МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЁТУ УРОВНЕЙ ШУМА

Санкт-Петербург

2023

Н.А. Дементьев, М.В. Сухарев, Д.С. Сальников

«Методические рекомендации по расчёту уровней шума», СПб, «Библиотека Интеграла», 2023 г., 146 с.

ISBN 978-5-7320-1333-7 **Фирма «Интеграл»**

Настоящие методические рекомендации посвящены расчётам уровней шума на местности и в помещении. Документ состоит из двух частей – подробной инструкции по применению компьютерных программ для расчёта и нормирования уровней шума и соответствующих теоретических основ.

Рассматриваемые темы:

- порядок проведения расчёта шума
- исходные данные акустических объектов
- нормативы
- расчёт шума в помещении
- расчёт транспортного шума
- расчёт шума систем вентиляции
- мероприятия по защите от шума
- работа с ПК «Эколог-Шум» от «Фирмы «Интеграл»

В части пособия с описанием работы программы (часть 1) даны ссылки на соответствующие пункты в теоретических основах (часть 2). Это позволит быстро освоить сразу оба аспекта акустических расчётов.

Благодарим А.В. Стерликова и С.М. Черненко, любезно согласившихся выступить в роли рецензентов второй части книги, за ценные замечания и советы.

Технический редактор серии – Людмила Иванова

© Фирма «Интеграл»

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 1

Стр.

ПОРЯДОК РАБОТЫ В ОБЩЕМ ВИДЕ 5
ПОДРОБНЫЙ ПОРЯДОК РАБОТЫ 7

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ..... 7
   1.1. Вспомогательные данные 7
   1.2. Основные акустические данные 10
   Работа в модулях 16

2. ЗАДАНИЕ УСЛОВИЙ РАСЧЕТА 27
   2.1. Варианты расчёта 27
   2.2. Расчётные точки 28
   2.3. Расчётные площадки 28
   2.4. Задания на поиск вкладов 29
   2.5. Корректировка параметров расчёта 29

3. ПРОВЕДЕНИЕ РАСЧЁТОВ 30
   Расчёты внешнего шума 30
   Расчёт проникающего в помещение шума 31

4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ 32

5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ШУМОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ 36

ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ 37

Часть 2

1. ВВЕДЕНИЕ 40

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 41

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 42

4. АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА 48

5. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ 50

6. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА 50

7. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА 50

8. ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ 53

9. РАСЧЕТ ШУМА В ПОМЕЩЕНИИ 65

10. ПРОНИКАЮЩИЙ ШУМ 75

11. РАСЧЕТ ШУМА НА МЕСТНОСТИ 76

12. РАСЧЕТ ШУМА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА 77

13. РАСЧЕТ ШУМА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 91

14. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ШУМА 116

15. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ 136

16. БИБЛИОГРАФИЯ 146

Часть 1

Первая часть методического пособия является подробной инструкцией по работе в программном комплексе «Эколог-Шум», разработанном «Фирмой «Интеграл». В ней рассмотрен порядок работы в программе и её модулях, а также даны ответы на часто встречающиеся вопросы.

Даны ссылки на соответствующие пункты теоретической части пособия. Также для работы с программным комплексом следует пользоваться инструкциями к «Эколог-Шум», ГИС «Эколог», «СЗЗ-Эколог» и др.

Программный комплекс «Эколог-Шум» позволяет провести расчёт акустического воздействия на больших территориях, насыщенных разнообразными источниками шума самых разных видов и построить карту изолиний в соответствии с действующими нормативными документами, а также провести нормирование шума с учётом назначения территорий и отдельных помещений.

Порядок работы в общем виде

1. **Занесение исходных данных**

1.1. вспомогательные данные в качестве подложки – ситуационная карта-схема

1.1.1. растровая картинка

1.1.2. векторные данные из сторонних ГИС

1.1.3. КПТ из Кадастровой публичной карты Росреестра (xml-файл)

1.1.4. проект из другой ГИС (УПРЗА «Эколог», «Инвентаризация», «СЗЗ-Эколог»)

1.2. основные акустические данные

1.2.1. внешние источники шума (работа в модулях)

1.2.2. препятствия шуму (экраны, застройка)

1.3. дополнительные данные

1.3.1. зоны затухания шума (из-за влияния земли, соседних промышленных зон и листвы)

1.3.2. области нормирования шума (для проведения процедуры нормирования и для целей построения расчётной СЗЗ предприятия)

1.3.3. форма рельефа
1.3.4. учёт фонового шума

2. Задание условий расчёта

2.1. варианты расчёта (для целей моделирования шумозащитных мероприятий и проведения расчётов с различными условиями – например, на дневное и ночное время)

2.2. расчётные точки (вручную, по границам особых зон и препятствий шуму)

2.3. расчётные площадки (горизонтальные и вертикальные)

2.4. задания на поиск вкладов (для определения наихудших вкладчиков в расчётных точках)

2.5. корректировка параметров расчёта (изменение температуры и влажности воздуха)

3. Проведение расчётаов

4. Анализ результатов расчёта

4.1. просмотр и анализ результатов в графическом и табличном виде

4.1.1. анализ составляющих шума (УЗД, прямой шум, отражённый шум, экранирование)

4.1.2. анализ вкладов (источников шума, внёсших наибольший вклад в результат)

4.1.3. нормирование шума (сравнение результатов расчёта с нормативами с помощью специального инструмента)

4.2. другие варианты анализа результатов (на разных высотах, по контрольным отрезкам, сравнение между расчётами в разных вариантах расчёта)

4.3. построение расчётной СЗЗ (при проектировании СЗЗ предприятия)

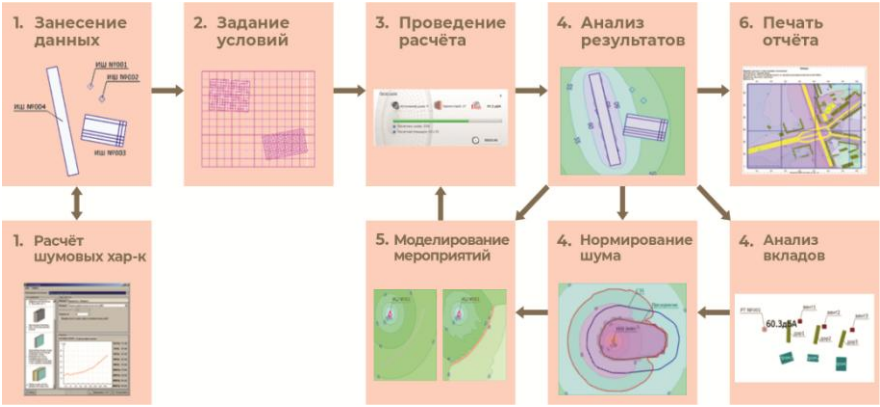
5. Моделирование мероприятий и проверка их эффективности

6. Вывод результатов расчёта на печать

6.1. Печать текстового отчёта

6.2. Печать карт шума

(Дополнительно см.: часть 2, п. 6. «Порядок проведения акустического расчета»)



Общий порядок работы в программном комплексе «Эколог-Шум»

Подробный порядок работы

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1. Вспомогательные данные

Вид вспомогательных данных	Необходимость в привязке	Возможность использования объектов	Кадастровая СК и кадастровые координаты	Удобство
Растровый файл	да	нет	изначально нет	+/–
Векторные данные из сторонних ГИС	нет	да	зависит от исходного проекта	+
xml-файл с данными по КПТ	нет	да	уже имеются	++

1.1.1. Растровая подложка

Самый популярный вариант вспомогательных данных. Используется при отсутствии векторных данных или в дополнение к ним: загружается в программу – и как через кальку обрисовываются необходимые для работы в проекте объекты. Нуждается в привязке. От качества привязки зависит дальнейшая работа с проектом.

Перед привязкой следует решить вопрос с системой координат, в которую будет осуществляться привязка, поскольку нужно задать координаты опорной точки подложки в нужной для работы системе координат. О системах координат можно узнать в специальной инструкции «Работа с системами координат», которую можно найти на странице любой ГИС-программы на сайте «Фирмы «Интеграл» или по ссылке integral.ru/xyz.

Процедура привязки подложки показана в ролике на канале «Фирмы «Интеграл» в YouTube.

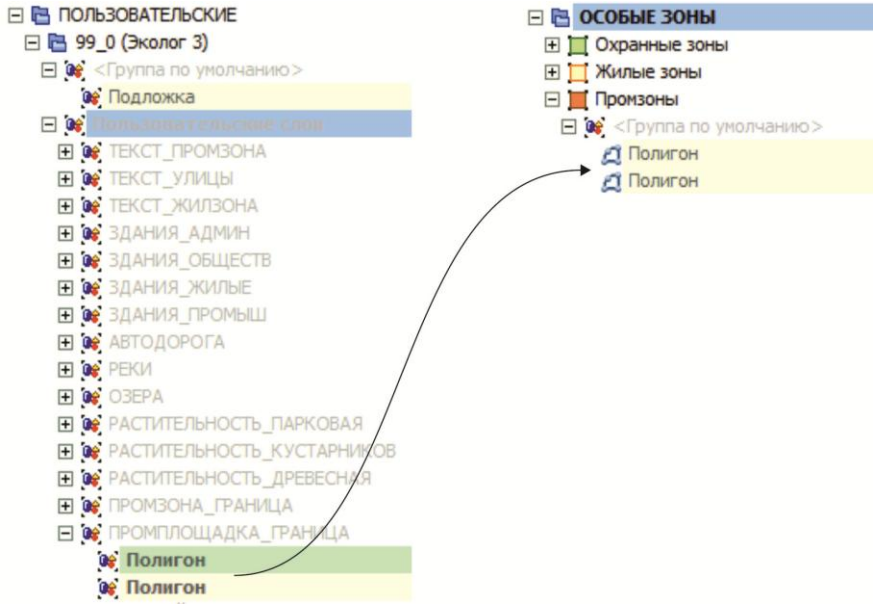
1.1.2. Векторные данные из сторонних ГИС

Векторные данные удобны тем, что для их импорта не нужна привязка: все объекты размещаются на карте в тех же координатах, в которых были созданы в исходной программе.

Для быстрого импорта векторной топоосновы и комфортной работы с ней следует подготовить её следующим образом:

- оставить только самые необходимые слои и объекты;
- убрать слои с рамками и зарамочным оформлением;
- убедиться, что нет объектов, расположенных на слишком большом удалении от основной группы.

Возможности использования сторонних векторных данных: все векторные объекты можно использовать напрямую – скопировав их в соответствующие служебные слои. Полноценная векторная топооснова позволит избавиться от внесения объектов в ГИС вручную: практически все импортированные из сторонних ГИС объекты могут быть перенесены обычным копированием в соответствующие служебные слои.



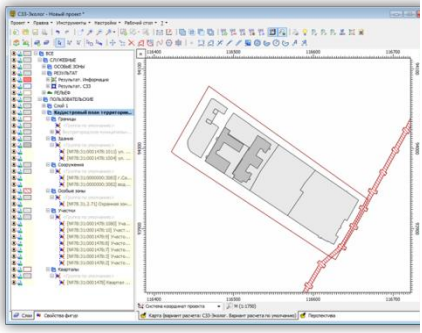
Нюансы использования сторонних векторных данных:

- Линейные объекты (полилинии) должны быть масштабируемыми; в свойствах объекта можно включить опцию «Масштабируемая» перед копированием в слой «Источники шума» или «Препятствия шуму». Функция «Специальная вставка» (в меню «Правка») решает этот вопрос самостоятельно.
- Полигоны можно использовать в качестве объёмных источников шума только после преобразования их в прямоугольники. Преобразование в прямоугольники специальным инструментом или «Специальной вставкой» не всегда может дать желаемый эффект.

1.1.3. КПТ из Кадастровой публичной карты Росреестра (xml-файл)

Самый удобный вид вспомогательных данных с точки зрения удобства использования: не нуждается в привязке, использует систему координат Росреестра, содержит информацию о кадастровых кварталах и участках.

Кадастровая карта Росреестра	Результат импорта xml в ГИС «Эколог»



Атрибутивные данные текущего слоя | Результаты расчета

№	Название	Расположение	Категория земель	Разрешённое использование
78:31:0001478:2	Участок 2	г.Санкт-Петербург, Греческий проспект, дом 1а, литера В	003002000000	143001000000
78:31:0001478:3	Участок 3	г.Санкт-Петербург, Суворовский проспект, дом 4, литера А	003002000000	142002020000
78:31:0001478:7	Участок 7	г.Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, дом 4, литера А	003002000000	142002020000
78:31:0001478:8	Участок 8	г.Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, дом 4б, литера Б	003002000000	142002030000
78:31:0001478:9	Участок 9	г.Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, дом 4а, литера А	003002000000	141008000000
78:31:0001478:10	Участок 10	г.Санкт-Петербург, Греческий проспект, дом 1б, литера А	003002000000	142006000000
78:31:0001478:1080	Участок 1080	г.Санкт-Петербург, Греческий сквер, участок 1, (между 3-й Со...	003002000000	144003080000

Атрибутивная таблица одного из слоёв КПТ

Возможность импорта xml-файла с КПТ присутствует в «Эколог-Шум» при наличии на компьютере программы «СЗЗ-Эколог».

1.2. Основные акустические данные

1.2.1. Внешние источники шума

В программе предусмотрено три инструмента для занесения источников шума: точечный ИШ, линейный ИШ и объёмный ИШ.

Варианты стилизации источников шума:

- *Точечный ИШ*: относительно небольшие источники шума и источники, расстояние от которых до расчётной точки превышают двукратные габариты источника, – в этом случае нет смысла задавать источник шума объёмным. Пример: вентиляционные отверстия.

- *Объёмный ИШ:* относительно большие источники, расстояние от которых до расчётных точек (ближайших значимых) соизмеримо с габаритами самого источника, – в этом случае есть смысл задать источник шума объёмным. Пример: стройплощадка, трибуна стадиона. Настоящий вариант расчётного модуля «Эколог-Шум» соответствует СП 254.1325800.2016. В соответствии с пунктом 5.2.3 СП, в качестве формы фронта волны следует выбирать поверхность, равноудалённую от поверхности источника. Для параллелепипеда такой поверхностью будет параллелепипед с гранями, идентичными граням источника шума, и скругленными ребрами (радиус скругления равен расстоянию между источником и фронтом волны).
- *Линейный ИШ:* автотранспортные источники (автомобильные и железные дороги). Расчёт в программе соответствует ГОСТ 31295.2-2005: линейный ИШ разбивается на серию точечных.

Шумовые характеристики источников шума

(Дополнительно см.: часть 2, п. 3. «Акустические характери-стики источников шума»)

					Уровни звукового давления, дБ, в октавных по...									
	№	Название	Исп.	Дистанция замера (расчёта), м	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	La.экв
☐	001	Точечный ИШ	☑											
☐	002	Источник шума - ломаная	☑											
☐	003	Объемный источник шума	☑											

Учет непостоянного шума				
Тип источника	т	Т	La.макс	Затухание максимального шума
постоянного шума				
непостоянного шума				по октаве 1000Гц
постоянного шума				

Виды шумовых характеристик

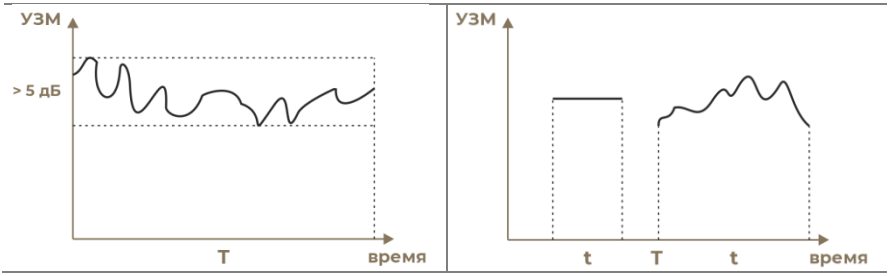
УЗМ – уровни звуковой мощности, УЗД – уровни звукового давления

	УЗМ	УЗД	комментарий
значения	• октавные, дБ • уровни звука, дБА		Для эквивалентного шума лучше указывать октавные уровни звукового давления. Если в исходных данных присутствует только значение La экв., рекомендуется самостоятельно разложить его в спектр по наиболее подходящему варианту через справочник источников шума (см. «Разложение уровня звука в спектр через справочник», ниже). Иначе способ разложения будет выбран расчётным модулем, поскольку все расчёты проводятся по октавам
дистанция замера (расчёта), м	не задаётся	задаётся	При наличии дистанции замера она должна быть занесена в соответствующем поле. Это то расстояние, с которого замерен шум на источнике, и которое заносится в протокол замера. Не следует сравнивать результат, который получается в случае занесения дистанции замера, и в случае, когда она не занесена. Если шум на ИШ замерен, то не занести дистанцию замера будет ошибкой ввода данных, поскольку значение шума программа будет воспринимать уже не как УЗД, а как УЗМ, и расчёт пройдёт некорректно.
предпочтительнее в использовании	более предпочтительно	менее предпочтительно	Если в качестве ш/х источника шума задан УЗМ, то распространение шума от него рассчитывается по ф. 3 ГОСТ 31295-2005. Но, в случае УЗД, замеренного на определённом расстоянии от источника шума, всё гораздо сложнее. Программа должна иметь право принимать данные замеров (УЗД), но эти замеры могут быть проведены в разных условиях. Примером такого условия является расположение источника по отношению к земле – на поверхности земли или в подвешенном состоянии. От этого зависит учёт отражения от земли – нужно ли на него корректировать при пересчёте УЗД замера в УЗМ источника или не нужно. То же относится и к другим факторам. Поэтому в случае с УЗД может происходить незначительное увеличение шума после пересчёта УЗД в УЗМ. Но, как правило, выбора нет – и приходится использовать те значения, которые есть в наличии (Дополнительно см.: часть 2, п. 3.5)

Характеристики постоянного и непостоянного шума

характеристика	постоянный	непостоянный	пояснение
октавные значения	+	+	УЗД или УЗМ (см. табл. выше)
La.экв	+	+	Может быть занесено при отсутствии октавных значений; при наличии октавных значений La будет рассчитан программой
La.макс	–	+	При совместном расчёте La макс. от источников постоянного шума будет взято значение La экв.
t	–	+/-	Время работы источника (должно быть меньше T); задаётся в любых единицах измерения времени (но в таких же, как T). См. «Типы источников непостоянного шума»
T	–	+/-	Время, для которого проводится расчёт/нормирование (дневное, ночное, вечернее, рабочей смены). См. «Типы источников непостоянного шума»
частота затухания макс. шума	–	+	По ГОСТ 31295-2005 рекомендуется использовать октаву 1000 Гц. Некоторые другие документы рекомендуют использовать октаву 500 Гц.

Типы источников непостоянного шума



ИШ, у которого за время нормирования/наблюдения T изменяется уровень звука больше, чем на 5 дБА	ИШ постоянного или не постоянного шума, у которых время работы t меньше общего времени воздействия T
t и T можно не заносить (они равны) La экв. > La макс.	t и T должны быть занесены, причём t < T La экв. ≤ La макс.

Пример:

имеющиеся исходные данные	занесение в программу
буровой станок с УЗМ в паспорте 84 дБА	1. внести значение в поле «La.экв», которое программа разложит по октавам в процессе расчёта 2. более правильный вариант: разложить значения уровня звука в спектр через справочник (ниже), выбрав 4-й способ разложения – со средне- и низкочастотным максимумом в полосе 125-1000 Гц

Разложение уровня звука в спектр через справочник

В том случае, если в качестве исходных данных по экв. шуму будет занесено только значение уровня звука La, для расчёта по октавам программа разложит это значение в спектр (31-8000 Гц) по «наихудшему» варианту. Поскольку такой вариант разложения может не подойти для ваших источников шума, правильнее всего будет разложить уровень звука по наиболее подходящему варианту:

- Открыть «Справочник шумовых характеристик технологического оборудования»;
- Открыть/создать новый раздел, добавить в него новую статью и внести в неё свои данные;
- Нажать кнопку «Разложить La в спектр» и в открывшемся окне «Выбор показателя спектра» выбрать один из способов разложения. В нижней части окна при выборе каждого варианта выводятся категории оборудования, для которых больше всего подходит выбранный спектр;
- Сохранить изменения в справочнике.

Варианты занесения ш/х источников шума

- Вручную
- Выбор из справочников («Справочник шумовых характеристик ИШ» и «Каталог ш/х техн. Оборудования из СниП 1977 года»)
- Расчёт по различным методикам (в модулях ПК «Эколог-Шум» по расчёту ш/х разных типов ИШ):

Задачи «Эколог-Шум» и её модулей

«Эколог-Шум»	Модули
расчёт распространения внешнего шума по территории	расчёт шумовых характеристик разных видов источников шума и сопутствующие задачи

Выбор модулей в зависимости от задач

Задача	Модуль
расчёт шумовых характеристик автомобильных дорог, трамваев, троллейбусов, автобусов, открытых линий метро	«Шум от автомобильных дорог»
расчёт шумовых характеристик участков железных дорог	«Расчёт внешнего шума от железнодорожного транспорта»
расчёт внешнего шума систем вентиляции (шумовых характеристик внешней части вентсистем, от которой шум распространяется по территории)	«Вентиляция»
расчёт шума, который образуется оборудованием в помещении и выходит через окна/двери наружу, на территорию	«Расчёт шума, проникающего из помещения на территорию»

расчёт шума, который проходит внутрь помещения	«Расчёт проникающего шума»
расчёт значений звукоизоляции ограждающих конструкций	«Расчёт звукоизоляции»
расчёт шума на рабочих местах, с учётом перегородок и прохождением шума между помещениями	–
Расчёт распространения инфразвука	–
расчёт вибрации	–
расчёт шума от пролёта авиатранспорта (самолётов, вертолётов и др.)	–
расчёт шума от взрывов	–
расчёт шума от водных судов	–

Работа в модулях

Общий порядок взаимодействия модулей с «Эколог-Шум»

- Занесение объекта (источника шума, расчётной точки) в «Эколог-Шум» и вызов к нему одного из модулей
- Выбор методики расчёта (при наличии)
- Занесение исходных данных
- Проведение расчёта
- Формирование отчёта
- Сохранение и/или экспорт данных в «Эколог-Шум»

Шум от автотранспорта, трамваев, троллейбусов и открытых линий метрополитена

Модуль «Шум от автомобильных дорог» позволяет рассчитать шумовые характеристики участков автомобильных дорог.

Для вызова модуля и проведения расчётов в нём создаются линейные ИШ – участки автомобильных дорог. Один линейный ИШ – один участок дороги с относительно однородными параметрами движения. Разделять направления движения одной дороги необязательно, если они не сильно отличаются характеристиками. Насколько мелко или крупно делить дорогу на участки – выбирается индивидуально пользователем в зависимости от ситуации. Модуль позволяет упростить работу с большим количеством дорог, позволяя проводить расчёт сразу для нескольких участков и копировать данные.

Методическая основа модуля «Шум от автомобильных дорог»:

- СП 276.1325800.2016 «Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков» (Приказ Минстроя России от 3 декабря 2016 года № 893/пр);
- ОДМ 218.2.013-2011 «Методические рекомендации по защите от транспортного шума территории, прилегающей к автомобильным дорогам (первая редакция)», Федеральное Дорожное Агенство (РОСАВТОДОР), Москва 2011 г.

Методика расчёта выбирается на усмотрение пользователя. Данные методики незначительно отличаются между собой набором используемых исходных данных. По СП 276.1325800.2016 возможен приблизительный расчёт по прогнозируемым параметрам транспортного потока (скорости и интенсивности).

Виды автотранспорта в модуле:

- Автотранспорт (легковой и грузовой);
- Троллейбусы;
- Трамваи;
- Открытые линии метрополитена.

Возможности и особенности:

- Расчёт по СП 276.1325800.2016 возможно провести как по точным параметрам транспортного потока, так и по прогнозируемым;
- Возможен учёт регулируемых перекрёстков;

- При определённых параметрах транспортного потока (низкая скорость движения при достаточно низкой и средней интенсивности) $La_{макс}$ может получиться меньше $La_{экв}$.

