

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра архитектурных конструкций

**«Проектирование звукоизоляции»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для студентов специальности  
1-69 01 01 «Архитектура»

Брест, 2013

Методические указания содержат необходимые данные для проведения расчётов по звукоизоляции строительных конструкций. Приведены примеры по расчёту звукоизоляции от ударного и воздушного шума.

Методические указания предназначены для студентов специальности 69 01 01 «Архитектура».

Составители: Давыдюк А. И., м.т.н., ассистент  
Ковенько Ю.Г., м. т.н., ассистент  
Русак Н. Н., к.т.н., доцент

Рецензенты: Таруц В.В, к.т.н.  
Директор ООО «Брестремпроект»

## Оглавление

«Проектирование звукоизоляции» .....	1
Общие положения .....	4
Лабораторная работа №1 .....	5
Тема: Звукоизоляция акустически однородными конструкциями .....	5
Лабораторная работа №2 .....	17
Тема: Звукоизоляция конструкциями с проемами .....	17
Лабораторная работа №3 .....	25
Тема: Звукоизоляция окном с двойным остеклением .....	25
Лабораторная работа №4 .....	35
Тема: Звукоизоляция стеной с гибкой плитой на отnose .....	35
Лабораторная работа №5 .....	43
Тема: Звукоизоляция ударного шума перекрытием с полом на упругом основании .....	43
Литература .....	59
Приложение 1 .....	60
Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума ограждающих конструкций $R_w$ норм, дБ и индексов приведенного уровня ударного шума под перекрытием $L_{пв}$ норм, дБ [2]60	

## Общие положения

Проектирование звукоизоляции конструкциями зданий и сооружений (далее – проектирование звукоизоляции) осуществляется для обеспечения акустического комфорта (отсутствие мешающего воздействия шума) в помещениях зданий и сооружений в соответствии с требованиями настоящего технического кодекса и других действующих ТНПА.

Для оценки звукоизолирующей способности конструкций измеренное или рассчитанное значение звукоизоляции сравнивают с нормативными требованиями.

Нормативные требования к звукоизоляции конструкциями предъявляются в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150 Гц.

Нормируемыми показателями звукоизоляции являются:

- а) индекс изоляции воздушного шума конструкции  $R_w$ , дБ;
- б) индекс приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$ , дБ (для перекрытий);
- в) звукоизоляция наружных ограждающих конструкций (в том числе окон, остеклений)  $R_{A \text{ тран}}$ , дБ.

Индекс изоляции воздушного шума конструкции  $R_w$ , дБ, определяют в соответствии с 9.4 ТКП 45-2.04-154.

Индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием  $L_{nw}$ , дБ, определяют в соответствии с 9.5 ТКП 45-2.04-154.

Величину звукоизоляции окна  $R_{A \text{ тран}}$ , дБ, по известной частотной характеристике изоляции воздушного шума определяют в соответствии с 9.6 ТКП 45-2.04-154.

Конструкция соответствует нормативным требованиям, если ее индекс изоляции воздушного шума  $R_{w \text{ факт}}$  ( $R_w$ ), дБ, не менее, а индекс приведенного уровня ударного шума  $L_{nw \text{ факт}}$  ( $L_{nw}$ ), дБ, не более соответствующих нормативных индексов,  $R_{w \text{ норм}}$ , дБ, и  $L_{nw \text{ норм}}$ , дБ, определяемых по таблице 9.3 ТКП 45-2.04-154.

# Лабораторная работа №1

## Тема: Звукоизоляция акустически однородными конструкциями

**Цель:** научиться определять индекс звукоизоляции воздушного шума для акустически однородных конструкций с поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м<sup>2</sup>.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

**К акустически однородным** относятся однослойные конструкции (в том числе с небольшими пустотами и часто расположенными ребрами), а также конструкции, состоящие из двух или более слоев (элементов) из твердых материалов (бетона, кирпичной кладки, раствора, металла, дерева и т. п.), жестко связанных между собой по всей площади конструкции.

