



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Калужский филиал  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**ФАКУЛЬТЕТ: ИУК-КФ «Информатики и управления»**

**КАФЕДРА: ИУК7-КФ «Экология и промышленная безопасность»**

## **Лабораторная работа №6**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА»**

**ДИСЦИПЛИНА: «Безопасность жизнедеятельности»**

Выполнил: студент гр.ИУК5-62Б \_\_\_\_\_ (Ли Р. В.)

(подпись)

Ф.И.О.

Проверил: ст. преподаватель \_\_\_\_\_ (Астахова Л.В)

(подпись)

Ф.И.О.

**Дата сдачи (защиты):**

**Результаты сдачи (защиты):**

**- Бальная оценка:**

**- Оценка: 3**

Калуга, 2022

**Цель работы:**

1. Изучить методы измерения и нормирования производственного шума.
2. Ознакомиться с приборами для измерения шума.
3. Исследовать эффективность звукопоглощения и звукоизоляции.

**Теоретическая часть**

**Шум** – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности (с физической точки зрения).

С физиологической точки зрения шумом называют любой нежелательный звук, оказывающий вредное воздействие на организм человека.

Человек слышит только те звуки, частота которых находится в частотных пределах 20-20000 Гц.

Колебания с частотой менее 20 Гц (инфразвук) и выше 20000 Гц (ультразвук) не вызывают слуховых ощущений.

Под воздействием шума развиваются болезни сердца и сосудов.

Такие болезни, как гастрит, язва желудка и язва двенадцатиперстной кишки чаще всего встречаются у людей, живущих или работающих в шумной обстановке.

Шумовые явления обладают свойством кумуляции.

Накапливаясь в организме, шумовые воздействия начинают все больше угнетать нервную систему.

Шум понижает:

- внимательность,
- замедляет психические реакции,
- ускоряет процессы переутомления,
- нарушает ритмы и дыхание,
- обмен веществ.

**Шум может привести:**

1. К ухудшению слуха, а в отдельных случаях к глухоте.
2. К снижению внимания.
3. Увеличению расхода энергии при одинаковой физической нагрузке.
4. К замедлению скорости психических реакций.
5. К снижению производительности и качества выполняемой работы.

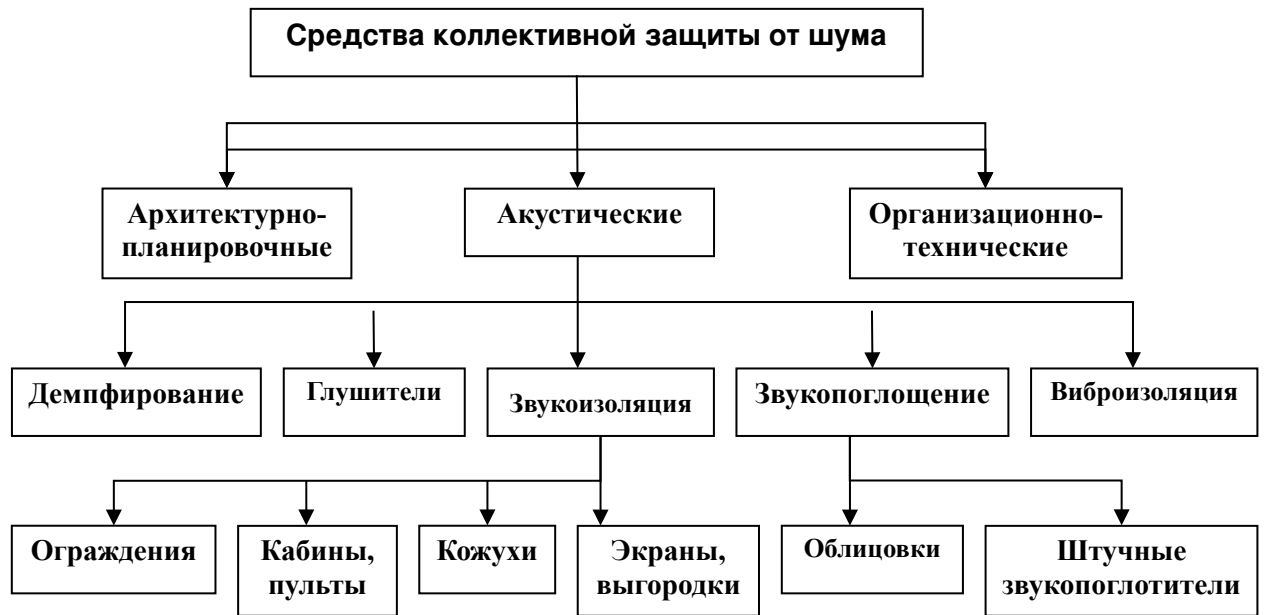
**СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА**