(Дополнительно см.: часть 2, п. 13.1-13.3, 13.5 «Расчет шума транспортных средств»)

Шум от участков железных дорог

Модуль «Расчёт шума от железнодорожного транспорта» позволяет рассчитать шумовые характеристики участков железных дорог.

Для вызова модуля и проведения расчётов в нём создаются линейные ИШ – участки железных дорог. Один линейный ИШ – один участок дороги с относительно однородными параметрами движения. Разделять направления движения одной дороги необязательно, если они не сильно отличаются характеристиками. Насколько мелко или крупно делить железную дорогу на участки – выбирается индивидуально пользователем в зависимости от ситуации. Модуль позволяет упростить работу с большим количеством дорог, позволяя проводить расчёт сразу для нескольких участков и копировать данные.

Методическая основа модуля «Расчёт шума от железнодорожного транспорта»:

- СП 276.1325800.2016 «Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков» (Приказ Минстроя России от 3 декабря 2016 года № 893/пр);
- «ГОСТ 33325-2015 Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом», Москва, Стандартинформ, 2016 г. (с изменениями от 01.02.2020).

Методика расчёта выбирается на усмотрение пользователя. Данные методики незначительно отличаются между собой набором используемых исходных данных: например, типами поездов.

Параметр «Время оценки, ч» задаётся исходя из того, за какое время собраны данные по поездам, представленных в таблице «Список поездов».

(Дополнительно см.: часть 2, п. 13.4 «Потоки железнодорожных поездов»)

Шум от систем вентиляции

Модуль «Вентиляция» позволяет рассчитать шумовые характеристики внешних частей вентсистем.

Методическая основа модуля «Вентиляция»:

- СП 271.1325800.2016 «Система шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Правила проектирования» (утв. приказом Минстроя России от 16 декабря 2016 года № 959/пр);
- «Расчёт и проектирование шумоглушения систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления», Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, Москва, 2013 г.;
- «Защита от шума» Актуализированная редакция, СниП 23-03-2003, Москва, 2011 г. Расчёт и проектирование шумоглушения систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления.

Для вызова модуля и проведения расчётов в нём создаются точечные или объёмные ИШ – выход вентсистемы наружу (вентилятор, вентрешётка и др. внешние части вентсистем, через которые шум выходит наружу).

В модуле в любом порядке заносятся элементы вентсистемы: вентиляторы, шумоглушители, воздуховод, другие части системы и её выход. Порядок занесения объектов какого-либо вида (например, вентиляторов) не важен.

В модуле можно рассчитать систему, имеющую один вентканал (воздуховод) с имеющимися в нём вентиляторами и другими элементами. В этом случае все эти элементы просто заносятся в соответствующих таблицах, и их порядок не важен. Если же система имеет несколько ответвлений вентканала, то рассчитать их за один подход не получится. В этом случае нужно разбить их на несколько вентсистем. Пример. Система состоит из

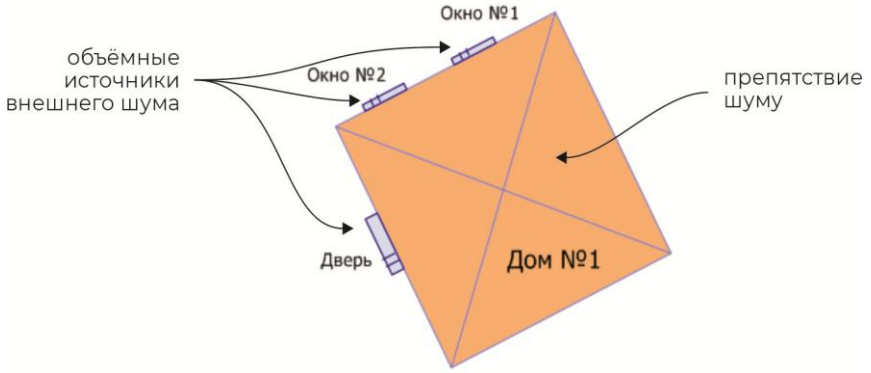
нескольких каналов (у каждого из которых свой набор вентиляторов и др. элементов), которые сходятся в какой-то точке либо прямо у решётки (выхода вентсистемы), либо у венткамеры, либо продолжаются дальше, но в виде одного вентканала. В этом случае нужно каждую из подсистем рассчитать в модуле «Вентиляция» по отдельности до точки схождения, а далее вручную провести энергетическое (логарифмическое) суммирование. Если после этой точки система продолжается, то можно досчитать её в модуле как новую вентсистему, используя в качестве исходных данных результаты суммирования (то есть, занести как вентилятор с такими характеристиками).

(Дополнительно см.: часть 2, п. 11 «Расчет шума систем вентиляции и систем кондиционирования воздуха», п. 14.5 «Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха»)

Внутренние источники шума

Расчёт шума, проникающего из помещения на территорию

Как учесть источники внутреннего шума (шумящее оборудование внутри зданий)? Для расчёта распространения шума по территории учесть источники внутреннего шума напрямую не получится. Их следует учесть косвенно – объектами, через которые шум выходит наружу. Как правило, такими объектами являются окна и двери зданий.



Подробное описание принципа учёта источников внутреннего шума находится в инструкции к модулю «Расчёт шума, проникающего из помещения на территорию». Источники внутреннего шума будут учтены в этом модуле. Результатом расчёта будут шумовые характеристики объёмных источников шума – окон и дверей помещения.

[суммарный шум от источников внутреннего шума] ± [звукопоглощение стенами, полом и потолком] – [затухание от расстояния до выхода из помещения] – [звукоизоляция окном/дверью] = [шум на выходе из помещения] = [исходные данные для объёмного источника шума – окна/двери]

(Дополнительно см.: часть 2, п. 8 «Расчет шума в помещении»)

Расчёт проникающего в помещение шума

См. в п. «Расчёт проникающего в помещение шума»

1.2.2. Препятствия шуму

Препятствиями шуму являются застройка и шумозащитные экраны – объекты, препятствующие прохождению звуковой волны, а также отражающие и поглощающие шум.

Инструменты для создания препятствий шуму

тип препятствий шуму	подходящий инструмент
застройка (здания)	параллелепипед, полигон, сектор, эллипс
экраны, заборы, ограждения	ломаная

Для удобства заполнения характеристик препятствий предусмотрен справочник звукопоглощающих и звукоотражающих свойств материалов, который может пополняться пользователем.

Коэффициент звукопоглощения

ближе к 0	ближе к 1
почти полное отражение	почти полное поглощение

При отсутствии данных по звукопоглощению экрана не будет ошибкой оставить исходное значение 0.

(Дополнительно см.: часть 2, п. 14.4 «Экраны, выгородки, кабины, кожухи»)

Области звукоизоляции

При расчёте шума с областями звукоизоляции, в отличие от препятствий шуму, учитывается проходящий через них шум.

В качестве препятствий в программе, как правило, заносятся шумопоглощающие экраны, окружающая застройка и другие объекты местности, препятствующие прямому прохождению звуковой волны. При этом при расчете распространения шума, согласно ГОСТ, учитывается дифракция и отражение звуковых волн, в соответствии с введенным коэффициентом. Прохождением звука непосредственно через здание и сооружение в таком случае можно пренебречь, так как этот эффект слишком мал (снижение шума >10 дБ).

Введение областей звукоизоляции позволяет в программе задать объекты, пропускающие звук непосредственно через себя.

Препятствия шуму	Области звукоизоляции
застройка, экраны	деревянные заборы и подобные конструкции с низкой звукоизоляцией

1.3.1. Зоны затухания шума

О «влиянии земли»

Зоной затухания шума из-за влияния земли можно занести участок территории (не обязательно вся расчётная площадка), который характеризуется определённым коэффициентом

отражения от его поверхности, и, соответственно, влияет на интерференцию звуковых волн.

Октавные коэффициенты отражения от земли МУК 4.3.2194-07 рекомендует принимать для асфальта и бетона – 0,1; для травяного и снежного покрова – 0,3.

О «влиянии промышленных зон» и «влиянии листвы»

Указанные зоны и формулы расчета поглощения шума определены в ГОСТ по расчету шума. Они предназначены для занесения территории промышленной застройки (в том числе соседних предприятий) и участков с растительностью, оказывающих существенное влияние на распространения звуковой волны.

Промышленная зона

Как правило, зоны заносятся для случаев сплошной застройки, когда невозможно определить точные координаты производственных зданий, препятствующих прохождению звука. Следует отметить, что при этом расчет поглощения шума в них проводится приблизительно, в соответствии с ГОСТ. В случае редкой застройки рекомендуем пользоваться занесением «препятствий шуму». В этом случае расчет будет произведен точно, с учетом эффектов дифракции и отражения звуковой волны.

Влияние листвы

Возможность занесения таких зон и конкретное задание характеристик озеленения рекомендуем согласовать с контролирующими органами, так как в зимний период влияние листвы отсутствует, и на различных территориях есть разные мнения о допустимости такого учета снижения шума при нормировании.

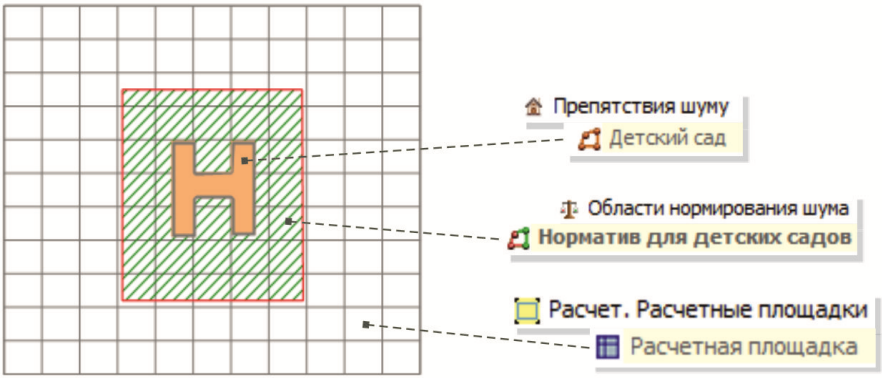
«Область поглощения шума»

В этом слое можно занести любую область, при прохождении через которую звуковой волны снижаются уровни звукового давления пропорционально ее протяженности. Для такой зоны заносятся почастотные значения звукопоглощения (в децибелах на метр), и соответствующим образом рассчитывается затухания шума при прохождении такой зоны. В частности ряд ведомственных

методик по защите от шумового воздействия, например, методика ВНИИГАЗ, требует задания озеленения таким образом. Механизм такого расчёта несколько отличается от описанного в ГОСТ.

1.3.2. Области нормирования шума

Если на исследуемой территории присутствуют зоны с различными нормативами шума, их можно задать в служебном слое «Области нормирования шума».



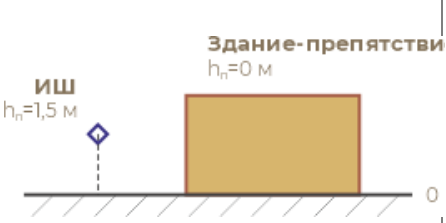
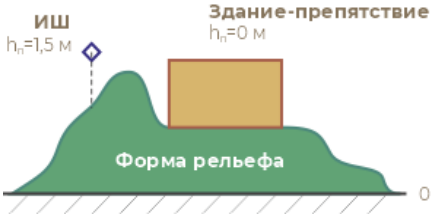
									Допустимые уровни звука, дБА	
Допустимые уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах									La	La.макс
31,5	63	125	250	500	1000	2000	400		35,0	50,0
76,0	59,0	48,0	40,0	34,0	30,0	27,0	25,0	23,0		

1.3.3. Форма рельефа

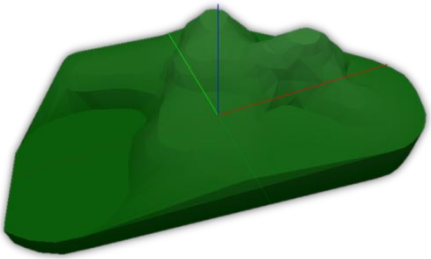
Расчёт может проводиться с учётом экранирования не только препятствиями шуму, но поверхностями рельефа, смоделированными пользователем. Для этого предназначена ветка «РЕЛЬЕФ» со слоями «Изолинии и поверхность:

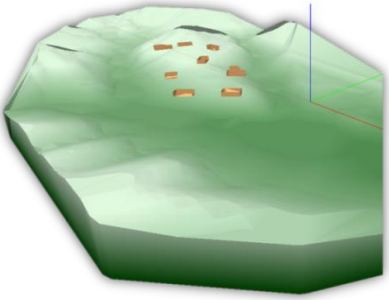
ветка	слой	объект	описание
РЕЛЬЕФ	Изолинии	Изолиния рельефа (изогипса)	Линии с информацией о высоте подъёма. Для удобства могут быть занесены в виде незамкнутых полилиний.
		Отметка высоты	При наличии данных о рельефе только в виде высотных точек рекомендуется дополнить их хотя бы одной изогипсой (например, окружающей снаружи все высотные точки).
	Поверхность	Форма рельефа	Генерируется программой на основе созданных пользователем данных в слое «Изолинии» (точек и линий рельефа). При наличии сгенерированной формы рельефа и включенного атрибута «Исп.» расчёт будет проводиться с учётом рельефа.

При отсутствии или наличии отключенной (свойство «Исп.») формы рельефа все объекты располагаются на заданной высоте подъёма над плоскостью «0 м». При учёте рельефа все объекты располагаются на заданной в их свойствах высоте подъёма, но не над «нулевой плоскостью», а над формой рельефа:

без учёта рельефа	с учётом рельефа
	
высота подъёма объектов отсчитывается от плоской поверхности «0 м»	высота подъёма объектов отсчитывается от поверхности рельефа, то есть «нулевой» поверхностью в этом случае является поверхность рельефа.

Примеры форм рельефа





В плане учёта коэффициента отражения от земли G, в том числе через слой «зон отражения от земли», при наличии формы рельефа ничего не меняется – учёт отражения проводится программой так же, как и без учёта рельефа.

Рекомендации по занесению данных о рельефе:

- Слишком «подробные» данные о рельефе (большое количество изогипс с большим количеством опорных точек у каждой из них) увеличат репрезентативность результатов, но сильно замедлят скорость расчёта, поскольку расчёт экранирования проводится от каждой

грани формы рельефа. Здесь нужно руководствоваться тем же принципом, что и при выборе шага расчётной площадки – задать умеренное количество данных о рельефе.

- При сильнопересечённой местности (больших перепадах высот) линейные объекты следует заносить с большим количеством опорных точек, чтобы не получить эффект, при котором при визуальном отображении объект попадёт под поверхность рельефа. При этом в расчётный модуль всё равно корректно определит расположение объектов относительно друг друга.
- Для зданий (препятствий шуму) можно использовать инструмент «Привязать к рельефу», который позволяет создать в форме рельефа горизонтальную площадку и, тем самым, исключить появление пустот под препятствием и, следовательно, прохождение прямого шума под ним.

1.3.4. Учёт фонового шума

Возможности учёта фонового шума в программе:

- задать в расчёт все источники, который дают фоновый шум;
- учесть фоновый шум для расчётной точки в модуле «Расчёт проникающего шума»;
- самостоятельно прибавить значения фонового шума в текстовом отчёте.

2. ЗАДАНИЕ УСЛОВИЙ РАСЧЁТА

2.1. Варианты расчёта

Можно реализовать расчёты на дневное и ночное время в одном проекте.

Это делается с помощью вариантов расчёта:

- в «Настройках», «Управлении расчётными данными» создаётся два варианта расчёта, соответствующих расчётам на дневное и на ночное время;
- создаются копии источников шума; первым вариантам источников (допустим, для дневного времени) задаются свои шумовые характеристики (для источников

непостоянного шума время воздействия T будет равно 16 часам) и включаются опции «Исп.» (использование в расчёте), а для вторых вариантов этих же источников отключается опция «Исп.», чтобы они не участвовали в расчёте в текущем варианте расчёта;

- далее, всё то же самое проводится для второго варианта расчёта, соответствующего расчёту на ночное время: задаются свои шумовые характеристики для вторых вариантов источников, время T для непостоянного шума задаётся 8 ч, а также отключаются из расчёта первые варианты источников (они отвечают за дневной шум);
- для обоих вариантов расчёта проводятся расчёты.

2.2. Расчётные точки

Расчётные точки могут быть созданы вручную, по границам особых зон и по границам препятствий шуму.

Параметры создания точек можно выбрать на своё усмотрение – через определённое расстояние (шаг), определённое количество на каждый полигон особой зоны или по узлам (точкам перегиба) полигонов. При создании точек у препятствий шуму возможно отступить 2 м (для исключения влияния отражённого шума).

Рекомендуемая высота для расчётных областей в акустических расчётах в общем случае – 2 м. В СП 51.13330.2011 указано, на каких высотах рекомендуется проводить акустические расчёты на границах жилых территорий.

Для целей разработки СЗЗ предприятий в «Эколог-Шум» есть возможность использования расчётных точек, созданных в УПРЗА «Эколог» (ГИС для УПРЗА): скопировать расчётные точки можно, например, через системный буфер обмена (Ctrl + C, Ctrl + V).

(Дополнительно см.: часть 2, п. 6.2)

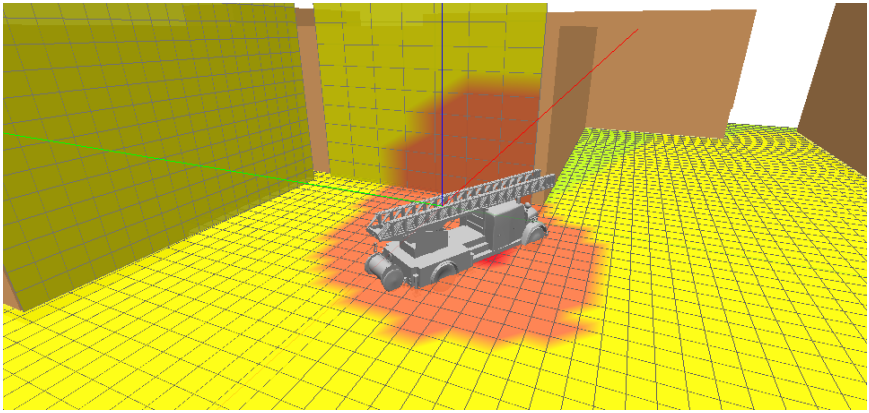
2.3. Расчётные площадки

Расчётная площадка – область, состоящая из горизонтальных и вертикальных линий, в точках, пересечения которых программа производит расчёт. Чем больше узлов (чаще шаг площадки), тем репрезентативнее результат в целом по

площадке. Как правило, шаг расчетной площадки при акустических расчётах меньше, чем при расчётах загрязнения атмосферы – от нескольких метров до нескольких десятков метров. При выборе шага следует руководствоваться здравым смыслом – не создавать слишком большое количество расчётных узлов, пытаясь не превысить расстояние от СЗЗ предприятия до ближайшего жилья или максимизировать точность расчёта: более правильным вариантом будет добавление уточняющих площадок и/или расчётных к общей «обзорной» площадке.

Виды расчётных площадок:

- горизонтальные (стандартные);
- вертикальные (можно использовать для расчёта распространения шума вдоль фасадов зданий):



2.4. Задания на поиск вкладов

Для того чтобы в результатах расчёта (расчётных точках) получить доли вкладов, необходимо перед проведением расчёта задать одно или несколько заданий на поиск вкладов («Настройки» – «Управление заданием на вклады»).

2.5. Корректировка параметров расчёта

В соответствии с ГОСТ 31295.1-2005 можно внести поправки в расчёт шума, задав определённые значения влажности и температуры воздуха.

Кроме того, можно исключить из расчёта и отчёта октаву 31,5 Гц, поскольку зачастую её учёт не требуется. Её исключение из расчёта немного уменьшит уровень звука La.

Эти параметры находятся в окне «Настройки расчёта шума» (меню «Настройки»).

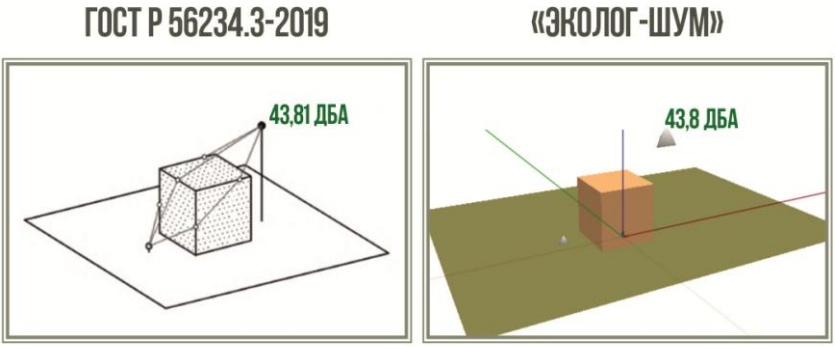
3. ПРОВЕДЕНИЕ РАСЧЁТОВ

Расчёты внешнего шума

В «Эколог-Шум», после занесения исходных данных и условий расчёта, проводятся расчёты распространения шума по территории. При наличии нескольких вариантов расчёта расчёт проводится в каждом из них по отдельности.

(Дополнительно см.: часть 2, п. 10. «Расчёт шума на местности»)

Расчёт соответствует ГОСТ 56234.3-2019 «Программное обеспечение для расчётов уровней шума на местности. Часть 3. Рекомендации по обеспечению качества расчетов по ИСО 9613-2». По контрольным примерам из ГОСТ, которые записываются на компьютер вместе с программой, можно проверить соответствие результатов расчёта ГОСТу.



Расчёт проникающего в помещение шума

При наличии данных по внешнему шуму в расчётной точке (после проведения расчёта шума в «Эколог-Шум») можно провести расчёт проникающего в помещение шума с помощью модуля «Расчёт проникающего шума».

Особенности работы модуля:

- Входными данными для модуля являются уровни звукового давления, полученные в расчетных точках в программе Эколог-Шум. Расчетную точку следует располагать посередине окна, через которое шум проникает в помещение, либо посередине ограждающей конструкции. Расстояние от расчетной точки до плоскости ограждающей конструкции по пункту 7.8 СниП 23-03-2003 должно составлять 2м.
- Расчёт можно провести только для «внешних» помещений.
- В случае если помимо источников шума, по которым проводится расчет в программе «Эколог-Шум», на расчетную точку может быть оказано известное (например, измеренное) влияние других источников шума, расчет проникающего шума может быть проведен с учетом «фонового шума»: [внешний шум, рассчитанный в расчётной точке у окна] + [фоновый шум в точке у окна] = [откорректированный внешний шум в точке для расчёта проникающего в помещение шума].

Нормирование шума, предусмотренное в модуле, подразумевает выбор из справочника нормативных уровней шума, с целью сравнения с ними результатов расчета. Нормирование может быть выполнено, как для проникающего шума, так и для внешнего. В обоих случаях учитывается фоновый шум, если для расчетной точки введены уровни внешнего шума и включен переключатель «Учитывать фоновый шум».

