал уровня звукового давления.

### А.3.2 Анализ рабочей обстановки

При анализе рабочей обстановки определяют, какой способ измерений импульсного шума можно выбрать для данного рабочего места. Если имеется возможность выбрать способ 1, измерения планируют таким образом, чтобы они удовлетворяли требованиям ГОСТ ISO 9612 при измерениях как  $L_{EX,8h}$ , так и  $L_{EX,8h,b}$ .

Если нет возможности или нецелесообразно проводить измерения в соответствии со способом 1, то анализ рабочей обстановки не отличается от того, что выполняют по ГОСТ ISO 9612 (раздел 7).

### А.3.3 Измерения и обработка сигналов

#### А.3.3.1 Способ 1

Измерения выполняют в соответствии с ГОСТ ISO 9612, однако при этом отдельно фиксируют данные, по которым получают  $L_{EX,8h,b}$ . На основании всех выполненных измерений определяют оценку  $L_{EX,8h}$ , дБ, а на основании измерений, выполненных в отсутствие импульсного шума, – оценку  $L_{EX,8h,b}$ , дБ. В целях расчета поправки К1 значения  $L_{EX,8h}$  и  $L_{EX,8h,b}$  определяют с точностью до двух десятичных знаков после запятой.

#### А.3.3.2 Способ 2

Выполняют измерения  $L_{EX,8h}$  в соответствии с ГОСТ ISO 9612 с регистрацией сигнала уровня звукового давления. По полученной реализации уровня звукового давления отмечают участки времени, на которых выполняется условие

$$L_{pA,I} - L_{pA,S} \geq 7, \quad (\text{A.3})$$

где  $L_{pA,I}$  – уровень звука, измеренный при временной характеристике шумомера I («импульс»);

$L_{pA,S}$  – уровень звука, измеренный при временной характеристике шумомера S («медленно»).

Если длительность интервала времени, на котором выполняется условие (A.2), менее 1 с, то увеличивают его до 1 с, начиная с момента времени, когда началось выполнения условия (A.2).

Вырезают из временной реализации уровня звукового давления все отмеченные участки и по оставшейся реализации рассчитывают  $L_{EX,8h,b}$ , дБ.

для расчета  $K_I$  значения  $L_{EX,8h}$  и  $L_{EX,8h,b}$  определяют с точностью до двух десятичных знаков после запятой.

Примечание– Операции выделения участков, где выполняется условие (A.2), и формирования реализации для расчета  $L_{EX,8h,b}$  могут быть реализованы аппаратно в шумомере, удовлетворяющем требованиям ГОСТ 17187.

#### А.3.4 Вычисление $K_I$

Вычисляют величину  $h$ , дБ, по формуле

$$h = L_{EX,8h} - L_{EX,8h,b} . \quad (A.4)$$

Поправку  $K_I$ , дБ, рассчитывают по формуле

$$K_I = 10 \lg(3,16 - 2,16 \cdot 10^{-0,1h}) \quad (A.5)$$

Зависимость поправки на импульсный шум  $K_I$  от величины  $h$  показана на рисунке А.2.

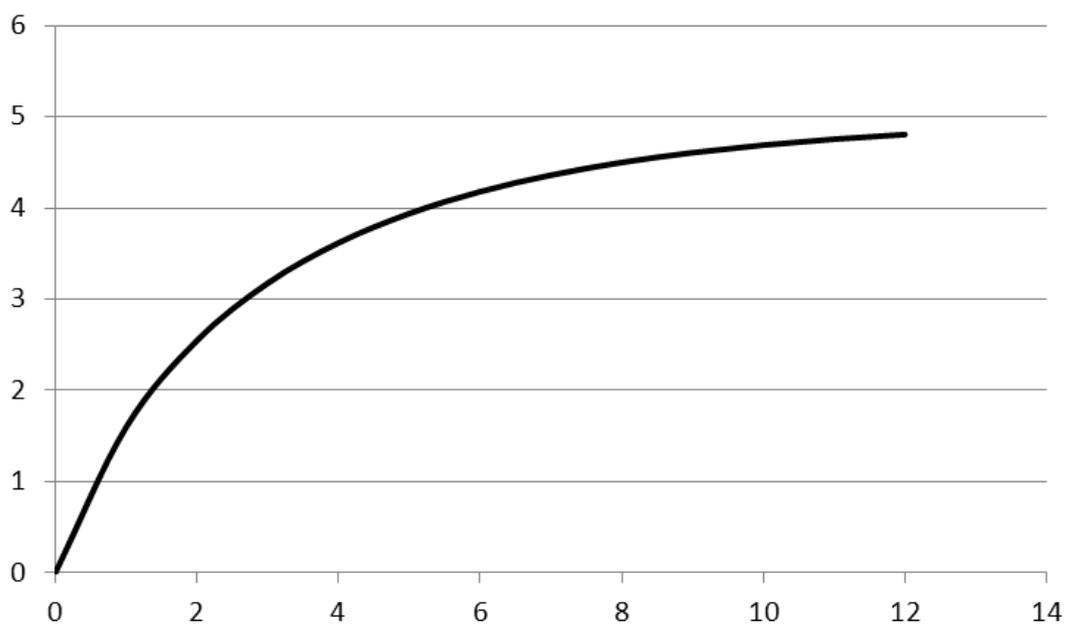


Рисунок А.2 – Зависимость  $K_I$ , дБ, от  $h$ , дБ

#### А.3.5 Неопределенность измерения

Процедура, изложенная в А.3.4 и А.3.5, не вносит дополнительную неопределенность в результат измерений, т. е. стандартная неопределенность для

$(L_{EX,8h} + K_I)$  будет такой же, что и рассчитанная для  $L_{EX,8h}$  в соответствии с ГОСТ ISO 9612.

Учебное издание

Панова Татьяна Васильевна  
Панов Максим Владимирович  
Симбирцева Марина Евгеньевна

## ***ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ***

Учебное пособие  
для бакалавров всех направлений подготовки

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 17.10.2023. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,45. Тираж 25 экз. Изд. №7584.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