**ГОСТ 12.1.029-80.**

Средства и методы защиты от шума по отношению к защищаемому объекту подразделяются на:

- средства и методы коллективной защиты;
- средства индивидуальной защиты.

Средства и методы коллективной защиты от шума в зависимости от способа реализации подразделяются:



Средства коллективной защиты по отношению к источнику возбуждения шума подразделяются на:

- средства, снижающие шум в источнике его возникновения;
- средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Средства индивидуальной защиты от шума в зависимости от конструктивного исполнения подразделяются на:

- противошумные шлемы и каски;
- противошумные костюмы.
- противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи;
- противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему;

Эффективность звукопоглощения, т.е. звукопоглощающие свойства материалов (или конструкции) характеризуется коэффициентом звукопоглощения:

$$\alpha = \frac{J_{\text{пол}}}{J_{\text{пад}}}$$

где  $J_{\text{пол}}$  - интенсивность звуковой энергии, поглощаемой материалом или конструкцией;  
 $J_{\text{пад}}$  - интенсивность звуковой энергии, падающей на материал.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШУМА

Любой звук характеризуется:

- частотой  $f$ , (Гц);
- интенсивностью  $J$ , (Вт/м<sup>2</sup>);
- звуковым давлением  $P$ , (Па).

**Интенсивность** – количество энергии, переносимое звуковой волной за 1 с через площадь в 1 м<sup>2</sup>, перпендикулярно распространению звуковой волны.

**Звуковое давление** – разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде.

Часть пространства, в котором распространяются звуковые волны, называется **звуковым полем**.

В практике защиты от шума приходится иметь дело с огромным диапазоном изменения звукового давления (104...109 раз).

Поскольку оперировать многозначными числами неудобно, а также вследствие способности уха человека оценивать не абсолютное, а относительное изменение звукового давления, введены логарифмические показатели - уровни звукового давления и уровни интенсивности звука, измеряемые в децибелах.

Уровень звукового давления (УЗД) определяется по формуле, дБ:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0}, \text{ дБ}$$

где  $P$  - средняя квадратичная величина звукового давления в данной точке;

$P_0=2 \cdot 10^{-5}$  Па - величина звукового давления, соответствующая порогу слышимости на частоте 1000 Гц при нормальных атмосферных условиях.

Учитывая протяженный частотный диапазон (20-20000 Гц) при оценки источника шума, используется логарифмический показатель, который называется **уровнем интенсивности**.

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0} \text{ [дБ]}$$

Учитывая протяженный частотный диапазон (20-20000 Гц) при оценки источника

шума, используется логарифмический показатель, который называется **уровнем интенсивности**.

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0} \text{ [дБ]}$$

$J$  - интенсивность в точке измерения [Вт/м<sup>2</sup>]

$J_0$  - величина, которая равна порогу слышимости  $10^{-12}$  [Вт/м<sup>2</sup>]

$J$  - интенсивность в точке измерения [Вт/м<sup>2</sup>]

$J_0$  - величина, которая равна порогу слышимости  $10^{-12}$  [Вт/м<sup>2</sup>]

Системой стандартов безопасности труда предусмотрены пять методов измерения шумовых характеристик источников шума:

- два точных,
- два технических,
- один ориентировочный метод.

Для измерения шума используют шумомер и комплект октавных фильтров. С помощью фильтров в шуме выделяют отдельные октавные полосы, в которых верхняя частотная характеристика  $f_2$  в два раза больше нижней  $f_1$ .