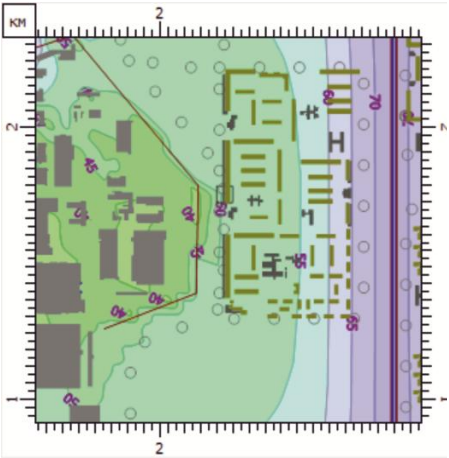
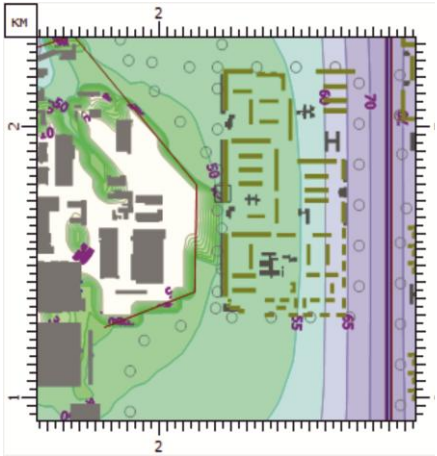
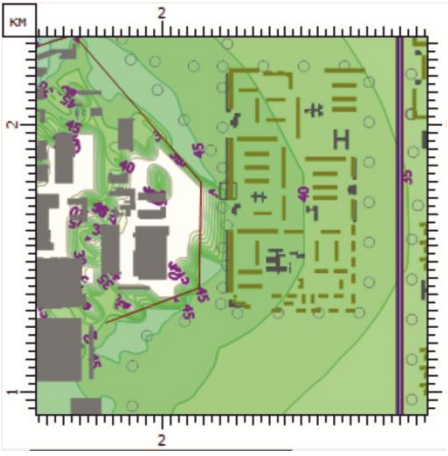
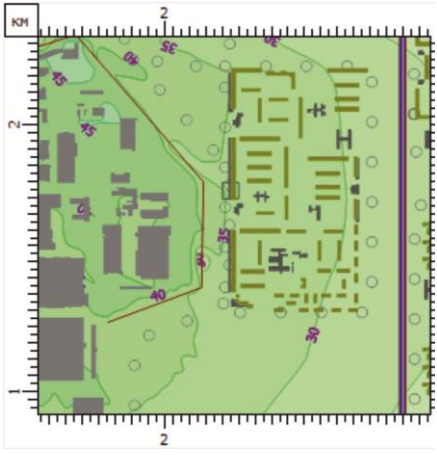
(Дополнительно см.: часть 2, п. 9. «Проникающий шум»)

4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1.1. Анализ составляющих шума

Результаты расчёта можно представить не только в виде УЗД, но и разбить по составляющим: прямой, отражённый, экранированный. Посмотреть составляющие шума можно только для октавных значений, не для уровней звука.

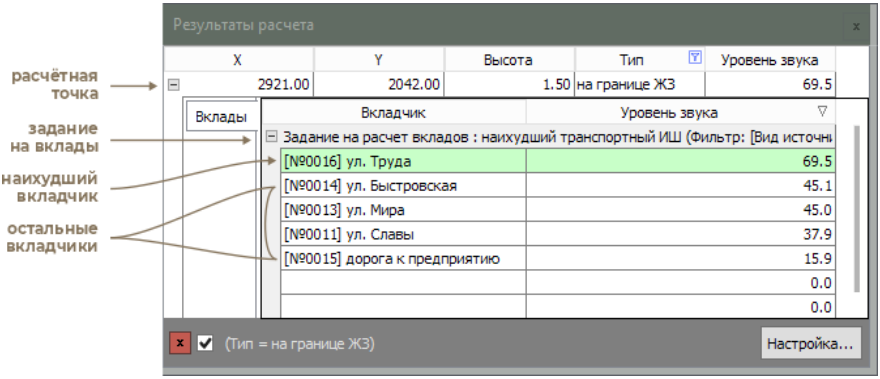
Составляющие шума

УЗД	Прямой шум
	
Отражённый шум	**Экранирование источников шума**
	

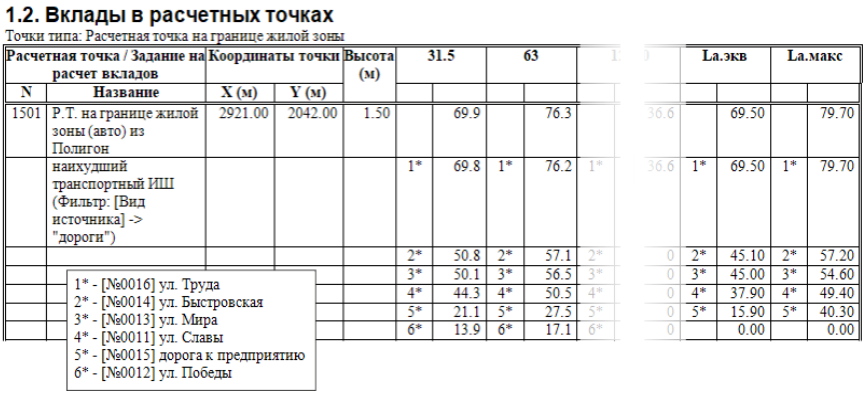
Результаты расчёта также можно посмотреть в табличном виде (вкладка «Результаты расчёта» под картой). Различные варианты сортировки и фильтрации (подобно инструментам MS Excel) в таблице результатов и визуальная синхронизация между таблицей и картой дадут дополнительные возможности для анализа.

4.1.2. Анализ вкладов

Программа выдаёт вклады для всех расчётных точек (для расчётных площадок вклады не рассчитываются). В таблице результатов расчёта напротив результатов в расчётных точках появится «+» для открытия данных по наихудшим вкладчикам.



Результаты по наихудшим вкладчикам могут быть выведены в текстовый отчёт:



1.2. Вклады в расчетных точках

Точки типа: Расчетная точка на границе жилой зоны

Расчетная точка / Задание на расчет вкладов		Координаты точки		Высота (м)	31.5		63				La.экв		La.макс	
N	Название	X (м)	Y (м)											
1501	Р.Т. на границе жилой зоны (авто) из Полигон	2921.00	2042.00	1.50		69.9		76.3		36.6		69.50		79.70
	наихудший транспортный ИШ (Фильтр: [Вид источника] -> "дороги")				1*	69.8	1*	76.2	1*	36.6	1*	69.50	1*	79.70
					2*	50.8	2*	57.1	2*	0	2*	45.10	2*	57.20
					3*	50.1	3*	56.5	3*	0	3*	45.00	3*	54.60
					4*	44.3	4*	50.5	4*	0	4*	37.90	4*	49.40
					5*	21.1	5*	27.5	5*	0	5*	15.90	5*	40.30
					6*	13.9	6*	17.1	6*	0		0.00		0.00

1* - [№0016] ул. Труда
2* - [№0014] ул. Быстровская
3* - [№0013] ул. Мира
4* - [№0011] ул. Славы
5* - [№0015] дорога к предприятию
6* - [№0012] ул. Победы

4.1.3. Нормирование шума

Нормирование шума возможно в нескольких вариантах:

- с общими нормативами по всей рассчитываемой территории (по расчётным площадкам);
- с общими нормативами по всем площадкам, включая области нормирования (зоны со своими нормативами);
- только по областям нормирования.

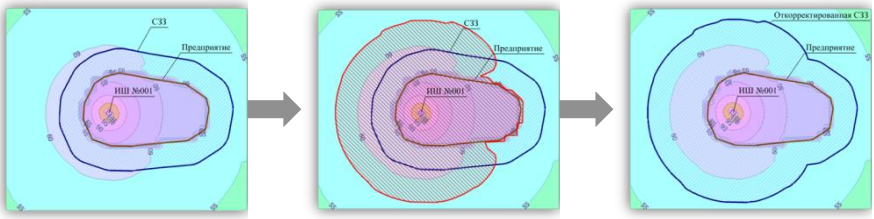
Общие нормативы по всей рассчитываемой территории учитывается в том случае, когда включена опция «Использовать нормы шума по умолчанию» в окне «Нормирование шума». Учёт нормативов в отдельных зонах учитывается тогда, когда создана одна или несколько областей нормирования (слой «Области нормирования шума»), внесены значения нормативов по ним и включён их учёт («Исп.»).

В стандартном справочнике нормативных значений внешнего шума значения из нескольких источников:

- СанПиН 1.2.3685-21, табл. 5.35;
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96, таблица 3

Построение СЗЗ по результатам нормирования

Расчёт шума и задание нормативов	Получение значений превышения шума	Построение СЗЗ по фактору шума

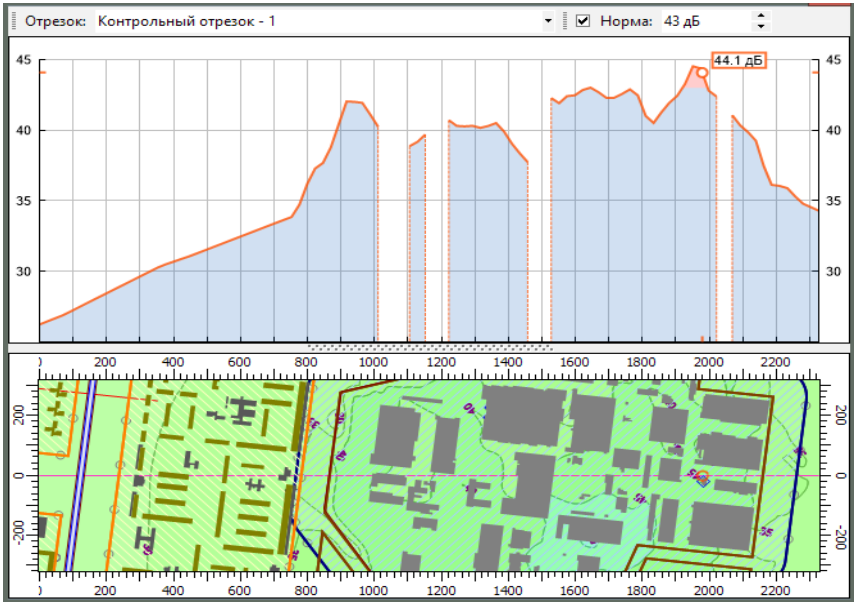


граница предприятия и ориентировочная СЗЗ | *зона с превышением норм шума* | *СЗЗ по фактору шума*

4.1.4. Другие варианты анализа результатов

Контрольный отрезок

С помощью инструмента «Контрольный отрезок» можно строить профили, по которым удобно проводить анализ изменения значений шума на графике: снижение шума при отдалении от источника шума, эффективность экранов, акустические тени и др.



4.1.5. Построение расчётной СЗЗ

Построить расчётную СЗЗ с учётом результатов расчёта на дневное и ночное время по следующему алгоритму:

- Скопировать созданную расчётную площадку в буфер обмена (Ctrl+C).
- Вставить её с помощью «Специальной вставки» (Ctrl+Shift+V) в слой «Области нормирования шума». В этом слое появится область нормирования, совпадающая по контуру с расчётной площадкой.
- Продублировать полученную область нормирования. Одну назвать «Нормы день», вторую – «Нормы ночь».
- Задать каждой из них свои нормативы.

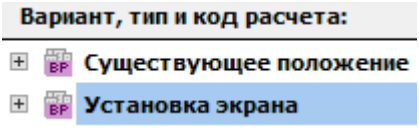
- Для варианта расчёта «день» отключить опцию «Исп.» (использование в расчёте) у области нормирования «Нормы ночь». Таким образом, при построении расчётной СЗЗ будет учтена только «дневная» область нормирования.
- То же самое сделать для варианта расчёта «ночь» (исключить из использования область нормирования для дневного расчёта).
- Выполнить расчёты по каждому варианту расчёта.
- Построить СЗЗ для «дневного» расчёта с помощью инструмента построения СЗЗ.
- Построить СЗЗ для «ночного» расчёта таким же способом.
- Объединить полученные полигоны в один.

5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ШУМОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

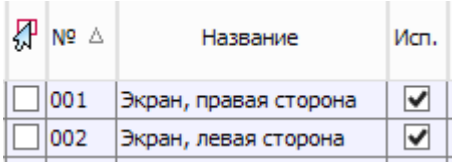
Программный комплекс «Эколог-Шум» позволяет моделировать шумозащитные мероприятия.

Инструменты, помогающие при моделировании мероприятий:

- варианты расчёта

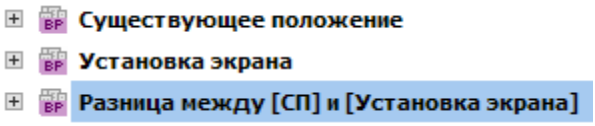


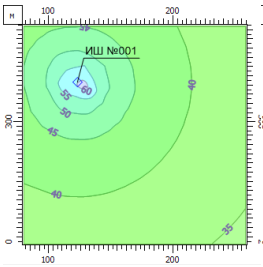
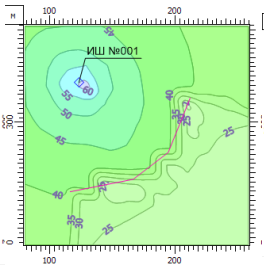
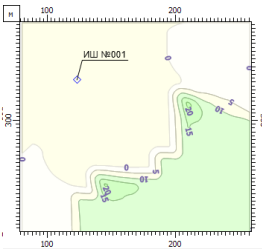
- возможность включения/отключения использования объектов в расчёте



№	Название	Исп.
001	Экран, правая сторона	☑
002	Экран, левая сторона	☑

- функция «Сравнение расчётных данных» (получение разницы между значениями в двух вариантах расчёта, например, до и после проведения мероприятия)



Без учёта мероприятия	С учётом мероприятия	Разница в результатах
		

(Дополнительно см.: часть 2, п. 14. «Мероприятия по защите от шума»)

ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

«Слабая» эффективность шумозащитных экранов

Эффективность экранов зависит от нескольких факторов:

- высота экрана;
- конфигурация экрана (наклонная форма «приближает» экран к источнику шума – и лучше экранирует шум от источника);
- расположение экрана относительно источника шума (1. чем ближе экран к источнику, тем больше его эффективность; 2. если экран закрывает собой только часть источника, то в расчётные точки легко попадёт прямой шум и сведёт эффективность экрана к нулю);
- расположение расчётных точек относительно экрана (в некоторых точках эффективность экрана будет наблюдаться сильнее, в некоторых – слабее).

Вероятно, заявленная производителем эффективность экрана может наблюдаться только в идеальных условиях, когда выполнены все описанные выше условия.

Попробуйте определить наихудших вкладчиков с помощью программы. Расставьте несколько расчётных точек вдалеке и поблизости от экрана, проанализируйте результаты в них, разложив шум на составляющие. Как правило, слабая эффективность экрана возникает из-за неправильного расположения экрана относительно источника в программе: большое расстояние между экраном и дорогой, а также участки дороги, не закрытые экраном.

Почему не учитывается параметр звукоизоляции у шумозащитных экранов

Свойства звукопоглощения/звукоотражения препятствий шуму (экранов) влияют только на отражённый шум, то есть разница в результатах будет заметна только «перед» экраном – между источником шума и экраном. На результат «за» экраном (экранирование) никак не будут влиять заданные значения звукопоглощения/звукоотражения. Как таковая звукоизоляция при учёте препятствий шуму не учитывается. В акустике считается, что любые препятствия шуму (в том числе экраны) звукоизолируют шум при прохождении через себя на слишком большую величину, поэтому прошедшим шумом при расчёте на территории можно пренебречь; всё равно «за» экран попадут другие составляющие шума – прямой, отражённый и экранированный.

Шум от самолётов и взрывов

Программа «Эколог-Шум» реализует методический документ ГОСТ 31295.2-2005, в главе «Область применения» которого написано, что метод не применяют к шуму воздушного транспорта в полёте или ударным звуковым волнам, возникающим при взрывах. В связи с этим мы считаем, что наша программа может рассчитать шум только от находящегося на месте или движущего по земле авиатранспорта. Шум от авиатранспорта в полёте рассчитывается по другим методическим документам: из-за некоторых несостыковок между ними и основным ГОСТ 31295.2-2005 реализовать расчёт распространения шума от движущихся по воздуху источников шума в одной программе не

получится. Реализация авиационного шума находится у нас в планах.

Фоновый шум

Есть два способа учесть фоновый шум в программе:

1) задать в расчёт все источники, который дают этот фоновый шум (их расположение, параметры, шумовые характеристики и пр.).

2) к результату – уровню шума – самостоятельно прибавить значения фонового шума.

[внешний шум, рассчитанный программой «Эколог-Шум» в определённой расчётной точке] + [фоновый шум в этой же точке] = [итоговое значение внешнего шума с учётом фонового], где:

[фоновый шум в точке] = [замер в этой точке] – [внешний шум, рассчитанный программой]

Часть 2

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны в целях повышения уровня безопасности людей и сохранности материальных ценностей в соответствии с федеральными законами 384-ФЗ от 31.12.2009 и 52-ФЗ от 30.03.1999, повышения уровня гармонизации с требованиями международных нормативных документов, применения единых методов расчета основных показателей, отражающих безопасность и комфорт в местах пребывания людей, применения единых методов оценки и нормирования с учетом санитарно-эпидемиологических требований.

Настоящие методические рекомендации соответствуют следующим документам:

- № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- СП 51.13330.2011 с изм. № 1. Защита от шума;
- СП 254.1325800.2016 «Здания и территории. Правила проектирования защиты от производственного шума»;
- СП 271.1325800.2016 «Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха»;
- СП 275.1325800.2016 «Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий»;
- СП 276.1325800.2016 «Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков»;
- ГОСТ 31295.2-2005 «Шум затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета»;
- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и/или безвредности для человека факторов среды обитания».

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Настоящие методические рекомендации могут применяться при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий различного назначения, планировке и застройке городских и сельских поселений с целью защиты от шума и обеспечения нормативных параметров акустической среды в производственных, жилых, общественных зданиях, на прилегающих к ним территориях и в рекреационных зонах.

2.2. Настоящие методические рекомендации предлагают порядок расчета и контроля результатов расчета уровней шума на рабочих местах и производственных площадках, территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях для оценки их соответствия требованиям гигиенических нормативов.

2.3. Используемые в настоящих методических рекомендациях термины соответствуют терминам, используемым в действующих документах по акустическому проектированию и гигиеническому нормированию шума.

2.4. Оценка соответствия уровня шума гигиеническим нормативам (санитарно-эпидемиологическая экспертиза) осуществляется органами Федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, центрами гигиены и эпидемиологии, другими организациями, аккредитованными в установленном порядке, или экспертами с подтвержденной квалификацией.

2.5. При оценке влияния шума на здоровье человека следует руководствоваться положениями Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 года и действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и гигиеническими нормативами.

2.6. Санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии гигиеническим нормативам по уровню шума дается органами Роспотребнадзора на основании результатов санитарно-эпидемиологической экспертизы.

2.7. При планировании строительства объектов жилой застройки, промышленности и транспорта рекомендуется проведение

санитарно-эпидемиологической экспертизы результатов расчета уровня шума на территории жилой застройки и в жилых и общественных зданиях по материалам проекта строительства объекта. При подготовке проектов СЗЗ предприятий расчет проводится обязательно. В отдельных случаях расчет проводится также и внутри зданий.

2.8. Оценка результатов расчета уровня шума на соответствие гигиеническим нормативам проводится с учетом всех/значимых источников шума, оказывающих воздействие на помещение или территорию. При этом целесообразно учитывать особенности оценки шума отдельных источников, установленные настоящими методическими рекомендациями.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1. **Внешние источники шума:** Источники шума, расположенные вне здания с помещениями, в которых рассчитывают уровни шума, или на территории либо вне ее пределов в помещениях специального назначения или открыто.

3.2. **Внутренние источники шума:** Источники шума внутри здания с помещениями, в которых рассчитывают уровни шума, в том числе, возможно, и в самих этих помещениях. Внутренними источниками шума могут являться также ограждающие конструкции помещений, если они совершают вынужденные колебания под воздействием источников вибрации, находящихся как внутри здания, так и вне его.

3.3. **Временной интервал оценки:** Промежуток времени, на котором производится оценка рассчитанных уровней шума.

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

3.5. **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. Допустимый уровень шума определяется действующими гигиеническими нормативами.

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

3.7. **Звуковое давление, Па:** Переменное избыточное давление, возникающее в упругой среде, при прохождении через нее одной либо нескольких звуковых волн.

3.8. **Звуковое поле:** Распределение звукового давление в ограниченном либо безграничном пространстве.

3.9. **Звуковой диапазон частот:** Диапазон частот, включающий октавные полосы со среднегеометрическими частотами от 31,5 до 8000 Гц по ГОСТ 12090 или третьоктавные полосы со среднегеометрическими частотами от 25 до 10000 Гц по ГОСТ 12090.

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

3.11. **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.

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

3.13. **Импульсный шум:** Шум, состоящий из одного или ряда звуковых сигналов (импульсов), длительностью менее 1 с.

3.14. **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.

3.15. **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.

3.16. **Колеблющийся шум:** Непостоянный шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени, причем за временной интервал измерения изменения корректированного по А уровня звука превышают 5 дБА при измерении на временной характеристике «медленно» шумомера по ГОСТ 17187.

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

3.18. **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).

3.19. **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.

3.20. **Октавный уровень звукового давления, дБ:** Уровень звукового давления в одной из октавных полос звукового диапазона частот.

3.21. **Октавный уровень звуковой мощности, дБ:** Уровень звуковой мощности в одной из октавных полос звукового диапазона частот.

3.22. **Опорная звуковая мощность W_0:** Установленное по соглашению опорное значение звуковой мощности, равное 10^{-12} Вт.

3.23. **Опорное звуковое давление p_0:** Установленное по соглашению опорное значение звукового давления в воздухе,

равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

3.24. **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.

3.25. **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. Предельно допустимый уровень шума определяется действующими гигиеническими нормативами. Примечание: вместе с тем соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

3.26. **Прерывистый шум:** Непостоянный шум, корректированный по А, уровень звука которого ступенчато изменяется за временной интервал измерения более чем на 5 дБА, причем длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается постоянным, составляет не менее 1 с.

3.27. **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^2.

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

3.29. **Расчетная точка:** Место, в котором производится расчет шума.

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

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

3.32. **Тональный шум:** Шум, характеризуемый единственной частотой или узкополосными компонентами, различаемыми на слух на фоне общего шума.

Примечание – На практике шум считают тональным, если при измерениях в третьоктавных полосах частот превышение уровня звукового давления в одной полосе над соседними больше или равно 10 дБ.

3.33. **Уровень звука, дБА:** Энергетическая сумма октавных уровней звукового давления в нормируемом диапазоне частот, откорректированных по частотной характеристике А шумомера по ГОСТ 17187.

3.34. **Уровень звукового давления L_p, дБ:** десятикратный десятичный логарифм квадрата отношения звукового давления к квадрату опорного звукового давления. $L_p = 10lg\left(\frac{p^2}{p_0^2}\right)$, где p – звуковое давление, p_0 – опорное звуковое давление.

3.35. **Уровень звуковой мощности L_W, дБ:** Десятикратный десятичный логарифм отношения звуковой мощности к опорной звуковой мощности.

$L_w = 10lg\left(\frac{W}{W_0}\right)$где W – звуковое давление, W_0 – опорное звуковое давление.

- **Уровень шума:** Общее название параметров звукового поля в определенной точке.

3.36. **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).

3.37. **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).

3.38. **Шумозащитные здания:** Жилые здания, к которым относятся: здания со специальным архитектурно-планировочным решением, предусматривающим ориентацию в сторону источника шума (магистрали) 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.

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

3.40. **Шумозащитные экраны:** Сооружения в виде вертикальных или наклонных стенок различной конструкции, земляных насыпей, выемок, галерей и т.п., установленные вдоль источников шума (инженерных и технологических объектов, автомобильных и железных дорог и пр.) в целях снижения шума.

3.41. **Эквивалентная площадь звукопоглощения (поверхности или предмета), м²:** Площадь поверхности, полностью поглощающей звук (с коэффициентом звукопоглощения = 1), которая поглощает такое же количество звуковой энергии, как и данные поверхность или предмет.

3.42. **Эквивалентный уровень звукового давления L_{eq}, дБ:** десятикратный десятичный логарифм отношения квадрата среднеквадратичного звукового давления на заданном временном интервале к квадрату опорного звукового

давления. $L_{eq} = 10lg\left(\frac{1}{T}\int_{t_1}^{t_2}\frac{p^2(t)}{p_0^2}dt\right)$, где $T = t_2 - t_1$; t_1 – начало временного интервала, с; t_2 – конец временного интервала, с; $p^2(t)$ – мгновенное звуковое давление в момент времени t, Па; p_0 – опорное звуковое давление.

3.43. **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. $L_{AeqT} = 10lg\left(\frac{1}{T}\int_{t_1}^{t_2}\frac{p_A^2(t)}{p_0^2}dt\right)$, где $T = t_2 - t_1$; t_1 – начало временного интервала, с; t_2 – конец временного интервала, с; $p_A^2(t)$ – мгновенное корректированное по частотной характеристике A шумомера по ГОСТ 17187 звуковое давление в момент времени t, Па; p_0 – опорное звуковое давление.

4. АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ШУМА

4.1. Основными источниками шума являются: технологическое и инженерное оборудование предприятий, технологическое и инженерное объектов городской инфраструктуры, движение транспорта по автомобильным и железнодорожным магистралям, движение водного и воздушного транспорта, объекты тепло и электроэнергетики.

4.2. Шумовой характеристикой источников постоянного шума являются октавные уровни звуковой мощности в диапазоне частот 31,5 – 8000 Гц. Примером источников постоянного шума могут служить: трансформаторные подстанции, котельные, вентиляционные системы.

4.3. Шумовой характеристикой источников непостоянного шума являются:

- для технологического оборудования – октавные эквивалентные и максимальные уровни звуковой мощности в диапазоне частот 31,5 – 8000 Гц;
- для транспортных потоков улиц и дорог – эквивалентные и максимальные уровни звука (уровни звукового давления) на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения (для трамваев – на расстоянии 7,5 м от оси ближайшего пути);

- для железнодорожного транспорта – эквивалентные и максимальные уровни звука (уровни звукового давления) на расстоянии 25 м от оси ближайшего пути;
- для водного транспорта – эквивалентные и максимальные уровни звука (уровни звукового давления) на расстоянии 25 м от борта судна;

Примечание. Снижение звукового давления при распространении в пространстве, при огибании препятствий, а также при проникновении через ограждающие конструкции зависит от частоты звуковых волн, поэтому для проведения корректных расчетов необходимо уровни звука разложить на спектральные составляющие (уровни звукового давления в октавных полосах).

4.4. Шумовые характеристики источников шума должны быть определены в соответствии с действующими методиками измерений. Шумовые характеристики технологического и инженерного оборудования должны содержаться в технической документации.

4.5. В отдельных случаях, например при учете действующих источников шума, допускается в качестве шумовых характеристик использовать результаты измерений октавных уровней звукового давления, эквивалентных и максимальных октавных уровней звукового давления в прямом звуковом поле, с указанием опорного расстояния на котором проводились измерения. Такой подход позволяет учесть различные особенности работы оборудования (режим работы может отличаться от паспортного, естественный износ и т.д.). При использовании данного подхода следует принимать во внимание следующее: расстояние от источника шума до точки измерения должно быть как минимум в два раза больше максимального габарита источника шума; источник может обладать направленностью. На результат измерения может оказывать влияние шум от других источников. Результаты измерений оформляются протоколом.

5. НОРМИРУЕМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Нормируемые величины выбирают исходя из характера шума, полученного в результате расчета в конкретной точке.

Для постоянного шума – уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука.

Для непостоянного шума – эквивалентные и максимальные уровни звука.

Нормативные значения уровней звукового давления, эквивалентных и максимальных уровней звука принимают согласно СанПиН 1.2.3685-21.

6. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

- план территории, на которой предстоит производить расчет шума, в случаях с большим перепадом высот – результаты вертикальной топографической съемки;
- информация о габаритах зданий и сооружений, высоте естественных и искусственных экранов, ширине полосы лесонасаждений;
- характеристики дорог и магистралей: высота подъема, уклон, тип асфальтового покрытия, интенсивность движения и пр.;
- 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.

7. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

7.1. Выявление источников шума (постоянных и непостоянных), определение их шумовых характеристик и габаритов.

Для непостоянных источников дополнительно определяют режим работы. Сведения о режимах работы оборудования можно получить на основании натурных измерений или из проектной документации. К примеру, в административном здании в ночное время может работать только часть вентиляционного оборудования.

7.2. Выбор точек в помещениях и на территориях, для которых необходимо провести расчет (расчетных точек).

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 рабочих местах, на которых работы выполняются стоя, расчетная точка располагается на высоте (1,55 ± 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 ± 0,05) м над поверхностью сиденья.

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, 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.

7.3. Определение путей распространения шума от источника (источников) до расчетных точек и потерь звуковой энергии по каждому из путей.

Снижение за счет расстояния. При удалении звуковой волны от источника происходит снижение ее энергии за счет расширения фронта волны и затухания в воздухе.

Снижение экранированием. Экраном считается любая преграда, находящаяся между источником шума и расчетной точкой, и обладающая достаточными звукоизоляционными свойствами. При распространении звуковая волна частично отражается от экрана, частично огибает его и попадает в расчетную точку. Преимущественно экранирование учитывается при распространении звуковых волн на местности, т.к. в помещениях экранирование малоэффективно из-за ярко выраженного эффекта отражения от ограждающих конструкций.

Снижение посредством звукоизоляции. При прохождении звуковой волны через ограждающую конструкцию часть энергии отражается обратно, часть энергии проходит дальше. Эффект звукоизоляции зависит от материала, плотности, конструкционных особенностей ограждающих конструкций и имеет сильную частотную зависимость. Обычно на низких частотах звукоизоляция существенно ниже, чем на высоких. Звукоизоляция не всегда носит положительный характер, в некоторых случаях может приводить к увеличению излучаемой звуковой мощности. Звукоизоляция учитывается при расчете уровня шума, проникающего из помещения в помещение, из помещения на территорию, с территории в помещение.

Снижение за счет звукопоглощения. Звукопоглощение это способность конструкций не отражать падающие на них звуковые волны. Определяется коэффициентом звукопоглощения, который не имеет размерности и принимает значения от 0 до 1. Эффект звукопоглощения имеет сильную частотную зависимость. Материалы с высоким коэффициентом звукопоглощения обладают малой плотностью и имеют рыхлую, пористую, либо волокнистую структуру. Звукопоглощение учитывается при расчете отражений от ограждающих конструкций внутри помещений, либо от поверхностей объектов, расположенных на территории.

7.4. Определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках. Расчет уровней звукового давления в каждой расчетной точке производится от каждого источника шума. Далее полученные уровни энергетически суммируются.

7.5. Определение требуемого снижения уровней шума производится на основе сопоставления ожидаемых уровней шума с допустимыми уровнями.

7.6. Разработка мероприятий по обеспечению требуемого снижения уровней шума. Состав и эффективность мероприятий зависит от многих факторов, но зачастую они определяются влияющими источниками шума и путями проникновения шума в расчетную точку.

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

8. ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ

8.1 Основными характеристиками звукоизоляции ограждающих конструкций, используемыми в расчетах, являются:

- индекс изоляции воздушного шумаR_w, дБ. Данные индекса изоляции воздушного шума могут быть представлены совместно с членами спектральной адаптации С и C_{tr} согласно ГОСТ Р 56769;
- индекс приведенного уровня ударного шума L_{nw}, дБ (только для перекрытий);

- звукоизоляция наружного ограждения от транспортного шума $R_{\text{Атран}}$, дБА;
- частотная характеристика изоляции воздушного шума, дБ;
- частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под перекрытием, дБ.

8.2. Звукоизоляционные характеристики ограждающих конструкций должны заявляться фирмой-производителем и приниматься согласно протоколам сертификационных испытаний.

8.3. 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.

8.4. Расчет звукоизоляции ограждающих конструкций должен проводиться для типовых ограждающих конструкций, представленных в СП 275.1325800.

8.5. Расчет звукоизоляции ограждающих конструкций должен проводиться на основании СП 275.1325800. Допускается индекс изоляции воздушного шума R_w и величину звукоизоляции окна $R_{\text{Атран}}$ определять по ГОСТ Р 56769, индекс приведенного уровня ударного шума L_{nw} – по ГОСТ Р 56770.

8.6. Нормативные значения индексов изоляции внутренними ограждающими конструкциями R_wвоздушного шума и индексов приведенного уровня ударного шума L_{nw} для жилых, общественных зданий, а также для вспомогательных зданий производственных предприятий приведены в таблице 7.1. (соответствует СП 51.13330). Фактические или расчетные значения индекса звукоизоляции воздушного шума и индекса приведенного уровня ударного шума должны удовлетворять условиям: $R_w \geq R_{w\text{треб}}$ и $L_{nw} \leq L_{nw\text{треб}}$.

Таблица 7.1. Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций и приведенные уровни ударного шума перекрытий при передаче звука сверху вниз

Наименование и расположение ограждающей конструкции	$R_{w\text{треб}}$, дБ	$L_{nw\text{треб}}$, 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	–
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
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 учреждения		
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.

8.7. Оцениваемым параметром звукоизоляции наружных ограждающих конструкций (окон, остеклений) является звукоизоляция $R_{\text{Атран}}$, дБА, представляющая собой изоляцию от внешнего шума, создаваемого потоком городского транспорта или транспорта сельских поселений.

8.8. 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 3 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 7.2. (соответствует СП 51.13330).

Таблица 7.2. Нормативные индексы приведенного уровня ударного шума (для перекрытия нижнего помещения) при передаче звука снизу вверх

Наименование и расположение ограждающей конструкции	$L_{nw\text{треб}}$, 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
7. Перекрытия, отделяющие помещения общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты) от номеров гостиниц:	
гостиницы категорий «четыре звезды» и «пять звезд»	43
гостиницы категорий «три звезды» и ниже	45

8. Перекрытия, отделяющие помещения ресторанов, кафе от номеров гостиниц:	
гостиницы категорий «четыре звезды» и «пять звезд»	38
гостиницы категорий «три звезды» и ниже	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

8.9. Индекс изоляции воздушного шума R_w, дБ, ограждающей конструкцией с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется сопоставлением этой частотной характеристики со значениями оценочной кривой (Таблица 7.3).

Таблица 7.3. Оценочная кривая изоляции воздушного шума

Значение *R*, дБ для среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы, Гц															
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

Для определения индекса изоляции воздушного шума необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений частотной характеристики конкретной конструкции от оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает это значение, значение индекса R_w составляет 52 дБ. Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанное значение. Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной оценочной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала это значение. За значение индекса R_w принимается ордината смещенной вверх или вниз оценочной кривой в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

8.10. Индекс приведенного уровня ударного шума L_{nw} для перекрытия с известной частотной характеристикой приведенного уровня ударного шума определяется сопоставлением этой частотной характеристики с оценочной кривой, приведенной в таблице 7.4.

Таблица 7.4. Оценочный спектр приведенного уровня ударного шума

Значение L, дБ для среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы, Гц															
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
62	62	62	62	62	62	61	60	59	58	57	54	51	48	45	42

Для вычисления индекса L_{nw} необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений конкретной частотной характеристики от оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вверх от оценочной кривой.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает это значение, значение индекса L_{nw} составляет 60 дБ. Если сумма неблагоприятных

отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вверх на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной кривой не превышала указанное значение.

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала это значение. За значение индекса L_{nw} принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой в 1/3-октавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

8.11. Оценочный параметр звукоизоляции наружных ограждений (в том числе окон, остекленных витражей и т.д.) – значение звукоизоляции $R_{\text{Атран}}$, дБА определяется по известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристике звукоизоляции с помощью эталонного спектра шума потока городского транспорта.

Значение звукоизоляции наружного ограждения $R_{\text{Атран}}$ определяется по формуле:

$$R_{\text{Атран}} = 75 - 10lg\sum_{i=1}^{16} 10^{0,1(L_i - R_i)}, \qquad (7.1)$$

где L_i – корректированные по кривой частотной коррекции «А» уровни звукового давления эталонного спектра в -третьоктавной полосе частот (таблица 7.5); R_i – изоляция воздушного шума конструкцией окна в i-й третьоктавной полосе частот, дБ.

Таблица 7.5. Эталонный спектр шума транспортного потока

Значение L_j, дБ для среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы, Гц															
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
55	55	56	59	60	61	62	63	64	66	67	66	65	64	62	60

8.12. Частотная характеристика изоляции воздушного шума определяется расчетным способом по СП 275.1325800 или посредством измерений по ГОСТ 27296. Обычно частотная характеристика изоляции воздушного шума определяется в третьоктавном диапазоне частот от 100 Гц до 3150 Гц. Необходимые значения звукоизоляции воздушного шума в диапазоне частот от 63 Гц до 8000 Гц получают путем продления соответствующих отрезков ломаных линий без изменения их наклона.

9. РАСЧЕТ ШУМА В ПОМЕЩЕНИИ

9.1 Характеристики помещений

Средний коэффициент звукопоглощения поверхностей в помещении определяется соотношением:

$$\alpha_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_{pi} S_i + \sum_{j=1}^{k} A_j}{S_{\text{пом}}}, \qquad (8.1)$$

где α_{pi} – реверберационный коэффициент звукопоглощения элемента поверхности площадью S_i, м^2;

n – число поверхностей в помещении (включая ограждающие поверхности, поверхности оборудования, мебели, людей и др.);

k – число штучных звукопоглотителей в помещении; $S_{\text{пом}}$ – суммарная площадь поверхностей в помещении, м^2.

Средняя длина свободного пробега звуковых лучей в помещении между последовательными отражениями, определяется по формуле:

$$\bar{l} = \frac{4V_{\text{с.п.}}}{S_{\text{пом}}}, \qquad (8.2.)$$

где $V_{\text{с.п.}}$ – объем свободного пространства помещения, м^3, определяемый как разность объема помещения и объема, занимаемого расположенными в помещении предметами (оборудование, мебель и пр.).

Средний коэффициент звукопоглощения в помещении определяется в соответствии со следующими правилами:

– в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63-1000 Гц $\alpha_{\text{ср}} = \alpha_0$;

– в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2000-8000 Гц по формуле:

$$\alpha_{\text{ср}} = \alpha_0 + (1 - \alpha_0)m\bar{l} \text{ при } m\bar{l} < 0{,}2$$

$$\alpha_{\text{ср}} = 1 - (1 - \alpha_0)e^{-m\bar{l}} \text{ при } m\bar{l} \geq 0{,}2, \qquad (8.2)$$

где α_0 – средний коэффициент звукопоглощения поверхностей в помещении; m – постоянная затухания звука в воздухе, м$^{-1}$.

Значения α_0для помещений различных типов допускается принимать по таблице 8.1.

Таблица 8.1. Средний коэффициент звукопоглощения ограждающих поверхностей помещения

Тип помещения	Коэффициент звукопоглощения α_0в октавной полосе со среднегеометрической частотой, Гц							
	63	120	250	500	1000	2000	4000	8000
1. Машинные залы, генераторные, испытательные стенды, вентиляционные камеры, цехи предприятий пищевой промышленности с ограждениями, облицованными моющейся плиткой	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09

2. Механические и металлообрабатывающие цехи; цеха агрегатной сборки в авиационной и судостроительной промышленности	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
3 Цехи деревообработки и предприятий текстильной промышленности, посты управления, лаборатории, конструкторские бюро, рабочие помещения управлений	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14

Примечание. Приведенные значения относятся к соразмерным помещениям. Для несоразмерных помещений табличные значения нужно увеличить: в 1,4 раза – для плоских помещений; в 1,2 раза – для длинных, чтобы учесть возрастание доли пола с оборудованием в суммарной площади ограждений.

Значения постоянной затухания звука в воздухе m следует принимать по таблице 8.2.

Таблица 8.2. Постоянная затухания звука в воздухе при нормальном атмосферном давлении в зависимости от температуры и влажности воздуха в октавных полосах частот

Температура, ^{0}C	Относительная влажность, %	Постоянная затухания звука в воздухе m, м, в октавной полосе со среднегеометрической частотой, Гц		
		2000	4000	8000
30	10	0,0060	0,0200	0,0590
	20	0,0032	0,0100	0,0350
	40	0,0028	0,0063	0,0190
	60	0,0032	0,0057	0,0150
	80	0,0035	0,0058	0,0130
20	10	0,0092	0,0250	0,0450
	20	0,0044	0,0155	0,0480
	40	0,0025	0,0078	0,0290
	60	0,0022	0,0049	0,0190
	80	0,0022	0,0049	0,0150
10	10	0,0100	0,00160	0,0200
	20	0,0074	0,0210	0,0390
	40	0,0035	0,0120	0,0390
	60	0,0023	0,0081	0,0290
	80	0,0020	0,0062	0,0220

Примечание. Значения температуры и влажности принимаются согласно нормативным параметрам микроклимата исходя из назначения помещения

Акустическая постоянная помещения B, м² определяется по формуле:

$$B = \frac{\alpha_{\text{ср}} S_{\text{пом}}}{1-\alpha_{\text{ср}}}, \qquad (8.3)$$

где $S_{\text{пом}}$ – суммарная площадь поверхностей в помещении, м².

Определение уровней звукового давления в расчетных точках для одного источника шума.

Октавные уровни звукового давления L_p, дБ, в расчетных точках в помещениях при работе одного источника следует определять по формуле:

$$L = L_w + 10lg\left(\frac{S_0 \chi \varphi}{S} + \text{а}_{\text{отр}}\right), \qquad (8.4)$$

где L_w – октавный уровень звуковой мощности, дБ; χ – коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля; φ – фактор направленности источника шума;

S – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник шума, по возможности равноудаленной от его поверхности и проходящей через расчетную точку, м²; $S_0 = 1\text{м}^2$;

$\text{а}_{\text{отр}}$ – реверберационная составляющая звукового поля, связанная с отражениями звуковых волн.

Коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля χ, зависит от отношения расстояния от акустического центра источника до расчетной точки к максимальному размеру источника, определяется по таблице 8.3.

Акустический центр источника шума совпадает с его геометрическим центром в случае, когда источник шума удален от опорной поверхности на расстояние, превышающее одну треть расстояния, между геометрическим центром источника шума и расчетной точкой. В остальных случаях за акустический центр принимают проекцию геометрического центра источника шума на опорную поверхность (пол, потолок, стена, грунт).

Таблица 8.3. Коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля

$r/l_{макс}$	χ
0,4	3,8
0,8	3,2
1,0	2,6
1,5	1,6
1,7	1,3
2 и более	1,0

Фактор направленности источника шума φ определяет неравномерность излучения источником звуковых волн в пространстве. Определение фактора направленности экспериментальными методами не получило широкого применения, поэтому характеристика направленности по умолчанию принимается равномерной ($\varphi = 1$). Фактор направленности определяется и учитывается при расчете звукоизлучения через воздухораспределительные устройства систем вентиляции.

Площадь S воображаемой поверхности, равноудаленной от источника шума и проходящей через расчетную точку, определяют в зависимости от отношения расстояния rрасчетной точки от акустического центра источника шума к максимальному размеру источника $l_{макс}$.

В общем случае, когда расчетная точка удалена от источника шума на расстояние, превышающее два максимальных размера источника $r \geq 2l_{макс}$, площадь S определяется соотношением:

$$S = \Omega r^2, \qquad (8.5)$$

где Ω – пространственный угол излучения, определяемый по таблице 8.4.

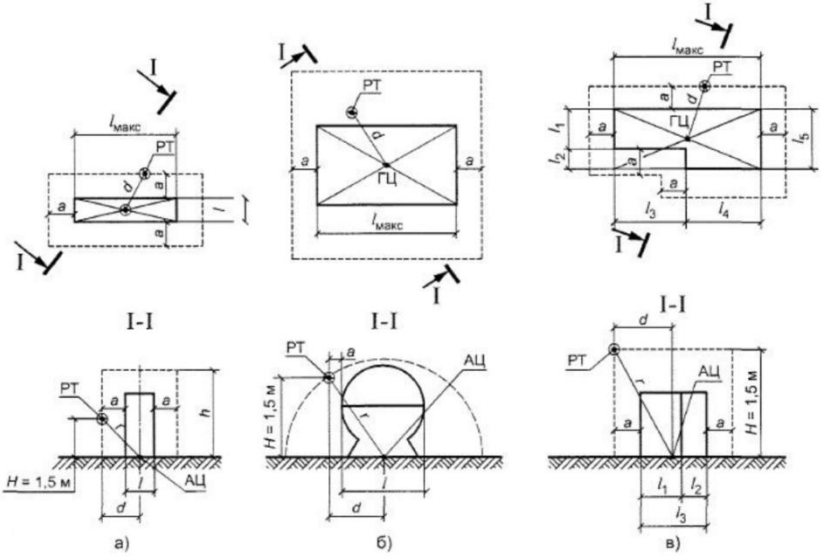
Таблица 8.4. Пространственный угол излучения источника

Условие излучения	Ω, рад
В пространство – источник на колонне в помещении, на мачте-трубе	4π
В полупространство – источник на полу, на земле, на стене	2π
В 1/4 пространства – источник в двухгранном углу (на полу, близко от одной стены)	π
В 1/4 пространства – источник в двухгранном углу (на полу, близко от одной стены)	$\pi/2$

В случае, когда расчетная точка расположена достаточно близко к источнику $r < 2l_{макс}$, площадь Sзависит не только от расстояния r, но и от формы и габаритов источника.

Примеры выбора воображаемой поверхности, окружающей источник шума и проходящей через расчетную точку для источников шума различной формы приведены на рисунке 8.1.

Рис 8.1. Нахождение воображаемой поверхности, окружающей источник шума и проходящей через расчетную точку



а) $r = \sqrt{H^2 + d^2}$; $S = 2h(l_{\text{макс}} + 2\text{a}) + 2h(l + 2a) + (l_{\text{макс}} + 2\text{a})(l + 2a)$;

б) $r = \sqrt{H^2 + d^2}$; $S = \pi r^2 + \pi r(l_{\text{макс}} + 2\text{a})$;

в) $r = \sqrt{H^2 + d^2}$; $S = H(l_{\text{макс}} + 2\text{a}) + H(l_3 + l_4 + 2a) + H(l_5 + 2a) + H(l_1 + l_2 + 2a) + (l_4 + 2a)(l_5 + 2a) + l_3(l_1 + 2a)$

Штриховой линией обозначена воображаемая поверхность, проходящая через расчетную точку; РТ – расчетная точка; ГЦ – геометрический центр источника шума; АЦ – акустический центр источника шума; r – расстояние от акустического центра источника до расчетной точки; d – расстояние от акустического центра источника до проекции расчетной точки на опорную поверхность; a – удаление воображаемой поверхности, проходящей через расчетную точку, от огибающего источник шума прямоугольного параллелепипеда; S – площадь поверхности, окружающей источник шума и проходящей через расчетную точку.

Реверберационная составляющая звукового поля $\text{a}_{\text{отр}}$ зависит от типа помещения.

Все помещения в зависимости от соотношения основных размеров (длины D, ширины G и высоты H) разделяют на три типа:

- соразмерные помещения, у которых отношение наибольшего геометрического размера к наименьшему не более 5;
- плоские помещения, у которых $D/H > 5$; $G/H \geq 4$;
- длинные помещения, у которых $D/H > 5$; $G/H < 4$.

Если помещение непрямоугольное, применяют усредненные значения G и H, определяя их по принципу равных площадей.

Реверберационная составляющая звукового поля в зависимости от типа помещения определяется следующими соотношениями:

- для соразмерного помещения

$$\text{a}_{\text{отр}} = \frac{4B_0}{kB}; \qquad (8.6)$$

- для плоского помещения

$$a_{отр} = \frac{(1-\alpha_{ср})B_0}{H(r+H)} J(\alpha_{ср}, \rho); \quad (8.7)$$

- для длинного помещения

$$a_{отр} = \frac{(1-\alpha_{ср})B_0(r+G)}{HG(r+H)} J(\alpha_{ср}, \rho), \quad (8.8)$$

где B – акустическая постоянная помещения, м^2;

k – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в соразмерном помещении, зависит от среднего коэффициента звукопоглощения в помещении и определяется по таблице 8.5;

$\alpha_{ср}$ – средний коэффициент звукопоглощения в помещении;

G – ширина помещения, м;

H – высота помещения, м;

$B_0 = 1$м^2;

$J(\alpha_{ср}, \rho)$ – функция, описывающая поле отраженного звука в несоразмерном помещении, определяемая по формуле:

$$J(\alpha_{ср}, \rho) = \frac{1}{\alpha_{ср} + \rho^2 e^{0,65\rho}}, \quad (8.9)$$

где ρ – приведенное расстояние, определяемое по формуле

$$\rho = \frac{ln(1-\alpha_{ср})r}{\bar{l}}, \quad (8.10)$$

где $\bar{l}$ – средняя длина свободного пробега звуковых лучей в помещении, м.