**Шум** – всякий неприятный, нежелательный звук или совокупность звуков, мешающих восприятию полезных сигналов и нарушающих тишину, оказывающих вредное или раздражающее воздействие на организм человека, снижающих его работоспособность.

**Звук** – волновое колебание упругой среды с частотой от 16 до 20 000 Гц. Основными параметрами звуковой волны являются: амплитуда, период, длина и частота (рис. 1).

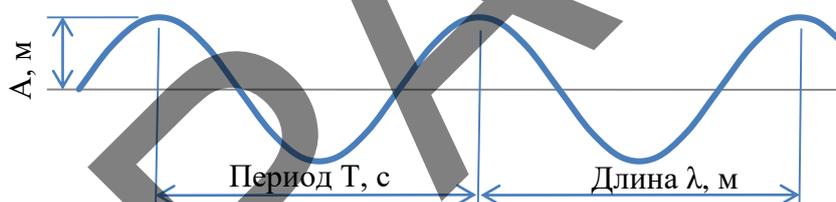


Рисунок1 – Звуковая волна

**Амплитуда A, м** – расстояние между гребнем и точкой покоя. Чем больше амплитуда, тем громче звук.

**Период волны T, с** – время между двумя последовательными сгущениями или разрежениями волны.

**Длина волны λ, м** – расстояние между двумя последовательными сгущениями или разрежениями волны. Длина волны прямо пропорциональна скорости и обратно пропорциональна частоте:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (1)$$

где  $c$  – скорость волны, скорость звуковой волны в воздухе 340 м/с;  
 $f$  – частота волны, Гц.

**Частота  $f$ , Гц** – количество колебаний волны в секунду. Величина обратная периоду:

$$f = \frac{1}{T} . \quad (2)$$

Частота звука характеризует его высоту. Мужской голос соответствует частоте 85-150 Гц, женский – частоте 165-255 Гц, плач младенца может достигать частоты 1000Гц, оперная певица с высоким голосом (колоратурное сопрано) может брать ноты до частоты 1400 Гц.

Вся область звуковых волн разделена на 8 **октавных полос** (таблица 1) таким образом, что увеличение частоты звука на октаву соответствует возрастанию частоты в 2 раза.

**Таблица 1 – Октавные полосы**

1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я
45-90	90-180	180-355	355-710	710-1400	1400-2800	2800-5600	5600-11200

Каждая октавная полоса, в свою очередь, делится еще на три полосы называемые **третьоктавными**. Так, например, 2-я октава разделена на три части следующим образом: 90-112, 112-140, 140-180.

Для каждой третьоктавной полосы можно вычислить ее **среднегеометрическую частоту** по формуле (п. 3.9.[2] ):

$$f = \sqrt{f_1 \cdot f_2} , \quad (3)$$

где  $f_1$  – нижняя граница третьоктавной полосы, Гц;

$f_2$  – верхняя граница третьоктавной полосы, Гц.

Так, например, среднегеометрическая третьоктавная частота первой трети второй октавы составляет  $f = \sqrt{90 \cdot 112} = 100$  Гц.

Любая ограждающая конструкция, в том числе однородная, изолирует звук разной частоты по-разному. Поэтому для оценки звукоизоляции необходимо построение фактической кривой изоляции воздушного шума конструкции и сравнение ее с оценочной кривой.

**Оценочная кривая изоляции воздушного шума**  $R_{oc}$  представлена на рисунке 2. Она включает нормативные значения изоляции воздушного шума в каждой из третьоктавных полос, со среднегеометрическими частотами от 100 до 3150 Гц.