Характеристикой каждой полосы частот является среднегеометрическая частота  $f_{сг}$ , которая для октавы вычисляется по выражению:

$$f_{сг} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

Производственный шум подразделяют на:

- низкочастотный (до 300 Гц),
- среднечастотный (от 300 до 1000 Гц),
- высокочастотный (свыше 1000 Гц).

Наиболее неприятным для уха является высокочастотный шум.

**Нормативные требования к производственным шумам изложены в ГОСТ 12.1.003-83.**

В этих нормах установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц, уровни звука и эквивалентные уровни звука для широкополосного постоянного и непостоянного шума.

**Нормированные значения УЗД на стандартных частотных полосах называется частотным спектром шума.**

Наиболее широко применим (ввиду отсутствия специальных измерительных помещений) ориентировочный метод измерения шума (рис.1).

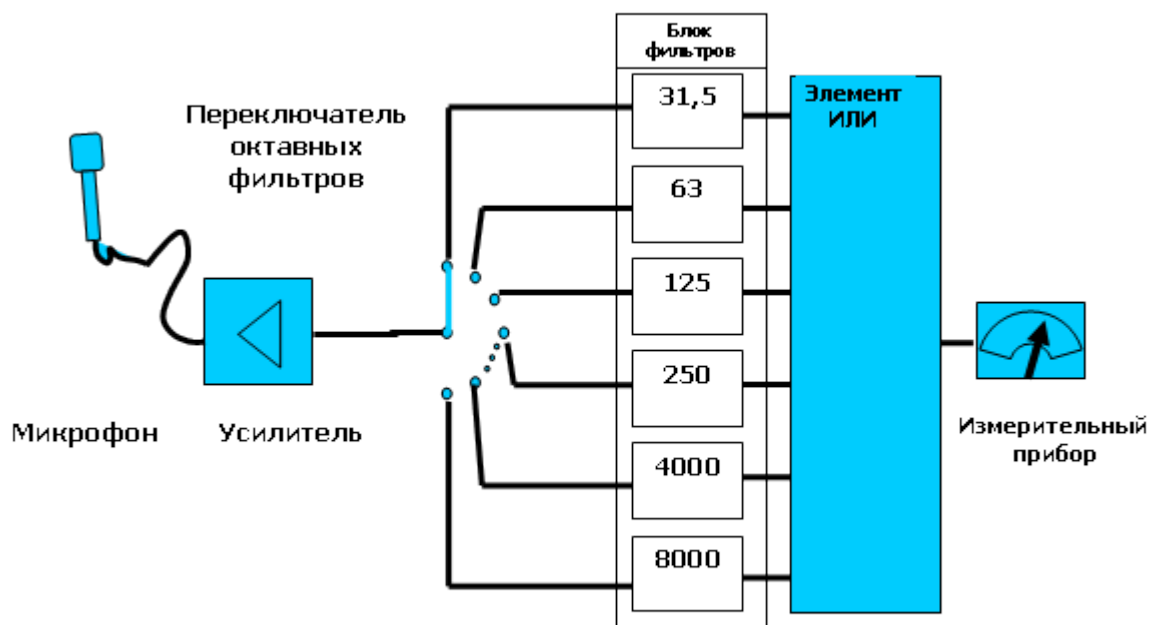


Рис.1. Принцип измерения шума ориентировочным методом.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ШУМА (ГОСТ 12.1.003-83)

По характеру спектра шум следует подразделять на:

- широкополосный с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
- тональный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

По временным характеристикам шум подразделяется на:

- постоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени не более чем на 5 дБ А;
- непостоянный, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени более чем на 5 дБ А.

Непостоянный шум следует подразделять на:

- колеблющийся во времени, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени;
- прерывистый, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5 дБ А и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- импульсный, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной работе используются: Шум-1М (рис. 2) – шумомер 3 класса точности для ориентировочных рабочих измерений на частотах характеристик А, В, С. Питание шумомера от 2 батареек типа «Крона-ВЦ» (Корунд).



Рис. 2. ШУМ-1М

Принцип работы всех шумомеров основан на измерении электрического сигнала, поступающего с конденсаторного измерительного микрофона, пропорционального звуковому давлению акустических шумов.