Таблица 8.5. Коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в соразмерном помещении

$\alpha_{ср}$	k
0,2	1,25
0,4	1,6
0,5	2,0
0,6	2,5

9.2.1. Уровни звука связаны с уровнями звукового давления следующим соотношением:

$$L_A = 10lg\left(\sum_{i=1}^{8} 10^{0,1(L_i+A_i)}\right), \qquad (8.11)$$

где L_i – октавный уровень звукового давления в диапазоне частот 31,5 – 8000 Гц;

A_i – частотная характеристика фильтра «А» шумомера, принимаемая по таблице 8.6.

Таблица 8.6. Частотная характеристика фильтра «А» шумомера

f, Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_i, дБ	−39,4	−26,2	−16,1	−8,9	−3,2	0	+1,2	+1,0	−1,1

9.2.2. Уровни звукового давления в расчетных точках от нескольких источников шума определяются энергетическим суммированием уровней звукового давления, создаваемых каждым источником в отдельности.

$$L_\Sigma = 10lg\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L_i}\right),$$

где L_i – октавный уровень звукового давления, создаваемый i-м источником шума в расчетной точке; n – количество источников.

9.2.3. Уровни звука в расчетных точках от нескольких источников шума определяются энергетическим суммированием уровней звука, создаваемых каждым источником в отдельности.

$$L_{A\Sigma} = 10lg\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{0,1L_{Ai}}\right),$$

где L_{Ai} – уровень звука создаваемый i-м источником шума в расчетной точке; n – количество источников.

10. ПРОНИКАЮЩИЙ ШУМ

10.1. Октавные уровни звукового давления L, дБ, в расчетных точках в изолируемом соразмерном помещении, проникающие через ограждающую конструкцию из соседнего помещения с источником (источниками) шума или с территории, определяют по формуле:

$$L = L_{OK} - R + 10lg\left(\frac{S}{S_0}\right) - 10lg\left(\frac{B_и}{B_0}\right) - 10lg(k) + 6, \qquad (9.1)$$

где L_{OK} – октавный уровень звукового давления вблизи ограждающей конструкции со стороны падения звуковой волны, дБ;

R – частотная характеристика звукоизоляции ограждающей конструкции, через которую проникает шум, дБ;

S – площадь ограждающей конструкции, м;

$B_и$ – акустическая постоянная изолируемого помещения, м^2;

k – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности поля;

$S_0 = 1$м^2;

$B_0 = 1$м^2.

10.2. При проникновении шума из помещения на территорию определяют звуковую мощность, прошедшую через ограждающую конструкцию по формуле:

$$L_W^{пр} = L_{OK} - R + 10lg\left(\frac{S}{S_0}\right), \qquad (9.2)$$

где L_{OK} – октавный уровень звукового давления вблизи ограждающей конструкции со стороны падения звуковой волны, дБ (внутри помещения);

R – частотная характеристика звукоизоляции ограждающей конструкции (либо ее части), через которую проникает шум, дБ;

S – площадь ограждающей конструкции (либо ее части), м^2;

$S_0 = 1$м^2.

10.3. В случае если конструкция, через которую проникает шум, состоит из двух и более составных частей различных материалов и толщин, то целесообразно рассчитывать проникающую звуковую мощность для каждого элемента в отдельности с учетом соответствующих звукоизоляционных способностей и площадей. Затем их учитывать как отдельные источники шума.

Допускается определять среднюю звукоизоляцию воздушного шума составной конструкции:

$$R_{\text{ср}} = 10lg\frac{S_{\text{общ}}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{S_i}{10^{0,1R_i}}},$$

где $S_{\text{общ}}$ – общая площадь составной конструкции, м^2;

S_i – площадь -й части, м^2;

R_i – изоляция воздушного шума -й части, дБ.

11. РАСЧЕТ ШУМА НА МЕСТНОСТИ

Расчет шума на местности производят по следующей формуле:

$$L = L_W + D_I + D_\Omega - A_{\text{див}} - A_{\text{атм}} - A_{\text{зем}} - A_{\text{экр}} - A_{\text{проч}}, \qquad (10.1)$$

D_I – показатель направленности точечного источника шума;

D_Ω – поправка на пространственный угол излучения;

$A_{\text{див}}$ – затухание из-за геометрической дивергенции (потери при расширении фронта волны);

$A_{\text{атм}}$ – затухание из-за звукопоглощения в атмосфере;

$A_{\text{зем}}$ – затухание из-за влияния земли;

$A_{\text{экр}}$ – затухание из-за экранирования;

$A_{\text{проч}}$ – затухание из-за влияния прочих эффектов (зелёные насаждения, промышленные зоны, жилые массивы).

Порядок проведения расчетов при распространении звука на местности подробно описан в ГОСТ 31295.2.2005. Учитывая достаточную сложность подобных расчетов их целесообразно проводить при помощи современных программных средств.

12. РАСЧЕТ ШУМА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

12.1. Основными источниками шума систем вентиляции воздуха являются вентиляторы. Основной шумовой характеристикой вентиляторов является октавные уровни звуковой мощности. Обычно используется три шумовые характеристики: звуковая мощность на входе (со стороны всасывания воздуха), на выходе (со стороны нагнетания) и к окружению (излучение в окружающую среду корпусом вентилятора). Для некоторых типов вентиляторов количество шумовых характеристик может быть меньше. Уровни звуковой мощности в октавных полосах частот принимаются либо по программам, либо по актуальным каталогам фирм производителей (первое предпочтительней, т.к. учитываются проектные технические характеристики вентилятора: расход, давление, частота вращения). Зачастую производители приводят корректированные октавные уровни звуковой мощности $L_{A_{\text{окт}}}$, в таком случае необходимо произвести обратную коррекцию (прибавить значения фильтра «А»).

12.2. К основным типам вентиляторов относятся: канальные (встраиваются в воздуховод, могут работать в составе приточной и вытяжной системы), крышные (располагаются на кровле и работают в составе вытяжных систем), центробежные (достаточно мощные устройства располагаемые открыто, либо в составе приточно-вытяжных установок), осевые (монтируются в отверстиях стен и перегородок), приточно-вытяжные установки (совмещают в себе две системы приточную и вытяжную сразу).

12.3. Дополнительными источникам шума могут являться элементы воздуховодов и путевой арматуры: прямые участки, фасонные элементы (тройники, ответвления и т.д.), шиберы, дроссель-клапаны, воздухораспределительные устройства. Эффективное шумообразование происходит при высоких скоростях движения воздуха в элементах систем. При скоростях движения воздуха менее 5 м/с генерирование шума обычно не учитывается. Подробно вопрос шумообразования в элементах воздуховодов и путевой арматуры разобран в СП 271.1325800.2016.

12.4. Снижение звуковой мощности внутри канала по пути следования от источника шума ко входу/выходу системы обеспечивается следующими элементами: глушители шума, прямые участки воздуховодов, повороты, изменение поперечного сечения, разветвление воздуховода, открытый конец воздуховода (либо воздухораспределительное устройство).

12.5. Снижение октавных уровней звуковой мощности глушителем является паспортной величиной и принимается согласно актуальным техническим данным фирм производителей.

12.6. Снижение прямым участком воздуховода осуществляется за счет расхода энергии звуковой волны на возбуждение колебаний стенок воздуховода и дальнейшее излучение в пространство и определяется по таблице 11.1 на 1 метр длины.

Таблица 11.1.

Поперечное сечение воздуховода	Гидравлический диаметр $D_г$, мм	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Прямо-угольное	75-200	0,6	0,6	0,45	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	210-400	0,6	0,6	0,45	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	410-800	0,6	0,6	0,3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	810-1600	0,45	0,3	0,15	0,1	0,06	0,06	0,06	0,06
Круглое	75-200	0,1	0,1	0,15	0,15	0,3	0,3	0,3	0,3
	210-400	0,6	0,1	0,1	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2
	410-800	0,03	0,06	0,06	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15
	810-1600	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Примечание 1. При наличии теплоизоляции на металлических воздуховодах данные таблицы следует увеличивать в два раза.

Примечание 2. Снижение в толстостенных воздуховодах, выполненных из бетона, кирпича и схожих материалов не учитывается.

Примечание 3. Гидравлический диаметр равен отношению четырех площадей поперечного F сечения к его периметру P:

$$D_{\text{г}} = \frac{4F}{P}$$

12.1. Снижение звуковой мощности в поворотах осуществляется за счет частичного отражения энергии звуковой волны обратно к источнику. При угле поворота менее или равном 45^0 снижение уровней звуковой мощности не учитывается. Снижение может быть увеличено посредством звукопоглощающей облицовки стенок канала до и после поворота. Снижение уровней звуковой мощности в прямоугольных необлицованных и облицованных поворотах воздуховодов определяется по таблице 11.2, плавных поворотов и колен с направляющими лопатками по таблице 11.3.

Таблица 11.2.

Место облицовки и ширина поворота D, мм	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без облицовки								
125	0	0	0	1	5	7	5	3
250	0	0	1	5	7	5	3	3
500	0	1	5	7	5	3	3	3
100	1	5	7	5	3	3	3	3
2000	5	7	5	3	3	3	3	3
Облицовка до поворота								
125	0	0	0	1	5	8	6	8
250	0	0	1	5	8	6	8	11
500	0	1	5	8	6	8	11	11
1000	1	5	8	6	8	11	11	11
Облицовка после поворота								
125	0	0	0	1	6	11	10	10
250	0	0	1	6	11	10	10	10
500	0	1	6	11	10	10	10	10
1000	1	6	11	10	10	10	10	10
2000	6	11	10	10	10	10	10	10

Облицовка до и после поворота								
125	0	0	0	1	6	12	14	16
250	0	0	1	6	12	14	16	18
500	0	1	6	12	14	16	18	18
1000	1	6	12	14	16	18	18	18

Примечание. Данные таблицы справедливы, если длина облицованного участка составляет не менее $2D$, а толщина облицовки равна 1/10 ширины поворота D. Для облицовок с меньшей толщиной длину облицованного участка следует пропорционально увеличивать.

Таблица 11.3

Ширина поворота D, мм	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без облицовки								
125 – 250	0	0	0	0	1	2	3	3
260 – 500	0	0	0	1	2	3	3	3
510 – 1000	0	0	1	2	3	3	3	3
1100 – 2000	0	1	2	3	3	3	3	3

12.2. Снижение октавных уровней звуковой мощности при изменении поперечного сечения воздуховода зависит от частоты и размеров, и определяется по формулам:

а) при размерах поперечного сечения воздуховода, мм, менее указанных в таблице 11.4

$$\Delta L_{Wi} = 10lg\frac{(m_п+1)^2}{4m_п}, \qquad (11.1)$$

где $m_п$ – отношение площадей поперечных сечений воздуховода, вычисляемое по формуле

$$m_п = \frac{F_1}{F_2}, \qquad (11.2)$$

где F_1и F_2площади поперечного сечения воздуховода соответственно до и после изменения сечения по пути распространения звука, м;

б) при размерах поперечного сечения воздуховода, мм, равных или более указанных в таблице 11.4.

$$\Delta L_{Wi} = 10lgm_п(\text{при } m_п > 1),$$

$$\Delta L_{Wi} = 0(\text{при } m_п < 1). \qquad (11.3)$$

Таблица 11.4

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	1250	250	500	1000	2000	4000	8000
Меньший размер первого по ходу звука поперечного сечения воздуховода, мм	5000	2500	1400	700	400	200	100	50

Примечание. При плавном переходе воздуховода от одного сечения к другому снижение октавных уровней звуковой мощности не учитывают.

Например, если по пути распространения звука воздуховод сечением 200х300 мм резко переходит в воздуховод 500х600 мм, то снижение на частотах 63 – 1000 Гц находят по варианту

а) и оно равно 2,6 дБ, а начиная с частоты 2000 Гц – по варианту

б) и оно равно нулю.

12.3. Снижение октавных уровней звуковой мощности после разветвления воздуховода следует определять по формуле:

$$\Delta L_{Wi} = 10lg\left[\frac{\sum F_{\text{отв}}}{F_{\text{отв}_i}} \cdot \left(\frac{(m_{\text{п}}+1)^2}{4m_{\text{п}}}\right)\right], \qquad (11.4)$$

где $m_{\text{п}}$ – отношение площадей поперечных сечений воздуховода, вычисляемое по формуле:

$$m_{\text{п}} = \frac{F}{\sum F_{\text{отв}_i}}, \qquad (11.5)$$

где $F_{\text{отв}_i}$ – площадь поперечного сечения воздуховода рассматриваемого ответвления, м^2;

F – площадь поперечного сечения воздуховода перед разветвлением, м;

$\sum F_{\text{отв}_i}$ – суммарная площадь поперечных сечений воздуховодов всех ответвлений, м^2.

Формула (11.4) учитывает снижение (затухание) за счет разделения звуковой мощности по ответвлениям и потери, обусловленные внезапным изменением площади поперечного сечения.

Если воздуховод рассматриваемого ответвления в разветвлении повернут на 90^0, то к снижению октавных уровней звуковой мощности в разветвлении, рассчитываемому по формуле (11.4), необходимо добавить снижение октавных УЗМ в повороте.

12.4. Снижение октавных уровней звуковой мощности, в результате отражения звука от открытого конца воздуховода или решетки приведено в таблице 11.5 – для расположения заподлицо со стеной и в таблице 11.6 – для случая, когда воздуховод (решетка) свободно выступает в помещение или атмосферу.

Таблица 11.5

Диаметр воздуховода или корень квадратный из площади прямоугольного воздуховода или решетки, мм	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, в результате отражения от открытого конца воздуховода или решетки, заканчивающихся заподлицо со стеной или потолком, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	1250	250	500	1000	2000	4000	8000
25	24	22	19	15	10	6	2	0
50	22	19	15	10	5	2	0	0
80	20	16	11	7	3	0	0	0
100	19	14	10	5	2	0	0	0
125	18	13	8	4	1	0	0	0
140	16	12	8	4	1	0	0	0
160	16	11	7	3	0	0	0	0
180	15	11	6	2	0	0	0	0
200	14	10	6	2	0	0	0	0
225	14	9	5	1	0	0	0	0
250	13	8	3	1	0	0	0	0
315	11	7	3	0	0	0	0	0
400	10	5	2	0	0	0	0	0
450	8	5	1	0	0	0	0	0
500	8	4	1	0	0	0	0	0
560	8	3	1	0	0	0	0	0
630	7	3	1	0	0	0	0	0
710	6	2	0	0	0	0	0	0
800	5	2	0	0	0	0	0	0
900	4	2	0	0	0	0	0	0
1000	4	1	0	0	0	0	0	0
1250	3	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 11.6

Диаметр воздуховода или корень квадратный из площади прямоугольного воздуховода или решетки, мм	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, в результате отражения от открытого конца воздуховода или решетки, заканчивающихся заподлицо со стеной или потолком, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	1250	250	500	1000	2000	4000	8000
25	37	31	25	19	13	8	3	0
50	31	26	20	14	8	4	0	0
80	26	20	14	8	4	1	0	0
100	24	18	13	8	3	0	0	0
125	22	16	11	6	2	0	0	0
140	21	15	10	6	2	0	0	0
160	20	14	10	4	1	0	0	0
180	19	14	8	4	1	0	0	0
200	18	13	8	3	1	0	0	0
225	17	12	7	2	0	0	0	0
250	16	11	6	2	0	0	0	0
315	14	10	4	1	0	0	0	0
400	12	8	3	0	0	0	0	0
450	12	6	2	0	0	0	0	0
500	11	6	2	0	0	0	0	0
560	10	6	2	0	0	0	0	0
630	10	5	1	0	0	0	0	0
710	8	4	1	0	0	0	0	0
800	8	3	1	0	0	0	0	0
900	7	3	0	0	0	0	0	0
1000	6	2	0	0	0	0	0	0
1250	4	1	0	0	0	0	0	0

12.5. Снижение шума воздухораспределительными устройствами принимается по каталогам производителей. Отражение от открытого конца воздуховода при этом не учитывается, т.к. оно уже включено в характеристику устройства.

12.6. Снижение октавных уровней звуковой мощности в элементах вентиляционных установок (в фильтрах, секциях подогрева или охлаждения и т.п.) приводят в каталогах фирм-изготовителей. При отсутствии таких данных следует использовать приближенные данные, приведенные в таблице 11.7.

Таблица 11.7

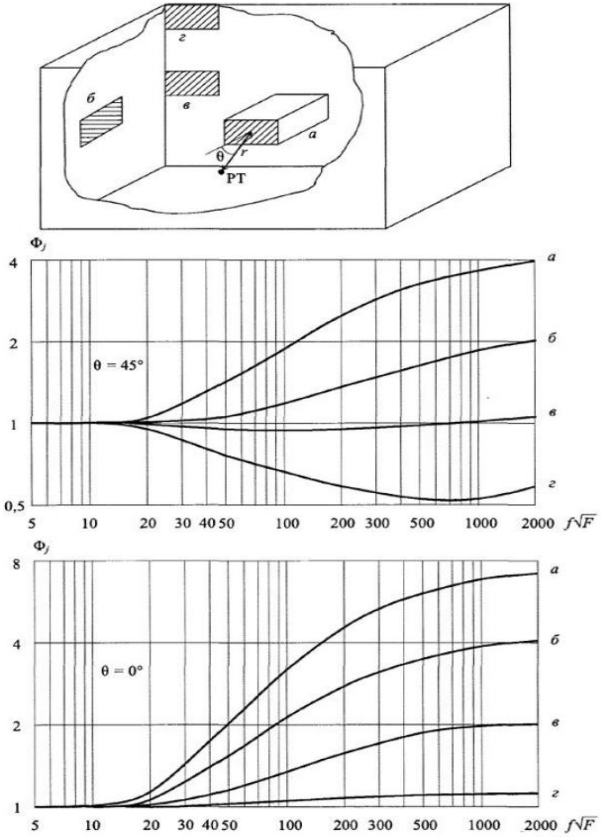
Элементы вентиляционных установок	Снижение уровней звуковой мощности, дБ, в элементах вентиляционных установок при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	1250	250	500	1000	2000	4000	8000
Секция фильтрации	0	0	0	0	0	1	1	1
Секция увлажнения	1	3	4	7	10	11	14	14
Секция нагревания	1	1	1	1	1	1	1	1
Секция охлаждения	1	2	3	3	3	3	3	3

12.7. Звуковая мощность на входе/выходе вентиляционной системы определяется по формуле:

$$L_{w\text{вход/выход}} = L_{w\text{вентилятора}} - L_{w\text{сети}}, \qquad (11.6)$$

где $L_{w\text{сети}}$ – суммарное снижение всеми элементами воздуховода на пути от вентилятора до конкретного воздухораспределительного или воздухоприемного устройства.

12.8. Направленность излучения воздухораспределительного устройства (решетки) определяют согласно рисунку 11.1.



а – *решета в центре комнаты;*

б – *в центре стены;*

в – *вблизи ребра;*

г – *вблизи угла;*

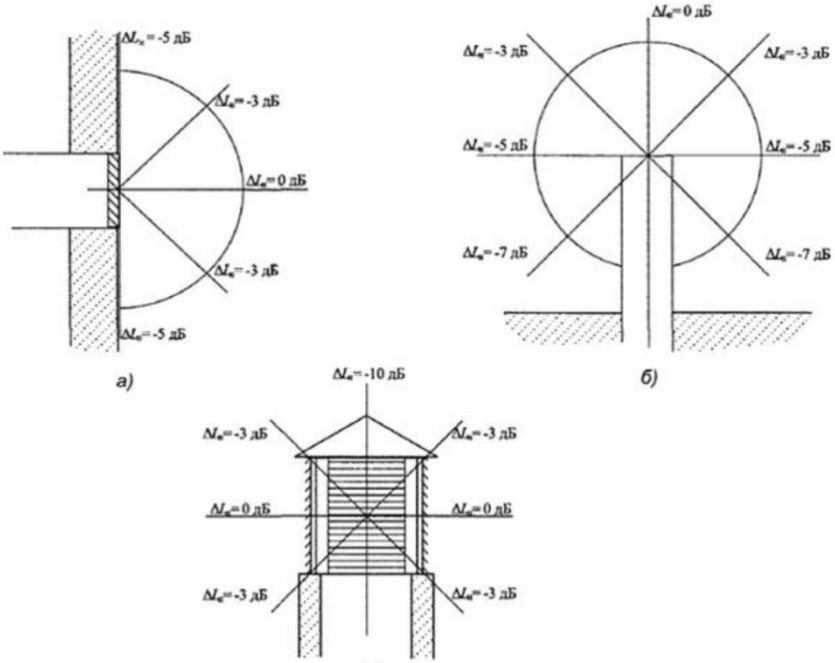
$\sqrt{F}$ – *приведенный размер решетки, м;*

f – *среднегеометрическая частота, Гц;*

РТ – положение расчетной точки в помещении

Рис. 1.1. Фактор направленности воздухораспределительного устройства

12.9. Направленность излучения воздухораспределительного устройства (решетки) определяют согласно рисунку 11.2.



а) – излучение шума через вентиляционную решетку в стене;

б) – излучение шума открытым концом воздуховода на кровле;

в) – излучение шума через вентиляционную шахту на крыше

Рис. 11.2. Показатель направленности излучения шума через отверстия вентиляционных решеток, воздуховодов, шахт и подобных элементов

12.10. Октавные уровни звукового давления звукового давления транзитного воздуховода (воздуховод не имеет воздухораспределительных и воздухоприемных устройств, излучение происходит через стенки воздуховода) определяются по формуле:

$$L = L_w - \Delta L_{w\text{сумм}} - R_{\text{в}} + 10lg\left(\frac{S}{F}\right) - 10lg\left(\frac{B_{\text{и}}}{B_0}\right) - 10lg(k) + 6, \quad (11.7)$$

где L_w – октавный уровень звуковой мощности, излучаемый источником шума в воздуховод (например, вентилятор или фасонный элемент и т.п.), дБ;

$\Delta L_{w\text{сумм}}$ – суммарные потери звуковой мощности по пути **распространения звука от источника шума до начала** рассматриваемого участка воздуховода, излучающего шум в помещение, дБ;

S – площадь наружной поверхности участка воздуховода, через которую шум поступает в помещение, м^2;

F – площадь поперечного сечения воздуховода, м^2;

$R_{\text{в}}$ – звукоизолирующая способность стенок воздуховода, дБ, приведенная в таблицах 11.8 и 11.9.

Таблица 11.8. Звукоизолирующая способность стенок воздуховодов

Материал воздуховода	Толщина материала, мм	$R_{\text{в}}$ прямоугольных воздуховодов сечением не менее 0,25 м^2, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Сталь	0,7	8	15	18	23	26	30	34	37
Сталь	1	12	16	20	24	29	33	36	34
Сталь	2	16	20	24	29	33	36	34	34
Сталь (1 мм) с облицовкой из минераловатных плит $(\rho_{\text{ср}} =$ *100кгм3*	80	(16)	(20)	(26)	(30)	(34)	(38)	(42)	(45)
Железобетон	50	28	34	35	35	41	48	55	55
Кирпичная кладка	130	32	39	40	43	48	54	60	60
Гипсобетонные плиты	80	(24)	28	33	37	39	44	44	–
Керамзитобетонные плиты	80	(26)	33	34	39	47	52	–	–

Примечание. В скобках приведены приблизительные значения

Таблица 11.9. Звукоизолирующая способность стенок облицованных воздуховодов

Материал воздуховода	Толщина облицовки, мм	$R_в$ круглых воздуховодов диаметром от 300 до 600 мм, дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Сталь $\delta = 0{,}7$мм		(33)	24	28	29	24	24	22	29
То же, с облицовкой из асбестовой ткани	5	(38)	31	36	36	34	34	39	48
То же, с облицовкой минераловатными плитами	50-80	(37)	30	38	40	40	41	44	48
То же, с нанесением мастики ВД-17-59	6	(35)	32	32	35	34	32	35	34

Примечание. В скобках приведены ориентировочные значения для воздуховодов диаметром менее 300 мм

13. РАСЧЕТ ШУМА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Основными шумовыми параметрами потоков автомобилей, железнодорожных поездов, трамваев, троллейбусов, метропоездов, водных судов, необходимыми для проведения различных акустических расчетов, являются их шумовые характеристики – эквивалентный и максимальный, уровни звука, дБА, либо эквивалентные и максимальные октавные уровни звукового давления, дБ. Указанные параметры принимаются к расчету отдельно для дневного (с 7:00 до 23:00) и ночного (с 23:00 до 7:00) периодов суток.