**Изоляция шума конструкции** – это способность конструкции ослаблять давление проходящего сквозь нее звука. Изоляция воздушного шума конструкцией без учета косвенной передачи звука равна:

$$R = \lg \frac{1}{\tau} (\text{Бел}) = 10 \lg \frac{1}{\tau} (\text{дБ}),$$

где  $\tau$  – коэффициент звукопередачи – отношение звуковой энергии, прошедшей через конструкцию к общей падающей на конструкцию звуковой энергии  $\tau = E_{пр} / E_{пад}$ .

Так как звуковая энергия пропорциональна квадрату звукового давления:

$$R = 10 \lg \frac{P_{np}^2}{P_{пад}^2} (\text{дБ}) = 20 \lg \frac{P_{np}}{P_{пад}} (\text{дБ}), \quad (4)$$

где  $P_{пад}$  – звуковое давление, оказываемое на конструкцию источником;  
 $P_{np}$  – давление звуковой волны, прошедшей через конструкцию.

Изоляция шума измеряется в белах или децибелах.

**Децибел** – это 1/10 часть бела.

**Бел** - это безразмерная единица измерения отношения по логарифмической шкале. В белах можно измерять любые величины (давление, силу, мощность и т. д.). Для этого нужно найти их отношение к некоторому значению, принятому за эталон, и взять логарифм от полученного числа. Единица измерения названа в честь Александра Грейама Белла, известного благодаря изобретению телефона и изучению порога и области слышимости человека.

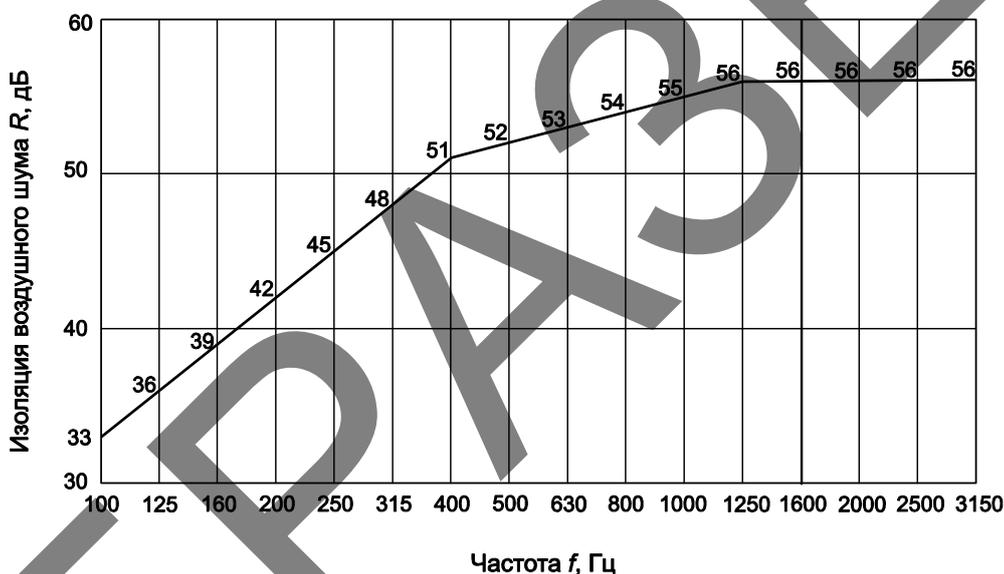


Рисунок 2 – Оценочная кривая изоляции воздушного шума (рис. 9.1 [2])

2

**Фактическая кривая изоляции воздушного шума  $R_{фт}$**  показывает способность конструкции ослаблять проходящий через нее звук различной частоты и называется также частотной характеристикой фактической звукоизоляции конструкции. Фактическая звукоизоляция зависит от собственной звукоизоляции конструкции  $R_c$  и от условий, в которых она эксплуатируется.

Собственная характеристика звукоизоляции воздушного шума акустически однородной массивной конструкции определяется ее плотностью и толщиной. Эта характеристика учитывает только прямую передачу шума (рис. 3). Фактическая частотная характеристика учитывает также косвенную передачу шума через примыкающие конструкции и поэтому зависит от условий эксплуатации.