Шумомер ВШВ-003-М2 – предназначен для измерения звука с частотными характеристиками А,В,С (при уровне звукового давления в диапазоне частот от 1 Гц до 8 кГц в свободном и диффузном полях. ВШВ-003-М2 относится к 1 классу точности.



Рис. 3. Шумомер ВШВ-003-М2

В ВШВ-003-М2 используется принцип преобразования звуковых и механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональные им электрические сигналы, которые затем усиливаются, преобразуются и измеряются измерительным трактом (прибором измерительным).

ВШВ-003-М2 измеряет как общий уровень, так и по всем стандартным октавным полосам.

#### Подготовка Шум-1М к работе

1. Микрофон находится на расстоянии 1 -1,5 м от источника шума (или на вытянутой руке).
2. Переключатель РОД РАБОТЫ – в положении ВЫКЛ.
3. Переключатель ДИАПАЗОН – в положении 120 или 110
4. Переключатель БЫСТРО-МЕДЛЕННО – в положении БЫСТРО (кнопка нажата)
5. Включение и настройка шумомера.
  - Перевести РОД РАБОТЫ в положение БАТАРЕЯ (стрелка должна находиться в черном секторе).
  - Перевести РОД РАБОТЫ в положение КАЛИБР. Ручку КАЛИБР установить на отметку (-0,4) по нижней шкале прибора.  $K_f = -0,4$  дБ.
6. Установить ДИАПАЗОН в положение ожидаемого уровня звука. При прерывистых сигналах переключатель БЫСТРО-МЕДЛЕННО установить в положение МЕДЛЕННО (кнопку отжать).
7. Установить РОД РАБОТЫ на необходимую частотную характеристику А,В,С.
8. Переключателем ДИАПАЗОН добиться показаний, чтобы стрелка измерительного прибора находилась в секторе 0 – 10 дБ.

**Например:** ДИАПАЗОН на отметке 70, РОД РАБОТЫ – характеристика (А), стрелка измерительного прибора на 5 (правее 0), уровень шума равен 75 дБ(А)

Подготовка ВШВ-003-М2 к работе

Калибровка измерителя проводится каждый раз перед началом работы, периодически.

1. Для измерения звукового давления установить переключатель в положения:
2. РОД РАБОТЫ – F (быстро)
  - ДЛТ1, дВ – 80
  - ДЛТ2, дВ – 50
  - ФЛТ; Hz – лин.
  - Все кнопки отжаты. При этом светиться индикатор 130 дВ.
3. Произвести измерения звукового давления: ВПМ101 с капсулем держать на вытянутой руке в направлении излучателя звука.
4. Для измерения общего уровня звукового давления в дБ(А) (после замеров Лин.) устанавливаем следующее:
  - РОД РАБОТЫ – S (медленно)
  - ДЛТ1, дВ – 80
  - ДЛТ2, дВ – 50
  - ФЛТ; Hz – А и затем начинаем работать тумблером ДІ, дВ до тех пор, пока не выведем стрелку прибора вправо от ● . Если ДІ, пройдя весь путь так и не вывел стрелку вправо от ● , то переходим работать с ДІІ.(шкала прибора от  $-\infty$  до 10дВ).
5. Как только стрелка отклонилась от 0 вправо, то можно снимать показания.

**Например:**

- ДЛТ1, 50 дВ;
- ДЛТ2, 20 дВ;
- Показания стрелки прибора 6. Уровень звукового давления = 76 дБ.

Измерение уровней звука в октавных полосах частот:

1. Переключатель ФЛТ, Hz – окт.

2. Необходимый октавный фильтр переключателем ФЛТ окт и кнопкой кHz (отжата); Hz – нажата.
3. Установить переключатели в положения:
  - РОД РАБОТЫ – F(S)
  - ДЛТ1, dB – 80
  - ДЛТ2, dB – 50
  - ФЛТ окт. – необходим октав фильтр 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 (Гц).

Затем работаем ДЛТ1, ДЛТ2 так же как показано выше.

## ВНИМАНИЕ!

- Предусилитель ВПМ-101 с капсюлем находится не ближе 1,5 м от пола и 1 м от источника звука и стен, можно закрепить в штатив – при измерении уровней звукового давления.
- При измерении уровня звукового давления в диффузном поле (малые производственные помещения с большим количеством отражающих поверхностей) кнопку СВ; ДИФ – нажать.