В случае незначительной интенсивности транспортного потока (редкие проезды отдельных транспортных средств) допускается использование для акустических расчетов

только одной шумовой характеристики – максимального уровня звука, дБА.

Так как акустический комфорт на территории жилых, общественно-деловых и рекреационных зон и в помещениях жилых и общественных зданий должен быть обеспечен в любое время суток, эквивалентный и максимальный уровни звука следует определять для периодов максимальной шумности транспортного потока – час пик для дневного периода суток и наиболее шумный час ночного периода суток. Вместе с тем допускается определение шумовых характеристик транспортного потока за более длительные периоды времени, например за четыре или восемь непрерывных часов дневного периода суток или за весь дневной (ночной) период суток, или за сутки в целом.

Шумовые характеристики транспортных потоков следует определять для всех стадий проектирования расчетными методами.

На существующих дорогах шумовые характеристики потоков автомобильных и рельсовых транспортных средств предпочтительнее определять путем проведения натурных измерений в соответствии с ГОСТ 20444.

13.1. Автотранспорт

13.1.1. В качестве шумовых характеристик автомобильного транспортного потока, в состав которого могут входить легковые и грузовые автомобили, автопоезда, автобусы, троллейбусы, установлены эквивалентный $L_{\text{Аэкв}}^{\text{авт}}$ и максимальный $L_{\text{Амакс}}^{\text{авт}}$ уровни звука, создаваемые потоком в опорной точке на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей к расчетной точке (точке наблюдения) полосы движения автомобильного транспорта и на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части. Примечание – Мотосредства (мотоциклы, мотороллеры, мопеды, мотовелосипеды) составляют незначительную долю от общего числа транспортных средств в потоке. Кроме того, методы расчета шума от потоков мотосредств в настоящее время не установлены. Поэтому при расчетах шумовых характеристик автомобильного

транспортного потока шумовой вклад мотосредств допускается не учитывать.

13.1.2. Акустический центр источника шума принимается на оси полосы движения на высоте 1 м над уровнем проезжей части.

13.1.3. В условиях стесненной застройки, когда расстояние от оси ближайшей к расчетной точке полосы движения автомобильного транспортных средств менее 7,5 м, допускается определять шумовую характеристику автомобильного транспортного потока на меньшем опорном расстояния, но не ближе 1 м от стен ближайших зданий, сплошных заборов и других сооружений или от элементов рельефа, отражающих звук.

13.1.4. В случае расположения улицы или автомобильной дороги в выемке (или на насыпи) шумовую характеристику определяют для опорной точки, расположенной на верхней бровке выемки (или на верхней бровке насыпи) на высоте 1,5 м над уровнем бровки.

13.1.5. При наличии на эстакаде (путепроводе) боковых пешеходных проходов опорную точку выбирают в центральной части эстакады (путепровода) около бокового ограждения и на высоте 1,5 м над уровнем поверхности проезжей части. Кроме опорной точки в центральной части эстакады (путепровода) допускается выбирать дополнительные опорные точки, расположенные на подъеме на эстакаду (путепровод) и на спуске с них.

13.1.6. На стадии технико-экономического обоснования (ТЭО) или на стадии разработки генерального плана города, когда известны лишь самые общие ориентировочные сведения о транспортных потоках, шумовую характеристику автомобильного транспортного потока следует принимать в соответствии с категорией улицы (дороги) (таблица 12.1).

Категория дороги	Число полос движения проезжей части в обоих направлениях	Шумовая характеристика $L_{\text{Аэкв}}^{\text{авт}}$, дБА
Магистральные дороги скоростного движения	8 6 4	83 82 81
Магистральные дороги регулируемого движения	6 4 2	78 75 73
Магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения	8 6 4	80 79 78
Магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения	8 6 4	78 77 76
Магистральные улицы районного значения транспортно-пешеходные	4 2	75 73
Улицы и дороги местного значения	4 2	74 72

13.1.7. На стадии проекта детальной планировки района (микрорайона) или проекта застройки шумовую характеристику автомобильного транспортного потока в виде эквивалентного уровня звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{авт}}$, дБА следует рассчитывать по формуле:

$$L_{\text{Аэкв}}^{\text{авт}} = L_{\text{Атр.п}} + \Delta L_{\text{Агруз}} + \Delta L_{\text{Аск}} + \Delta L_{\text{Аук}} + \Delta L_{\text{Апок}} + \Delta L_{\text{Ар.п}} + \Delta L_{\text{Апер}},$$

где$L_{\text{Атр.п}}$ – вспомогательная величина, определяемая в зависимости от интенсивности движения автомобильного транспорта N, ед./ч, передвигающегося по прямому сухому горизонтальному участку дороги с мелкозернистым асфальтобетонным покрытием со скоростью 60 км/ч и имеющего в своем составе 40% грузовых автомобилей и автобусов, определяется по формуле (12.2), дБА;

$\Delta L_{\text{Агруз}}$ – коррекция, учитывающая влияние доли грузовых автомобилей и автобусов в рассматриваемом транспортном потоке на его шумовую характеристику (таблица 12.2), дБА (к грузовым относят автомобили, масса которых составляет более 3500 кг);

$\Delta L_{\text{Аск}}$ – коррекция, учитывающая влияние средней скорости движения транспортного потока (таблица 12.3), дБА;

$\Delta L_{\text{Аук}}$ – оррекция, учитывающая влияние продольного уклона улицы (дороги) (таблица 12.4), дБА;

$\Delta L_{\text{Апок}}$ – коррекция, учитывающая влияние типа дорожного покрытия (таблица 12.5), дБА;

$\Delta L_{\text{Ар.п}}$ – коррекция, учитывающая влияние ширины центральнойразделительной полосы на проезжей части (таблица 12.6), дБА;

$\Delta L_{\text{Апер}}$ – оррекция, учитывающая наличие пересечения улиц (дорог) со светофорным регулированием (таблица 6.7), дБА.

13.1.8. Для автомобильных дорог величину $L_{\text{Атр.п}}$ определяют по формуле:

$$L_{\text{Атр.п}} = 50 + 8{,}8 lg N_{\text{дн/н}}, \qquad (12.2)$$

где $N_{\text{дн}}$ и $N_{\text{н}}$ – расчетные интенсивности движения в час пик дневного периода суток и за наиболее шумный час ночного периода суток соответственно, ед./ч, определяемые по формулам (12.3) и (12.4) исходя из среднегодовой суточной интенсивности движения $N_{\text{сут}}$, ед./ч:

$$N_{\text{дн}} = 0{,}076 N_{\text{сут}}, \qquad (12.3)$$

$$N_{н} = 0{,}039N_{сут}, \qquad (12.4)$$

Примечание. В случае наличия у проектировщика сведений о фактической интенсивности движения, в том числе и в часы пик, определенной в соответствии с проведенными экологическими изысканиями или посредством снятия данных с датчиков, установленных стационарно или временно около проезжей части, предпочтительнее руководствоваться фактическими данными.

13.1.9. Коррекции, учитываемые в формуле (1) СП 276.1325800.2016, следует определять по таблицам 12.2-12.7.

Таблица 12.2. Коррекция $\Delta L_{Агруз}$, учитывающая влияние доли грузовых автомобилей и автобусов в транспортном потоке

Доля грузовых автомобилей и автобусов в транспортном потоке, %	До5	5-20	20-35	35-50	50-60	65-85	85-100
Коррекция $\Delta L_{Агруз}$, дБА	−3	−2	−1	0	+1	+2	+3

Таблица 12.3 Коррекция $\Delta L_{Аск}$, учитывающая влияние средней скорости движения транспортного потока

Средняя скорость потока *V*, км/ч	20 и менее	30	40	50	60	70	80	90	100 и более
Коррекция $\Delta L_{Аск}$, дБА	−6,5	−4	−2,5	−1	0	1	1,5	2,5	3

Таблица 12.4 Коррекция $\Delta L_{Аук}$, учитывающая влияние продольного уклона улицы (дороги)

Уклон, %	Доля грузовых автомобилей и автобусов в транспортном потоке, %			
	0	До 25	25-50	От 50 до 100
2	0,5	1,0	1,5	1,5
4	1,0	2,0	2,5	3,0
6	1,5	3,0	4,0	4,5
8	2,0	4,5	5,5	6,0
10	2,5	6,0	7,0	8,0

Таблица 12.5. Коррекция $\Delta L_{Апок}$, учитывающая влияние типа дорожного покрытия

Тип покрытия проезжей части	Доля легковых автомобилей в потоке, %	Коррекция $\Delta L_{Апок}$, дБА
Шероховатая поверхностная обработка	Менее 10	0,0
	10-30	+0,5
	30-55	+1,0
	55-75	+2,0
	75-90	+3,0
	90-100	+4,0
Асфальтобетон	Менее 15	0,0
	15-45	+0,5
	45-65	+1,0
	65-90	+1,5
	90-100	+3,0
Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА)	До 55	−1,0
	Свыше 55	−2,0

Таблица 12.6 Коррекция $\Delta L_{\text{Ар.п}}$, учитывающая влияние ширины центральной полосы на проезжей части

Ширина центральной разделительной полосы, м	4	6	10	20
Коррекция $\Delta L_{\text{Апок}}$, дБА	−0,5	−0,75	−1,0	−1,5

Примечание. При ширине центральной разделительной полосы на проезжей части, отличной от указанной в настоящей таблице, следует принимать значение, рассчитываемое методом интерполяции табличных данных.

Таблица 12.7. Коррекция $\Delta L_{\text{Апер}}$, учитывающая наличие пересечения улиц (дорог) со светофорным регулированием

Расстояние по оси проезжей части, м		Коррекция $\Delta L_{\text{Апер}}$, дБА, при доле грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортного потока, %				
		10	20	40	60	80
До стоп-линии	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	100	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
	50	0,0	1,0	1,0	1,5	2,0
	25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Стоп-линия	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5
После стоп-линии	25	0,5	1,5	2,0	3,0	3,5
	50	0,0	0,5	1,0	2,0	2,5
	100	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0
	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Примечания.

1. Коррекция приведена для 60% продолжительности разрешающей фазы в цикле работы светофора; при увеличении продолжительности разрешающей фазы до 80% коррекцию уменьшают на 0,5 дБА; при уменьшении продолжительности разрешающей фазы до 40% коррекцию увеличивают на 0,5 дБА.

2. В случае расположения светофорного объекта в системе координированного регулирования коррекцию уменьшают на 1,0 дБА.

3. Коррекция не учитывает влияния интенсивности движения на пересечении, которое учитывают путем энергетического сложения эквивалентных уровней звука от движения транспорта по каждому из направлений.

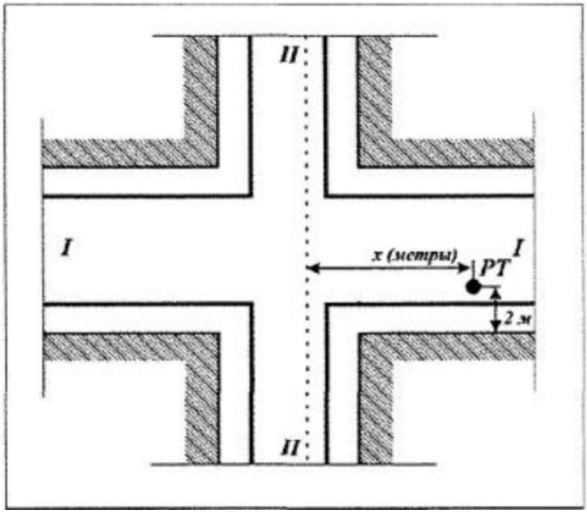
13.1.10. Коррекцию шумовой характеристики транспортного потока при наличии нерегулируемого пересечения в одном уровне учитывают только для тех расчетных точек, которые расположены не далее 200 м от пересечения улиц (дорог). Для выбранной расчетной точки проводят энергетическое суммирование уровней звука от транспортных потоков пересекающихся направлений с учетом удаленности расчетной точки от пересечения на расстояние x (рисунок 12.1). Уровень звука в расчетной точке определяют по формуле:

$$L_{\text{Аэкв.т.}} = 10lg\left(10^{(L_{I-I})} + 10^{[L_{II-II}-(3,0+0,1x)]}\right), \qquad (12.5)$$

где L_{I-I} – уровень звука в расчетной точке от движения транспорта по рассматриваемому направлению I-I, дБА;

L_{II-II} – уровень звука в расчетной точке, обусловленный движением транспорта по пересекающему направлению II-II, дБА;

x – расстояние от расчетной точки до оси ближайшей полосы движения транспорта по пересекающей улице (дороге), м.



РТ – расчетная точка; x – расстояние от расчетной точки до оси ближайшей полосы движения по пересекающей улице (дороге)

Рисунок 12.1. Схема для определения коррекции, учитывающей наличие нерегулируемого пересечения

13.1.11. В случае расположения между встречными полосами движения бульваров или пешеходных аллей улицу (дорогу) рассматривают как состоящую из двух самостоятельных частей и рассчитывают по формуле (1) эквивалентный уровень звука в опорной точке от каждой части по отдельности. Затем найденные эквивалентные уровни звука энергетически суммируют и получают суммарную шумовую характеристику автомобильного транспортного потока $L^{\text{авт}}_{\text{Аэкв.сум}}$, дБА.

13.1.12. Расчетное значение шумовой характеристики транспортного потока в виде максимального уровня звука L, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения автомобильного транспорта следует принимать при скорости движения автомобильного транспортного потока $v_{\text{Амакс.50}}$ = 50 км/ч:

- для потока легковых автомобилей $L^{\text{авт}}_{\text{Амакс.50}}$ = 74 дБА;
- при наличии в потоке грузовых автомобилей и/или автобусов $L^{\text{авт}}_{\text{Амакс.50}}$= 80 дБА.

13.1.13. При скорости движения транспортного потока v, отличной от 50 км/ч, максимальный уровень звука $L^{\text{авт}}_{\text{Амакс.}v}$, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения автомобильного транспорта, соответствующий скорости движения v, км/ч, следует рассчитывать по формуле:

$$L^{\text{авт}}_{\text{Амакс.}v} = L^{\text{авт}}_{\text{Амакс.50}} + 32lg(v/50), \qquad (12.6)$$

где $L^{\text{авт}}_{\text{Амакс.50}}$ – максимальный уровень звука по 12.1.11, соответствующий скорости движения 50 км/ч, дБА.

Полученный при расчете максимальный уровень звука, соответствующий скорости v, км/ч, следует округлять с точностью до 0,5 дБА.

13.1.14. При выполнении расчетов на стадии ТЭО или на стадии разработки генерального плана города, когда многие данные, связанные с параметрами проезжей части, еще неизвестны, следует использовать ориентировочную формулу для определения шумовой характеристики (эквивалентного уровня звука) автомобильного транспортного потока, дБА:

$$L^{\text{авт}}_{\text{Аэкв}} = 9{,}51lgN + 12{,}64lg(v) + 7{,}98(1 + p) + 11{,}39, \qquad (12.7)$$

где N – прогнозируемая интенсивность движения автомобильного транспортного потока, ед./ч;

p – прогнозируемая доля грузовых автомобилей и общественных транспортных средств в потоке, %.

Для повышения точности прогнозирования расчетной шумовой характеристики по формуле (12.7) в нее следует внести согласно таблицам 12.2-12.7 коррекции на известные на момент расчетов параметры.

13.1.15. Если транспортное движение на улице (дороге) представляет собой не регулярный поток, а состоит из эпизодических проездов отдельных автомобилей, то эквивалентный уровень звука за дневной или ночной период суток является настолько небольшим, что не позволяет адекватно отразить субъективную реакцию населения на шум. Поэтому в таких случаях следует проводить оценку шумовой характеристики данного нерегулярного

движения автомобильного транспорта только по максимальному уровню звука $L_{\text{Амакс}}^{\text{авт}}$, дБА. Расчетный максимальный уровень звука $L_{\text{Амакс}}^{\text{авт}}$, дБА, в случае эпизодических проездов отдельных автомобилей следует принимать по 12.2.14-12.2.15 в зависимости от скорости их движения.

13.1.16. Для получения расчетных эквивалентных уровней звукового давления автомобильного транспортного потока $L_{\text{окт}}^{\text{авт}}$, дБ, в октавных полосах частот необходимо к расчетным эквивалентным уровням звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{авт}}$, определенным по формуле (12.1) или (12.7), добавить значения относительного спектра $\Delta_{\text{отн}}^{\text{авт}}$, дБ, приведенные в таблице 6.8:

$$L_{\text{окт}}^{\text{авт}} = L_{\text{Аэкв}}^{\text{авт}} + \Delta_{\text{отн}}^{\text{авт}}. \qquad (12.8)$$

Таблица 12.8. Относительные спектры шума автомобильного транспортного потока

Источники шума	Относительная частотная характеристика шума автомобильного транспортного потока $\Delta_{\text{отн}}^{\text{авт}}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Потоки грузовых автомобилей и средств общественного транспорта	+8,4	+2,0	−1,0	−3,8	−3,7	−7,4	−12,3	−20,3

13.2. Потоки троллейбусов

13.2.1. Шумовыми характеристиками потока троллейбусов являются эквивалентный $L_{\text{Аэкв}}^{\text{трол}}$, дБА, и максимальный $L_{\text{Амакс}}^{\text{трол}}$, дБА, уровни звука на опорном расстоянии 7,5 м от оси ближайшей к расчетной точке полосы движения троллейбусов и на высоте 1,5 м над уровнем проезжей части.

13.2.2. Акустический центр источника шума принимается на оси полосы движения на высоте 1 м над уровнем проезжей части.

13.2.3. Шумовую характеристику потока троллейбусов в виде эквивалентного уровня звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{трол}}$, дБА, следует принимать в соответствии с таблицей 12.9. К найденному по таблице значению прибавляют коррекцию $\Delta_{\text{трол}}$, дБА, на число полос движения транспорта по улице (дороге) (таблица 12.10):

$$L_{\text{Аэкв.кор}}^{\text{трол}} = L_{\text{Аэкв}}^{\text{трол}} + \Delta_{\text{трол}} \qquad (12.9)$$

Таблица 12.9. Шумовая характеристика (эквивалентный уровень звука) потока троллейбусов

Модель троллейбуса	Эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{трол}}$, дБА, потока троллейбусов при интенсивности движения в обоих направлениях N, трол./ч						
	До 15 включ.	20	25	30	40	50	60 и выше
ЗиУ-683	57	58	59	60	61	62	63
ЗиУ-682ГОО ЗиУ-682ГО12	59	60	61	62	63	64	65

Таблица 12.10. Коррекция $\Delta_{\text{трол}}$, добавляемая к эквивалентному уровню звука потока троллейбусов и учитывающая число полос движения транспорта

Число полос движения по проезжей части в обоих направлениях	2	4	6	8-10
Коррекция $\Delta_{\text{трол}}$, дБА	3	2	1,5	1

13.2.4. Шумовую характеристику потока троллейбусов в виде максимального уровня звука $L_{\text{Амакс}}^{\text{трол}}$, дБА, следует принимать по таблице 12.11.

Таблица 12.11. Шумовая характеристика (максимальный уровень звука) потока троллейбусов

Модель троллейбуса	Максимальный уровень звука $L_{\text{Амакс}}^{\text{трол}}$, дБА, потока троллейбусов при скорости движения $v_{\text{трол}}$, км/ч			
	40	50	60	70
ЗиУ-683	70	72	74	77
ЗиУ-682ГОО ЗиУ-682ГО12	72	74	77	79

Примечание. При скорости движения троллейбуса, отличной от табличного значения, проводят интерполирование на основе ближайших табличных значений максимального уровня звука.

13.2.5. Если общая интенсивность транспортного потока превышает 500 ед./ч, дополнительный вклад шума от троллейбусов в общую шумовую характеристику транспортного потока не учитывают ввиду его незначительности. При интенсивности транспортного потока менее 500 ед./ч и значительной доле троллейбусов в транспортном потоке вначале следует определить по отдельности шумовую характеристику (эквивалентный уровень звука) потока автомобилей и автобусов в соответствии с формулой (12.1) и отдельно шумовую характеристику (эквивалентный уровень звука) потока троллейбусов по 12.2.2. Затем проводят энергетическое суммирование этих характеристик в соответствии с приложением А, в результате чего получают суммарную шумовую характеристику общего транспортного потока на улице (дороге).

13.2.6. Расчетные эквивалентные уровни звукового давления потока троллейбусов $L_{\text{окт}}^{\text{трол}}$, дБ, в октавных полосах частот следует определять с учетом данных таблицы 12.12 по формуле:

$$L_{\text{окт}}^{\text{трол}} = L_{\text{Аэкв}}^{\text{трол}} + \Delta_{\text{отн}}^{\text{трол}}. \qquad (12.10)$$

Таблица 12.12. Относительные спектры шума потока троллейбусов

Источники шума	Относительная частотная характеристика шума потока троллейбусов $\Delta_{\text{отн}}^{\text{трол}}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Потоки троллейбусов	+8,4	+2,0	−1,0	−3,8	−3,7	−7,4	−12,3	−20,3

13.3. Потоки трамваев

13.3.1. Шумовыми характеристиками потока трамваев являются эквивалентный $L_{\text{Аэкв}}^{\text{трам}}$, дБА, и максимальный $L_{\text{Амакс}}^{\text{трам}}$, дБА, уровни звука на опорном расстоянии 7,5 м от оси ближайшего к расчетной точке трамвайного пути и на высоте 1,5 м над уровнем головки рельса.

13.3.2. Акустический центр источника шума принимается на оси пути на высоте 1 м над уровнем головки рельса.

13.3.3. Расчетный эквивалентный звука потока трамваев следует определять по таблице 12.13 в зависимости от типа верхнего строения пути и в зависимости от средней часовой интенсивности движения трамваев в обоих направлениях N, ед./ч, за 4-часовой период наибольшей интенсивности движения в дневной период суток или за наиболее шумный час периода суток. Расчетный максимальный уровень звука потока трамваев следует определять по таблице 12.13 в зависимости от типа верхнего строения пути.

Таблица 12.13. Шумовые характеристики потока трамваев

Тип верхнего строения пути	Расчетный эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{трам}}$,дБА, потока трамваев при интенсивности пути движения N, ед./ч												Расчетный максимальный уровень звука $L_{\text{Амакс}}^{\text{трам}}$, дБА
	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	
Шпально-песчаное	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	82
Шпально-щебенчатое на монолитной бетонной основе	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	83
Шпально-щебенчатое	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	86
Монолитно-бетонное	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	92

Примечание. При интенсивности движения трамваев, отличной от указанной в настоящей таблице, следует принимать значения, рассчитываемые методом интерполяции табличных данных.

13.3.4. Для получения расчетных эквивалентных уровней звукового давления потока трамваев $L_{\text{окт}}^{\text{трам}}$, дБ, в октавных полосах частот необходимо к расчетным эквивалентным уровням звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{трам}}$, определенным по таблице 12.3, добавить значения относительного спектра $\Delta_{\text{отн}}^{\text{трам}}$, дБ, приведенные в таблице 12.14:

$$L_{\text{окт}}^{\text{трам}} = L_{\text{Аэкв}}^{\text{трам}} + \Delta_{\text{отн}}^{\text{трам}}. \qquad (12.11)$$

Таблица 12.14. Шумовые характеристики потока трамваев

Источники шума	Относительная частотная характеристика шума потока троллейбусов $\Delta_{\text{отн}}^{\text{трам}}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Потоки троллейбусов	−12,6	−15,5	−18,4	−5,6	−3,7	−6,4	−11,5	−23,4

13.4. Потоки железнодорожных поездов

13.4.1. Шумовыми характеристиками потока железнодорожных поездов являются эквивалентный $L_{\text{Аэкв}}^{\text{жел}}$, дБА, и максимальный $L_{\text{Амакс}}^{\text{жел}}$, дБА, уровни звука, определяемые на опорном расстоянии R = 25 м от оси главного пути, наиболее близкого к расчетной точке, и на высоте 1,5 м над уровнем головки рельса.

13.4.2. Акустический центр источника шума принимается на оси пути на высоте 1 м над уровнем головки рельса.

13.4.3. Для оценки шумового режима на территории жилых, общественно-деловых и рекреационных зон и в помещениях жилых и общественных зданий, прилегающих к железной дороге, применяют два вида шумовых характеристик потоков железнодорожных поездов:

- шумовые характеристики, определенные за время оценки T = 1 ч;
- шумовые характеристики, определенные за время оценки T, отличное от 1 ч.

13.4.4. Время оценки выбирают так, чтобы охватить периоды наиболее интенсивного движения поездов, как в дневной, так и в ночной период суток.

13.4.5. Часовой эквивалентный уровень звука потока поездов k-й категории, прошедших по рассматриваемому участку пути в течение одного -го часа, дБА, рассчитывают по формуле:

$$L_{\text{Аэкв.25,1ч},l} = 10lg\,\frac{1}{3600}\sum_{i=1}^{n_l^k} t_{il}\,10^{0,1L_{\text{Аэкв.25},il}^{\text{жел}.k}}, \qquad (12.12)$$

где n_l^k – число поездов k-й категории, проходящих по рассматриваемому участку пути, в течение -го часа;

t_{il} – время следования каждого поезда по рассматриваемому участку пути в течение -го часа, с.

Примечание: При отсутствии фактической почасовой нагрузки используется усредненная нагрузка по данному участку для дневного и ночного периодов суток;

$L_{\text{Аэкв.}25,il}^{\text{жел.}k}$ – эквивалентный уровень звука, дБА, создаваемый на расстоянии 25 м от оси ближнего магистрального железнодорожного пути -м поездом k-й категории, проходящим в течение l-го часа.

13.4.6. Эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв.}k,T}^{\text{жел.}i}$, дБА, потока однотипных поездов k-й категории за время оценки T рассчитывают по формуле:

$$L_{\text{Аэкв.}k,T}^{\text{жел.}i} = 10lg\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n_k} t_{k,i}\, 10^{0,1L_{\text{Аэкв.}k,i}^{\text{жел}}}, \qquad (12.13)$$

где k – категория поезда: $k = 1$ – пассажирский поезд; $k = 2$ – грузовой поезд; $k = 3$ – пригородный электропоезд; $k = 4$ – высокоскоростной поезд (скорость движения не более 250 км/ч).

$t_{k,i}$ – время проезда -го поезда k-й категории мимо расчетной точки, с;

$L_{\text{Аэкв.}k,i}^{\text{жел}}$ – эквивалентный уровень звука, создаваемый i-м поездом k-й категории за время его проезда $t_{k,i}$ мимо расчетной точки, дБА, и определяемый по 12.4.7;

n_k – число поездов k-й категории, проехавших мимо расчетной точки за время оценки T.

13.4.7. Суммарный эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв.сум.Т}}^{\text{жел}}$, дБА, смешанного потока поездов за время оценки T рассчитывают по формуле:

$$L_{\text{Аэкв.сум.Т}}^{\text{жел}} = 10lg\sum_{k=1}^{4} 10^{0,1L_{\text{Аэкв.}k,\text{Т}}^{\text{жел}}}, \qquad (12.14)$$

где $L_{\text{Аэкв.}k,T}^{\text{жел}}$ – то же, что и в формуле (12.13), дБА.

13.4.8. Эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв.}k,i}^{\text{жел}}$, создаваемый i-м поездом k-й категории за время его проезда $t_{k,i}$ следует определять по формулам:

- для пассажирских поездов ($k = 1$)

$$L_{\text{Аэкв.1}}^{\text{жел}} = 25{,}3lg(v_1) + 10lg\left[arctg\left(\frac{l_1}{25}\right)\right] + 33{,}3; \qquad (12.15)$$

- для пассажирских поездов ($k = 2$)

$$L_{\text{Аэкв.2}}^{\text{жел}} = 20{,}4lg(v_2) + 10lg\left[arctg\left(\frac{l_2}{25}\right)\right] + 46; \qquad (12.16)$$

- для пассажирских поездов ($k = 3$)

$$L_{\text{Аэкв.3}}^{\text{жел}} = 28{,}9lg(v_3) + 10lg\left[arctg\left(\frac{l_3}{25}\right)\right] + 28; \qquad (12.17)$$

- для пассажирских поездов ($k = 4{,}5\text{а}$)

$$L_{\text{Аэкв.4}}^{\text{жел}} = 41{,}1lg(v_4) + 10lg\left[arctg\left(\frac{l_{4,5\text{а}}}{25}\right)\right] - 12{,}3, \qquad (12.18)$$

где v_k – скорость движения поездов k-й категории, км/ч;

l_k – длина поезда k-й категории, м;

k=1, 2, 3, 4, 5а.

При отсутствии конкретных данных допускается принимать следующие расчетные длины поездов:

– для пассажирских поездов $l_1 = 500$м;

– для грузовых поездов $l_2 = 1200$м;

– для моторвагонного железнодорожного подвижного состава (электропоезд, дизель-поезд) $l_3 = 200$м;

– для скоростного железнодорожного подвижного состава $l_4 = 250$м;

– для высокоскоростного железнодорожного подвижного состава $l_4 = 250$м.

13.4.9. В значения шумовых характеристик, полученных по формулам (12.12) – (12.18), необходимо дополнительно внести коррекции на тип пути $\Delta L_{\text{тип}}^{\text{жел}}$(таблица 12.15), на наличие криволинейных участков пути $\Delta L_{\text{кр}}^{\text{жел}}$ (таблица 12.16) и мостов $\Delta L_{\text{мост}}^{\text{жел}}$ (таблица 12.17).

Таблица 12.15. Коррекция на тип железнодорожного пути

Тип железнодорожного пути	Коррекция $\Delta L_{\text{тип}}^{\text{жел}}$, дБА
Путь с бетонными шпалами	0
Путь с деревянными шпалами	–2
Путь на бетонных плитах	+3

Таблица 12.16. Коррекция на наличие криволинейных участков железнодорожного пути

Радиус криволинейного участка, м	До 300	300-500	Свыше 500
Коррекция $\Delta L_{\text{кр}}^{\text{жел}}$, дБА	8	3	0

Таблица 12.16. Коррекция на тип моста

Тип моста	Коррекция $\Delta L_{\text{мост}}^{\text{жел}}$, дБА
Стальной мост	10
Стальной мост с балластным слоем	5
Стальной мост с балластным слоем и подбалластным матом	3
Армированный бетонный мост с балластным слоем и подбалластным матом	0
Армированный бетонный бетонными опорами мост с бетонными опорами	0

13.4.10. Шумовую характеристику поездов в виде максимального уровня звука $\Delta L_{\text{Амакс}}^{\text{жел}}$, дБА, возникающего при проездах поездов, следует рассчитывать по формулам:

- для пассажирских поездов ($k = 1$)

$$L_{\text{Амакс.1}}^{\text{жел}} = 24lg(v_1) + 42{,}6; \qquad (12.19)$$

- для пассажирских поездов ($k = 2$)

$$L_{\text{Амакс.2}}^{\text{жел}} = 15lg(v_2) + 61{,}7; \qquad (12.20)$$

- для пассажирских поездов ($k = 3$)

$$L^{\text{жел}}_{\text{Амакс.3}} = 27{,}1lg(v_3) + 37{,}2; \qquad (12.21)$$

- для пассажирских поездов ($k = 4$)

$$L^{\text{жел}}_{\text{Амакс.4}} = 45{,}1lg(v_1) - 17{,}8, \qquad (12.22)$$

где v_k – скорость движения поездов k-й категории, км/ч.

13.4.11. В случае если расчетные значения максимального уровня звука $L^{\text{жел}}_{\text{Амакс.25},k}$ превышают значения эквивалентного уровня звука $L^{\text{жел}}_{\text{Аэкв.25},k}$ более чем на 15 дБА, значения максимальных уровней рассчитывают по формуле:

$$L^{\text{жел}}_{\text{Амакс.25},k} = L^{\text{жел}}_{\text{Аэкв.25},k} + 15. \qquad (12.23)$$

13.4.12. Звуковые сигналы применяют на железнодорожном транспорте только в случае необходимости предотвращения аварийной ситуации, поэтому учитывать данный источник для расчета уровней звука потоков поездов нецелесообразно. При необходимости оценки уровней звука, создаваемых звуковыми сигналами, следует пользоваться данными ГОСТ 33321.

13.4.13. За максимальный уровень звука потока поездов, следующего по рассматриваемому участку пути, за время оценки (16 ч днем и 8 ч ночью) принимают наибольшее из средних максимальных уровней звука:

$$L^{\text{жел}}_{\text{Амакс.25},k} = max_i\left(\overline{L}^{\text{жел}.k,i}_{\text{Амакс.25}}\right), \qquad (12.24)$$

где $\overline{L}^{\text{жел}.k,i}_{\text{Амакс.25}}$ – средний максимальный уровень звука, рассчитанный по формуле:

$$\overline{L}^{\text{жел}.k,i}_{\text{Амакс.25}} = 10lg\left(\frac{1}{n_i^{\text{дн/н}}}\sum_{j=1}^{n_i^{\text{дн/н}}} 10^{0{,}1L^{\text{жел.дн/н},i}_{\text{Амакс},j}}\right), \qquad (12.25)$$

где $n_i^{\text{дн/н}}$ – число проходов -го типа за дневной или ночной период оценки

$L^{\text{жел.дн/н},i}_{\text{Амакс},j}$ – максимальный уровень звука, определенный по формулам (12.19) – (12.22) при проходе -го поезда k-й категории за дневной (дн.) или ночной (н) период оценки, дБА.

13.4.14. Для получения расчетных эквивалентных октавных уровней звукового давления потока железнодорожных поездов $L_{\text{окт}}^{\text{жел}}$, дБ, необходимо к расчетным эквивалентным уровням звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{жел}}$, определенным по формулам (12.15) – (12.18) и откорректированным по 12.5.8, добавить значения относительных спектров $\Delta_{\text{отн}}^{\text{жел}}$, приведенные в таблице 12.18:

$$L_{\text{окт}}^{\text{жел}} = L_{\text{Аэкв}}^{\text{жел}} + \Delta_{\text{отн}}^{\text{жел}}. \qquad (12.26)$$

Таблица 12.18. Относительные спектры шума потоков железнодорожных поездов

Источник шума	Относительная частотная характеристика шума потоков железнодорожных поездов $\Delta_{\text{отн}}^{\text{жел}}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Пассажирский поезд с локомотивной тягой	−12,6	−15,5	−18,4	−5,6	−3,7	−6,4	−11,5	−23,4
Грузовой поезд	+2,8	−5,8	−6,0	−2,5	−5,2	−7,0	−12,1	−21,8
Пригородный электропоезд	−15,1	−17,0	−17,3	−4,3	−3,3	−6,2	−13,5	−24,2
Высокоскоростной поезд (v<250 км/ч)	+1,0	−4,5	−13,9	−7,2	−4,6	−5,1	−10,8	−19,4

13.5. Потоки метропоездов на открытых линиях метрополитена.

13.5.1. Шумовыми характеристиками потоков метропоездов на открытых линиях метрополитена являются эквивалентный $L_{\text{Аэкв}}^{\text{метро}}$, дБА, и максимальный $L_{\text{Амакс}}^{\text{метро}}$, дБА, уровни звука, определяемые на опорном расстоянии $R_0 = 25$ м от оси пути, наиболее близкого к точке наблюдения (расчетной точке), и на высоте 1,5 м над уровнем головки рельса. Однако не всегда удается определить шумовые характеристики метропоездов на расстоянии $R_0 = 25$ м, так как граница технической зоны линии метрополитена, доступ за которую запрещен, обычно находится на расстоянии, отличном

от 25 м. Поэтому в формуле (27) сохранено общее обозначение R_0, но в эту формулу следует подставлять фактическое значение R_0.

13.5.2. Эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{метро}}$, дБА, создаваемый потоком метропоездов, следует определять по формуле:

$$L_{\text{Аэкв}}^{\text{метро}} = 10lg(N) + 24{,}9lg(v) + 10lg\left(\frac{l}{R_0}\right) + 2, \qquad (12.27)$$

где N – число метропоездов за 1 ч, пар/ч;

l – длина метропоезда, м ($l = 25$м);

R_0 – опорное расстояние, м.

13.5.3. Максимальный уровень звука потока метропоездов, дБА, следует рассчитывать по формуле:

$$L_{\text{Амакс}}^{\text{метро}} = 35lg(N) + 10lg\left(\frac{arctg(l2R_0)}{R_0}\right) + 27{,}7$$

Примечание. – Стандартное расстояние $R = 25$м.

13.5.4. Для получения расчетных эквивалентных уровней звукового давления потока метропоездов $L_{\text{окт}}^{\text{метро}}$, дБ, в октавных полосах частот необходимо к расчетным эквивалентным уровням звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{метро}}$, определенным по формуле (12.27), добавить значения относительного спектра $\Delta_{\text{отн}}^{\text{метро}}$, приведенные в таблице 12.19:

$$L_{\text{окт}}^{\text{метро}} = L_{\text{Аэкв}}^{\text{метро}} + \Delta_{\text{отн}}^{\text{метро}}.$$

Таблица 12.19. Относительные спектры шума потоков железнодорожных поездов

Источник шума	Относительная частотная характеристика шума потоков метропоездов $\Delta_{\text{отн}}^{\text{жел}}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Метропоезд	−14,3	−14,7	−17,5	−4,2	−3,5	−6,2	−12,4	−23,4

13.6. Потоки водных судов.

13.6.1. Внешними шумовыми характеристиками водных судов являются эквивалентный $L_{\text{Аэкв}}^{\text{суд}}$, дБА, и максимальный $L_{\text{Амакс}}^{\text{суд}}$, дБА, уровни звука на расстоянии 25 м от плоскости борта судна. Дополнительной шумовой характеристикой водных судов являются эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 63 до 8000 Гц. Шумовые характеристики водных судов следует определять или с помощью измерений по ГОСТ 31329 при наличии такой возможности, или расчетным путем.

13.6.2. Расчетный эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{суд}}$, дБА, потока однотипных водных судов следует определять по таблице 12.20 в зависимости от среднечасовой интенсивности судоходства, при этом следует учитывать часовые периоды наибольшей интенсивности судоходства.

13.6.3. Эквивалентный уровень звука общего потока водных судов следует определять путем энергетического суммирования в соответствии с приложением А эквивалентных уровней звука отдельных потоков однотипных судов.

13.6.4. Расчетный максимальный уровень звука $L_{\text{Амакс}}^{\text{суд}}$ потока водных судов определяют по таблице 12.20.

13.6.5. Для получения расчетных эквивалентных уровней звукового давления потоков водных судов $L_{\text{окт}}^{\text{суд}}$, дБ, в октавных полосах частот необходимо к расчетным эквивалентным уровням звука $L_{\text{Аэкв}}^{\text{суд}}$, определенным по таблице 12.20, добавить значения относительных спектров $\Delta_{\text{отн}}^{\text{суд}}$, приведенные в таблице 12.21:

$$L_{\text{окт}}^{\text{суд}} = L_{\text{Аэкв}}^{\text{суд}} + \Delta_{\text{отн}}^{\text{суд}}.$$

Таблица 12.20. Шумовые характеристики потоков однотипных водных судов

Тип судна	Расчетный эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}^{суд}$, дБА, потоков однотипных судов при интенсивности движения N, судов/ч												Расчетный максимальный уровень звука $L_{Амакс}^{суд}$, дБА
	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	
Пассажирские крупнотоннажные 4-палубные	53	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	75
Пассажирские крупнотоннажные 2-3-палубные	48	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	70
Пассажирские суда на внутригородских, пригородных, местных линиях	52	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	73
Глиссирующие типа «Заря»	58	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	82
На воздушной подушке типа «Зарница», «Луч»	52	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	76
На подводных крыльях типа «Ракета», «Восход»	54	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	80
Суда типа «Метеор», «Комета»	60	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	85
Грузовые суда	52	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	72
Буксиры и толкачи	57	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	75
Катера и моторные лодки	54	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	77
Земснаряды черпаковые	85	87	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	82
Земснаряды землесосные	76	78	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	73

Примечание. При интенсивности движения судов, отличной от указанной в настоящей таблице, следует принимать значения, рассчитываемые методом интерполяции табличных данных

Таблица 12.21. Относительные спектры шума потоков водных судов

Источник шума	Относительная частотная характеристика шума водных судов $\Delta_{\text{отн}}^{\text{суд}}$, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Пассажирские скоростные суда	−12	−9	−6	6	−2	−11	−22	−34
Пассажирские пригородные и прогулочные суда	−10	−8	−7	−10	−4	−5	−14	−23

14. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ШУМА

14.1. Территории городских и сельских поселений.

14.1.1. 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.

14.1.2. 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; (в п.14.1.4);
- трассировки улично-дорожной сети; размещение специальных шумозащитных зданий вдоль транспортных магистралей;

- применения 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.

14.1.3. 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.

14.1.4. 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.

14.1.5. 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.

14.1.6. 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 шумоглущения и звукоизоляции

и не создавать повышенные уровни шума на территории и в помещениях, защищаемых от шума.

14.1.7. 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.

14.1.8. 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.

14.1.9. 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.

14.1.10. 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.

14.1.11. 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.

14.1.12. 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.

14.1.13. 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.

14.1.14. 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.

14.1.15. 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.

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

14.2. Ограждающие конструкции.

14.2.1. Элементы ограждений рекомендуется проектировать из материалов с плотной структурой, не имеющей сквозных пор. Наружные слои ограждений, выполненных из материалов со сквозной пористостью, должны быть 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.

14.2.2. 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.

14.2.3. 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 4 см.

14.2.4. 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.

14.2.5. Величины звукоизоляции принимаются по сертификату на данную конструкцию.

14.2.6. В натурных 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 13.1.

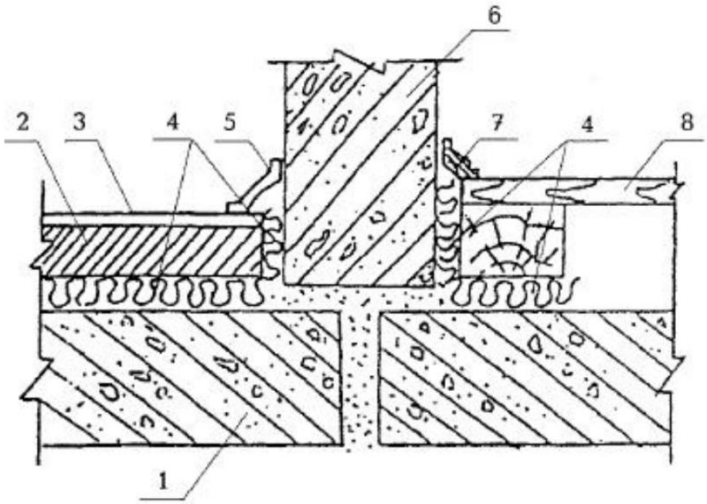
Таблица 13.1. Величины уменьшения индексов изоляции каркасно-обшивных перегородок при их применении в натурных условиях

R_w, дБ	ΔR_w, дБ
≤45	0
≤45-50	1
≤51-55	2
≤56-61	3
≥62-65	4

14.2.7. Для увеличения изоляции воздушного шума стеной или перегородкой, выполненной из железобетона, бетона, кирпича и т.п., в ряде случаев, целесообразно

использовать дополнительную обшивку на относе. В качестве материала обшивки могут использоваться: гипсокартонные листы, твердые древесноволокнистые плиты и подобные листовые материалы, прикрепленные к стене по деревянным рейкам, по линейным или точечным маякам из гипсового раствора. Воздушный промежуток между стеной и обшивкой целесообразно выполнять толщиной 40-50 мм и заполнять мягким звукопоглощающим материалом (минераловатными или стекловолокнистыми плитами, матами и т.п.).

14.2.8. 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-волокнистой плитой, погонажными изделиями из пористого полиэтилена и т.п. Плинтусы или галтели следует крепить только к полу или только к стене. Примыкание конструкции пола на звукоизоляционном слое к стене или перегородке показано на рисунке 13.1. При проектировании пола с основанием в виде монолитной плавающей стяжки 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 – неснесущая 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.

Рис. 13.1. Схема конструктивного решения узла примыкания пола на звукоизоляционном слое к стене (перегородке)

14.2.9. В конструкциях перекрытий, не имеющих запаса звукоизоляции, не рекомендуется применять покрытия полов из линолеума на волокнистой подоснове, снижающих изоляцию воздушного шума на 1 дБ по индексу R_w. 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.

14.2.10. Междуэтажные перекрытия с повышенными требованиями к изоляции воздушного шума ($R_w = 57 - 62$ дБ), разделяющие жилые и встроенные шумные помещения, следует проектировать с применением плит из монолитного железобетона достаточной толщины

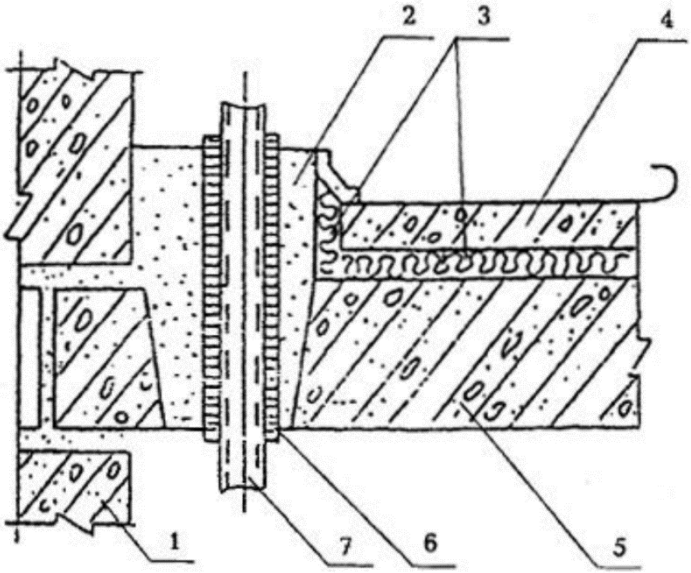
(например, каркасно-монолитная или монолитная конструкция первого этажа). Достаточность звукоизоляции такой конструкции определяют расчетом. Другой возможный конструктивный вариант при размещении шумных помещений в первых нежилых этажах – устройство промежуточного (технического) второго этажа. При этом также необходимо выполнить расчеты, подтверждающие достаточную звукоизоляцию жилых помещений. Во всех случаях размещения в первых нежилых этажах помещений с источниками шума рекомендуется устройство в них подвесных потолков, значительно увеличивающих звукоизоляцию перекрытий.

14.2.11. 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.

14.2.12. 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.

14.2.13. 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 (рисунок 13.2). 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

Рис. 13.2. Схема конструктивного решения узла пропуска стояка отопления через междуэтажное перекрытие

14.2.14. 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.

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

14.2.16. 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.

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

14.2.18. 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, исключающая передачу повышенного структурного шума в защищаемые от него помещения на верхних этажах.

14.2.19. 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.

14.3. Звукопоглощающие конструкции и элементы

14.3.1. 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.

14.3.2. 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.

14.3.3. Звукопоглощающие конструкции применяют во всех остальных случаях, кроме указанных в 13.3.1, когда требуемое снижение уровня звукового давления $\Delta L_{тр}$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.

14.3.4. Для необходимого снижения уровней звукового давления, превышающих указанные в 13.3.3 значения, необходимо предусматривать применение дополнительных средств защиты от шума, например акустических экранов или выгородок.

14.3.5. 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.

14.4. Экраны, выгородки, кабины, кожухи.

14.4.1. 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.

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

14.4.3. 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.

14.4.4. 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.

14.4.5. 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 пульты 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.

14.4.6. 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.

14.4.7. 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.

14.4.8. 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 $R_к$, дБ.

14.4.9. 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 $R_{тр.к}$ 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 $R_{тр.к}$ превышает 10 дБ на средних и высоких частотах, кожух следует выполнять из листовых конструкционных материалов.

14.4.10. 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.