Для точности и быстроты снятия показаний используем индикаторную шкалу. На шкале М-101dB (по загоревшейся лампе) снимаем показания и суммируем с показаниями стрелочного прибора.

### Порядок проведения исследования шумоглушения

1. В камере имитирующем производственное помещение (без облицовки - L) помещаем источник шума (пылесос) и микрофон прибора ВШВ-003-М2 на расстоянии 0,25 м друг от друга.
2. После включения источника шума в сеть произвести измерения УЗД ( $L_1$ ), как на общем уровне дБ(А), так и на стандартных октавных частотах от 31,5 до 8000 Гц. Значения L определяются как сумма «Делитель I» + «Делитель II» + показания стрелки прибора (шкала  $-\infty$  10 dB). Или показания индикаторной шкалы (М-101 dB) + показания стрелки прибора. Данные замеров записать в таблицу 5.
3. Определить УЗД при использовании звукопоглощающей облицовки (пенопласт), при этом устанавливаем облицовочные щиты по всем сторонам имитируемого помещения. Производим замеры УЗД ( $L_2$ ), аналогично  $L_1$ . Данные записать в таблицу 5.
4. Определить УЗД при установке звукоизолирующего кожуха. (Вентиляционные патрубки располагаются поперек помещения, а источник шума не касается облицовки кожуха). Облицовку вынуть. Производим замеры УЗД ( $L_3$ ), аналогично  $L_1$ . Данные записать в таблицу 5.
5. Построить зависимость звукового давления ( $L_1, L_2, L_3$ ) от частоты ( $f$ ) 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц на графике (рис.4)

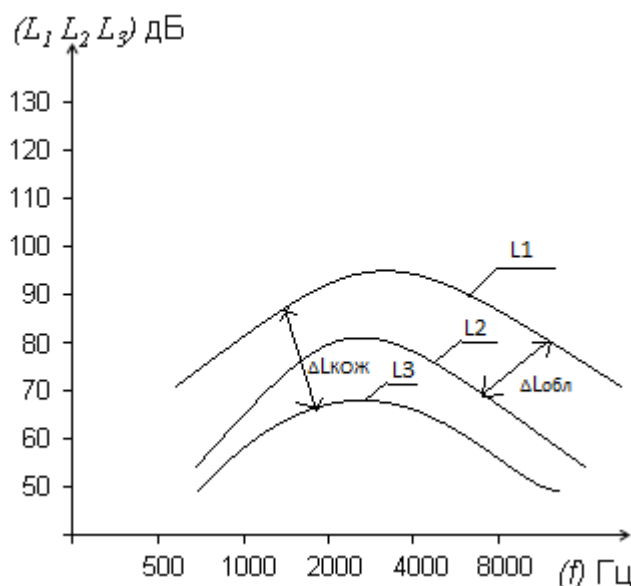


Рис.4. График зависимости уровня звукового давления от частоты.

6. Определить эффективность звукопоглощения ( $\Delta L_{обл.}$ ) и звукоизоляции ( $\Delta L_{кож.}$ ):

$$\Delta L_{обл.} = L_1 - L_2$$

$$\Delta L_{кож.} = L_1 - L_3$$

Результаты записать в таблицу 5.

7. По формулам:

$$\Delta L_{кож.} = 20 \lg(mf) - 60 + 10 \lg(\alpha_2 + 1)$$

$$\Delta L_{обл.} = 10 \lg \frac{\alpha_2 S_{обл.} + \alpha_1 (S - S_{обл.})}{\alpha_1 S}$$

где  $\alpha = 0,48$  - коэффициент звукопоглощения материала нанесенного на внутреннюю поверхность кожуха (войлок строительный) табл. 3;

$\alpha_1 = 0,2$  - коэффициент звукопоглощения поверхности стен, потолка и пола помещений (необлицованных – дерево-плита) (табл. 3);

$$S = 2 \text{ м}^2,$$

$$S_{обл.} = 1,5 \text{ м}^2,$$

$$m = 2 \text{ кг},$$

$\alpha_2 = 0,88 (f = 1000, \text{ табл. 3})$  - коэффициент звукопоглощения облицовки (пенопласт – плиты «Винипор»),

произвести расчет эффективности установки звукопоглощающей облицовки и звукоизолирующего кожуха. Сравнить результаты с фактическими.