14.5. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

14.5.1. Для предотвращения проникновения повышенного шума от оборудования систем ОВК в другие помещения здания следует:

- исключать расположение рядом с техническими помещениями с оборудованием (венткамерами, насосными) помещения, требующие 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), а именно облицовку стен и потолков слоем звукопоглощающего материала (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 на транзитные воздуховоды и технологические трубы звукоизолирующие покрытия.

14.5.2. 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.

14.5.3. Снижение шума систем ОВК может быть достигнуто за счет:

- выбора вентилятора с наименьшими удельными октавными уровнями звуковой мощности;
- обеспечения работы вентилятора в режиме максимального КПД;
- снижения сопротивления сети и неприменения вентилятора, создающего избыточное давление и расход воздуха;
- обеспечения плавного подвода воздуха к входному патрубку вентилятора;

- соединения вентилятора с воздуховодами через прочные гибкие (эластичные) вставки.

14.5.4. В зависимости от назначения объекта вентиляторы (вентиляционные установки) следует располагать в здании в вентиляционных камерах или, если возможно, за пределами здания на открытых площадках.

14.5.5. При обслуживании двух-трех помещений различного назначения одним магистральным воздуховодом систему следует располагать так, чтобы ближайшие к вентилятору воздухораспределители обслуживали помещения с более высокими допустимыми уровнями шума, а воздухораспределители, удаленные от вентилятора, – с более низкими.

14.5.6. Магистральные (транзитные) воздуховоды не следует размещать в помещениях, к которым предъявляют высокие требования по допустимым уровням шума.

14.5.7. Не рекомендуется на одном воздуховоде устанавливать последовательно более четырех-пяти воздухораспределителей, так как в этом случае давление воздуха перед первым воздухораспределителем будет достаточно большим и может возникнуть необходимость в установке, например, дроссельной шайбы с большим коэффициентом местного сопротивления, что приведет к увеличению создаваемого шума.

14.5.8. Снижения шума путевой арматуры систем ОВК и воздухораспределительных устройств добиваются:

- ограничением скорости движения воздуха в сетях величиной, обеспечивающей уровни шума, генерируемого регулирующими и воздухораспределительными устройствами, в пределах допустимых значений в обслуживаемых помещениях;

- использованием воздухораспределительных устройств с минимальными значениями коэффициента местного сопротивления.

14.5.9. 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 малошумного вентилятора невозможно добиться уровня звукового давления, не превышающего допустимый уровень для данного помещения, зоны или объекта.

14.5.10. В качестве глушителей шума систем ОВК следует применять абсорбционные глушители: трубчатые, цилиндрические, пластинчатые, канальные, а, при необходимости, камерные и облицованные изнутри звукопоглощающими материалами воздуховоды и их повороты. Затухание звука в абсорбционных глушителях зависит от длины активной части, геометрии проходного сечения, толщины слоя звукопоглощающего материала, его плотности и коэффициента звукопоглощения, зависящего от физикомеханических свойств этого материала.

14.5.11. 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 первую очередь, в отсутствие между вентиляторами и воздуховодами гибких вставок).

14.5.12. Холодильные машины, циркуляционные насосы систем холодоснабжения следует размещать на подземных технических этажах зданий и устанавливать на локальных фундаментах и виброоснованиях, конструкции которых разрабатываются в зависимости от их типоразмеров. Технологические трубы к ним должны присоединяться посредством гибких вставок,

отвечающих техническим требованиям. В местах крепления к строительным конструкциям здания и прохода технологических труб через ограждения технических помещений они должны быть виброизолированы. Указанное оборудование может быть установлено на кровлях, открытых площадках зданий при условии, что под ними располагаются технические этажи или предусмотрена надежная виброизоляция, исключающая возникновение повышенного структурного шума в защищаемых от него помещениях на верхних этажах.

14.5.13. Оптимальным способом защиты помещений и территорий от воздушного 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 в каждом случае определяют расчетом.

14.5.14. 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).

15. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

15.1. Пример 1

В помещении размером 5 м х 6 м х 4 м на полу расположены два ненаправленных источника шума, со следующими характеристиками:

Источник	Уровни звуковой мощности, дБ								Расстояние до окна, м	Габариты, м
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Источник 1	89	87	86	85	83	77	71	68	4	2х1х0,5
Источник 2	77	78	81	82	84	81	74	70	5	1х0,5х1

Рассчитать звуковую мощность окна, площадью 2,4 м^2. Коэффициент звукопоглощения в помещении принять согласно пункту 1 таблицы 8.1. Температура в помещении 20^{0}С, относительная влажность 40%.

Звукоизоляция окна составляет:

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R, дБ	14,0	18,5	23,0	27,5	32,0	33,0	31,5	39,0

Расчет

Средняя длина свободного пробега звуковых лучей в помещении между последовательными отражениями:

$$\bar{l} = \frac{4V_{\text{с.п.}}}{S_{\text{пом}}} = \frac{4\cdot(4\cdot5\cdot6-2\cdot1\cdot0{,}5-1\cdot0{,}5\cdot1)}{2\cdot(4\cdot5+4\cdot6+5\cdot6)} = 3{,}3,\ \text{м}$$

Средний коэффициент звукопоглощения в помещении (по формуле 8.2, таблице 8.1 и таблице 8.2):

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Совпадает со значениями таблицы 8.1					Температура 20⁰С Влажность 40% $m\bar{l} = 0{,}08$	Температура 20⁰С Влажность 40% $m\bar{l} = 0{,}025$	Температура 20⁰С Влажность 40%$m\bar{l} = 0{,}042$
$\alpha_{ср}$	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13

Коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля (по таблице 8.3):

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
k	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Акустическая постоянная помещения:

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$B = \frac{\alpha_{ср} S_{пом}}{1 - \alpha_{ср}}$	11,14	12,87	12,87	12,87	12,87	14,17	18,81	21,72

Для соразмерных помещений формула 8.6 примет вид:

$$L = L_w + 10lg\left(\frac{S_0 \chi \varphi}{S} + \frac{4B_0}{kB}\right)$$

Расстояние от источников шума до расчетной точки больше двух максимальных размеров источника $r \geq 2l_{макс}$, следовательно

$$\chi = 1, \text{ а } S = \Omega r^2.$$

Источники расположены на полу, соответственно $\Omega = 2\pi$.

$$S_0 = 1\text{м}^2, B_0 = 1\text{м}^2.$$

Итоговая формула для расчета примет вид:

$$L = L_w + 10lg\left(\frac{1}{2\pi r^2} + \frac{4}{1{,}1\text{В}}\right)$$

Уровни звукового давления в расчетной точке перед окном составят:

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
УЗМ источника шума 1, дБ	89	87	86	85	83	77	71	68
$10lg\left(\frac{1}{2\pi 4^2} + \frac{4}{1{,}1\text{В}}\right)$, дБ	−4,4	−4,9	−4,9	−4,9	−4,9	−5,3	−6,3	−6,8
УЗД перед окном от источника шума 1, дБ	**84,6**	**82,1**	**81,1**	**80,1**	**78,1**	**71,7**	**64,7**	**61,2**
УЗМ источника шума 2, дБ	77	78	81	82	84	81	74	70
$10lg\left(\frac{1}{2\pi 5^2} + \frac{4}{1{,}1\text{В}}\right)$, дБ	−4,5	−5,0	−5,0	−5,0	−5,0	−5,4	−6,5	−7,0
УЗД перед окном от источника шума 2, дБ	**72,5**	**73,0**	**76,0**	**77,0**	**79,0**	**75,6**	**67,5**	**63**
УЗД перед окном от двух источников, дБ (энергетическое суммирование)	**84,9**	**82,6**	**82,3**	**81,8**	**81,6**	**77,1**	**69,3**	**65,2**

Уровни звуковой мощности окна составят:

$$L_W^{\text{пр}} = L_{OK} - R + 10lg\left(\frac{S}{S_0}\right) = L_{OK} - R + 10lg\left(\frac{2{,}4}{1}\right)$$

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
УЗД перед окном от двух источников, дБ	84,9	82,6	82,3	81,8	81,6	77,1	69,3	65,2
R окна, дБ	14,0	18,5	23,0	27,5	32,0	33,0	31,5	39,0
$10lg(2{,}4)$, дБ	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
УЗМ окна, дБ	**74,7**	**67,9**	**63,1**	**58,1**	**53,4**	**47,9**	**41,6**	**30,0**

15.2. Пример 2

Рассчитать звуковую мощность воздуховода на кровле от вытяжной вентиляционной системы В35, расположенной на первом этаже 9-ти этажного здания. Высота этажа 3 м. Толщина перекрытия 300 мм. Воздуховод поднимается на 1,5 м выше уровня кровли. Вентилятор фирмы Systemair KVO 100 (расход воздуха – 45 м^3/ч, статическое давление 270 Па). Фрагмент плана первого этажа представлен на рис. 14.1.

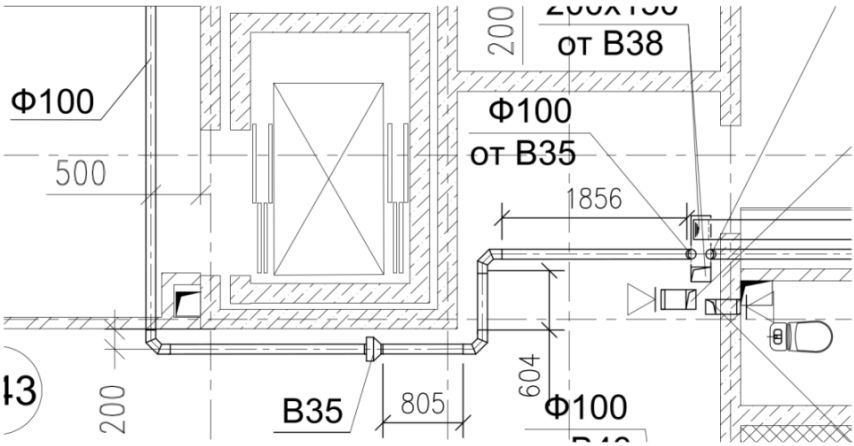


Рис. 14.1. Фрагмент плана первого этажа

Расчет

Шумовые характеристики вентилятора приняты по программе производителя (www.systemair.com/ru/CIS/Products/Product-selector/Fans/) согласно проектным данным по расходу воздуха и статическому давлению (рисунки 14.2 и 14.3). Характеристики представлены ниже:

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
УЗМ на выходе KVO 100, дБА	59	59	60	62	64	59	52	46
Характеристика фильтра «А», дБ	−26,2	−16,1	−8,9	−3,2	0	+1,2	+1,0	−1,1
УЗМ на выходе KVO 100, дБ (с учетом обратной коррекции по фильтру «А»)	85,2	75,1	68,9	65,2	64,0	57,8	51,0	47,1

Суммарная длина воздуховода:

$$l_{\text{воздуховода}} = 0{,}805 + 0{,}604 + 1{,}856 + 8 \cdot 3{,}0 + 0{,}3 + 1{,}5 \approx 29 \text{ м}$$

Количество плавных поворотов – 3 шт.

systemair

KVO 100 CIRCULAR DUCT FAN

Артикул 2075

Version: 50 Hz

Document type: **Технический паспорт**
Дата создания: **2019-08-30**
Кем создан: **Systemair Онлайн Каталог**

Описание

Преимущества:

- Возможность регулирования скорости
- Встроенные термоконтакты
- Низкий уровень шума
- Компактная конструкция

Рекомендации по применению: Приточно-вытяжные системы вентиляции в помещениях с высокими требованиями к уровню шума и ограниченным пространством для монтажа.

Конструкция: KVO 100-160 - центробежные вентиляторы одностороннего всасывания с рабочими лопатками загнутыми вперед. KVO 200-315 - центробежные вентиляторы одностороннего всасывания с рабочими лопатками загнутыми назад. Корпус KVO изготовлен из оцинкованной листовой стали. Съемная крышка корпуса имеет 40 мм слой изоляции из минеральной ваты.

Двигатель: В вентиляторах KVO используется электродвигатель с внешним ротором, не требующий технического обслуживания. Двигатель с рабочими колесом и улиткой установлен на съемной крышке, что значительно облегчает его обслуживание. Для тепловой защиты двигатель вентиляторов KVO 100-315 имеет встроенные термоконтакты с электрическим перезапуском.

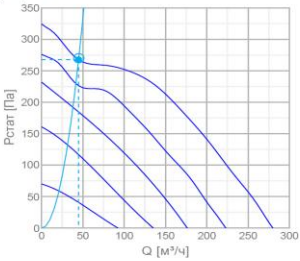
Регулирование скорости: Скорость вентиляторов можно регулировать с помощью бесступенчатого тиристора или 5-ти ступенчатого трансформатора.

Монтаж: Осуществляется под любым углом относительно оси вентилятора. Небольшая высота корпуса позволяет монтировать вентиляторы в условиях ограниченного пространства за подвесным потолком. Вентиляторы легко подсоединяются к спирально-навивным воздуховодам при помощи быстроразъемных хомутов FK.

Сертификаты: Сертификаты соответствия РФ и Украины

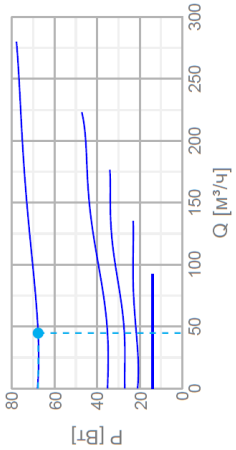
Характеристики

Диаграммы



Наименование: **KVO 100 CIRCULAR DUCT FAN** | Артикул: **2075** | Version: **50 Hz** 1 / 2
Document type: **Product card** | Дата создания: **2019-08-30** | Кем создан: **Онлайн каталог**

Рис. 14.2. Характеристики вентилятора по программе производителя. Лист1.



Пользователь

Гидравлические данные		
Заданный расход воздуха	45	м³/ч
Заданное статическое давление	270	Па
Рабочий расход	44,7	м³/ч
Рабочее статическое давление	268	Па
Мощность	67,7	Вт
Скорость	2693	1/мин
Ток	0,32	А
SFP	5,45	кВт/м³/с
Напряжение	230	В

Уровень звуковой мощности		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Общ.
Вход	дБ(А)	49	60	58	57	53	48	45	39	64
Выход	дБ(А)	59	59	60	62	64	59	52	46	69
К окружению	дБ(А)	22	38	41	41	43	39	30	24	48

Рис. 14.3. Характеристики вентилятора по программе производителя. Лист2.

Расчет уровней звуковой мощности на кровле:

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
УЗМ на выходе KVO 100, дБ (с учетом обратной коррекции по фильтру «А»)	85,2	75,1	68,9	65,2	64,0	57,8	51,0	47,1
Снижение УЗМ по длине воздуховода диаметром 100 мм и длиной 29 м, дБ (по таблице 11.1)	2,9	2,9	4,4	4,4	8,7	8,7	8,7	8,7
Снижение УЗМ тремя поворотами диаметром 100 мм, дБ (по таблице 11.3)	0	0	0	0	3	6	9	9
Снижение УЗМ открытым концом воздуховода диаметром 100 мм, выступающим в атмосферу, дБ (по таблице 11.6)	24	18	13	8	3	0	0	0
УЗМ воздуховода вентиляционной системы В35 на кровле, дБ	**58,3**	**54,2**	**51,5**	**52,8**	**49,3**	**43,1**	**33,3**	**29,4**

15.3. Пример 3

Определить индекс изоляции воздушного шума для перегородки с известной (рассчитанной) частотной характеристикой звукоизоляции.

Расчет индекса изоляции воздушного шума представлен в таблице 2, графическая иллюстрация расчета приведена на рисунке 14.4.

Сумма неблагоприятных отклонений между несмещенной оценочной кривой и рассчитанной частотной характеристикой звукоизоляции составляет 89 дБ, что существенно больше 32 дБ. Смещаем оценочную кривую вниз на 5 дБ. Сумма неблагоприятных отклонений между оценочной кривой, смещенной на 5 дБ вниз, и рассчитанной частотной характеристикой звукоизоляции составляет 30 дБ, что меньше 32 дБ. Индекс изоляции воздушного шума принимаем по сдвинутой оценочной кривой на частоте 500 Гц. Итоговое значение индекса изоляции воздушного шума составляет 47 дБ.

Таблица 2. Расчет индекса изоляции воздушного шума

	Звукоизоляция, дБ в 1/3 октавных полосах частот со среднегеометрическими часто Гц														
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Оценочная кривая	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56
Рассчитанная звукоизоляция	32,5	32,5	32,5	34,5	36,5	38,5	40,5	42,5	44,5	46,5	48,5	50,5	52,5	54,5	56,5
Неблагоприятные отклонения	0,5	3,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	3,5	1,5	-
Сумма неблагоприятных отклонений	89,0 < 32														
Оценочная кривая сдвинута на -5 дБ	28	31	34	37	40	43	46	47	48	49	50	51	51	51	51
Рассчитанная звукоизоляция	32,5	32,5	32,5	34,5	36,5	38,5	40,5	42,5	44,5	46,5	48,5	50,5	52,5	54,5	56,5
Неблагоприятные отклонения	-	-	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5	-	-	-
Сумма неблагоприятных отклонений	30,0 < 32														
Индекс изоляции воздушного шума	47														

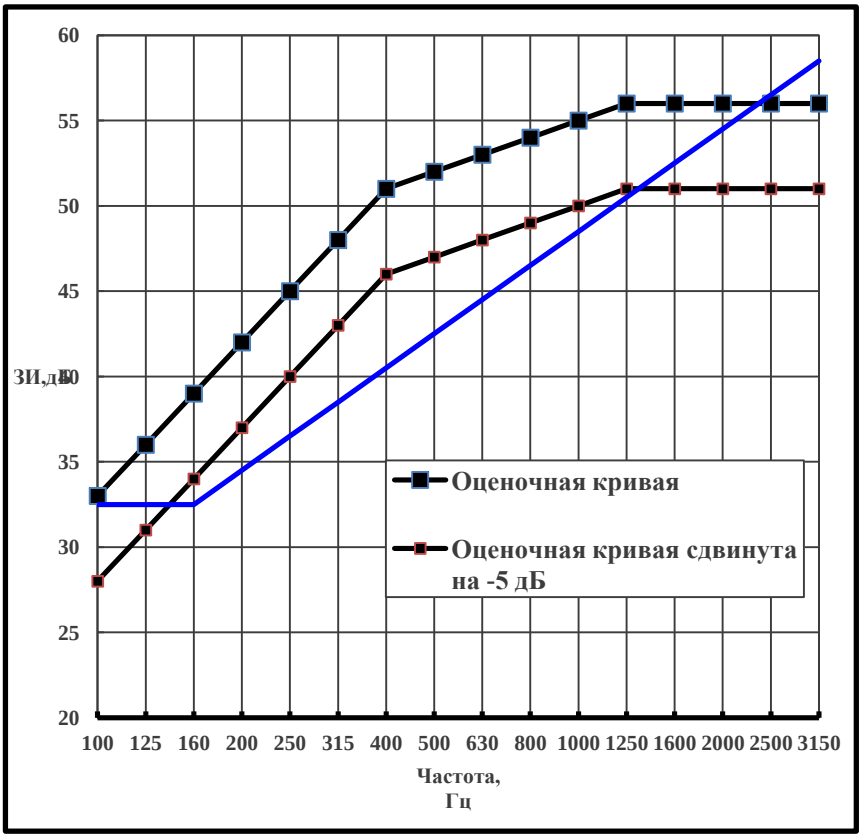


Рис.14.4. Расчет индекса изоляции воздушного шума

16. БИБЛИОГРАФИЯ

1. СП 51.13330.2011 с изм. №1. Защита от шума.
2. СП 254.1325800.2016 Здания и территории. Правила проектирования защиты от производственного шума.
3. СП 271.1325800.2016 Системы шумоглушения воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
4. СП 275.1325800.2016 Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий.
5. СП 276.1325800.2016 Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков.
6. ГОСТ 31295.2-2005 Шум затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.
7. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и/или безвредности для человека факторов среды обитания.
8. ГОСТ 33321 Железнодорожный подвижной состав. Устройства акустические сигнальные.
9. ГОСТ 33325 Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом.
10. ГОСТ Р 56769 Здания и сооружения. Оценка изоляции воздушного шума.
11. ГОСТ Р 56770 Здания и сооружения. Оценка изоляции ударного шума.

Фирма «Интеграл»

32 года в экологии

ПРОГРАММЫ ✦ ОБУЧЕНИЕ ✦ ЛИТЕРАТУРА

для экологов

ВОЗДУХ
АКУСТИКА
ОТХОДЫ
ВОДА
ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ
ГОРОДСКИЕ ЗАДАЧИ
СЗЗ

ОТЧЁТНОСТЬ
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ
ПНООЛР
ФОРУМ ДЛЯ ЭКОЛОГОВ
КУРСЫ ПО ЭКОЛОГИИ
СЕМИНАРЫ
ЛИТЕРАТУРА

integral.ru
vk.com/ecointegral
t.me/ecoIntegral
ok.ru/ecointegral
my.mail.ru/community/ecointegral
youtube.com/IntegralLtd

Главный офис в Санкт-Петербурге

191036, Санкт-Петербург,
4-я Советская ул., д. 15 «Б»
Ближайшее метро: Площадь Восстания
Многоканальный тел.: (812) 740-11-00
Прямой московский номер: (495) 221-08-56
eco@integral.ru
integral.ru

Представительство в Москве

115280, Москва, Автозаводская ул., д. 23А,
корпус 2, офис 203
Ближайшее метро: Автозаводская,
станция МЦК «ЗИЛ»
Телефон: (499) 394-77-04, (926) 905-11-33
mail@integral.moscow

Координаты региональных дилеров: integral.ru/dealers

ИНТЕГРАЛ

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕПОДГОТОВКА
ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ
СЕМИНАРЫ

ЭКОЛОГИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ОХРАНА ТРУДА

КОРПОРАТИВНОЕ И ДИСТАНЦИОННОЕ
ОБУЧЕНИЕ

МОСКВА, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ДРУГИЕ ГОРОДА РОССИИ И СНГ
СЕМИНАРЫ НА ТЕПЛОХОДЕ
И ЗА РУБЕЖОМ

МОСКВА (499) 644 03 38
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ (812) 600 17 95
ipk@integral.ru
www.ipk-integral.ru

ЛИЦЕНЗИЯ НА ВЕДЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ №1571 ОТ 16.11.2015

Фирма «Интеграл»

32 года в экологии

РАЗРАБОТКА И СОГЛАСОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

- Проведение инвентаризации и разработка проекта нормативов допустимых выбросов (НДВ)
- Проведение инвентаризации и разработка проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР)
- Разработка паспортов опасных отходов, свидетельств о классе опасности отхода
- Разработка разделов «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС) и «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» (ПМООС) при проектировании строящихся и реконструируемых объектов
- Разработка проектов обоснования и сокращения санитарно-защитных зон предприятия (СЗЗ)
- Разработка «Порядка производственного контроля в области обращения с отходами»
- Сопровождение согласования всей документации в инспектирующих органах

191036, Санкт-Петербург,
4-я Советская ул., д. 15 «Б»
8 (800) 775-08-75, (812) 740-11-00, (495) 221-08-56
eco@integral.ru
integral.ru

ПРИЗМА
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АУДИТ

ООО «Призма» — инженерно-экологическая компания, оказывающая услуги в области экологического проектирования, нормирования и аудита в Твери, Тверской и Московской областях, а также по всей России.

Специалисты ООО «Призма» в течение многих лет работают на рынке услуг в сфере экологического проектирования

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- *Экологическое проектирование*
- *Экологическое нормирование*
- *Экологический аудит*
- *Расчеты экоплатежей и консультации по их снижению*
- *Разработка программы производственного контроля (ППК)*
- *Лицензирование*
- *Инженерно-экологические изыскания*

Компания получила признание на рынке услуг промышленной экологии и продолжает успешно развиваться. Мы предоставляем самый широкий спектр услуг по экологическому проектированию и обладаем уникальным опытом.

В нашей компании работают высококвалифицированные специалисты, имеющие необходимое образование и накопившие фундаментальные теоретические и прикладные знания в области экологического проектирования.

170100, Тверь, ул. Вагжанова, 6, офис 55, телефон (4822) 35-96-66

Наш сайт prizma-tver.ru, электронная почта prizma_tv@mail.ru