8. Сравнить практические спектры с допустимыми ( $L_{доп.}$ ). Сделать выводы об эффективности защиты.



## Основная литература

1. Хван, Т.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.А. Хван, П.А. Хван. – 11-е изд. – Ростов-н/Д: Феникс, 2014. – 448 с.: ил., табл. - (Высшее образование). Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271593>
2. Муравей, Л.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Л.А. Муравей. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юнити-Дана, 2015. – 431 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119542>
3. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебник / Э.А. Арустамов, А.Е. Волощенко, Г.В. Гуськов; под ред. Э.А. Арустамова. – 19-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. – 448 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375807>
4. Попов, А.А. Производственная безопасность [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. А.А. Попова. – СПб.: Лань, 2013. – 432 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/12937>

## Дополнительная литература

1. Виноградов, Д.В. Применение смазочно-охлаждающих технологических средств при резании металлов [Электронный ресурс]: учеб. пособие по курсу «Инструментообеспечение машиностроительных предприятий» – Ч. 1: Функциональные действия / Д.В. Виноградов– Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 90 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58525>
2. Макаров, В.Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки жаропрочных сталей и сплавов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ф. Макаров. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2013. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/32819>
3. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. – М.: Машиностроение, 2013. – 308 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/37007>
4. Суслов, А.Г. Научные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный; под ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2012. – 528 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5795>
5. Кривошеин, Д.А. Основы экологической безопасности производств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Федотова. – СПб.: Лань, 2015. – 336 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/60654>

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
2. Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система <http://biblio-online.ru>.
5. Электронно-библиотечная система <http://iprbookshop.ru>

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к освоению дисциплины обучающийся должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершённый раздел курса.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

**Практические занятия** проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения в основном умений для решения практических задач в предметной области дисциплины. Практические занятия обеспечены методическими указаниями по их выполнению:

**Лабораторные работы** предназначены для приобретения умений и навыков для решения практических задач в предметной области дисциплины. Лабораторные работы обеспечены методическими указаниями по их выполнению:

1. Астахова Л.В., Доможир В.В., Сорокина И.В., Шнитко И.Г. Исследование методов защиты от шума. Методическое пособие. -М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.

### ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Стандартные граничные и среднегеометрические частоты полос пропускания.

Граничные частоты октавных полос, Гц	Среднегеометрические частоты, Гц		
	Полосы		
	октавные	полуоктавные	третьоктавные
18 – 45	31,5	31,5 45	31,5 45
45 – 90	63	63 90	50 63 90
90 – 180	125	125 180	100 125 160
180 – 355	250	250 355	200 250 315
355 – 710	500	500	400
		710	500
			630
710 – 1400	1000	1000	800
			1000
			1250
1400 – 2800	2000	2000	1600
		2800	2000
			2500
2800 – 5600	4000	4000	3150
		5600	4000
			5000
5600 – 11200	8000	8000	6300
			8000
			10000

Таблица 2

Акустическая эффективность индивидуальных средств защиты от шума.

Индивидуальные средства защиты	Ослабление шума, ДБ при средней геометрической частоте октавных полос, Гц						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Тампоны из УТВ	5	6	7	Ё2	20	25	29
Вкладыши	10	10	10	12	24	29	25
Наушники:							
ВЦНИИОТ-1	3	4	7	13	23	36	33
ВЦНИИОТ-2	7	11	14	22	35	45	38
ВЦНИИОТ-3	—	20	24	32	42	50	45

Таблица 3

## Коэффициенты звукопоглощения некоторых материалов.

Материал	То лщ и-на, мм	Коэффициенты звукопоглощения при среднегеометрической частоте октавных полос, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Войлок строительный ( $\alpha$ )	12, 5	—	0,03	0,05	0,08	0,17	0,48	0,52	0,51	—
Стекловойлок	30	—	0,2	0,05	0,12	0,36	0,81	0,85	0,90	—
Шерсть алюминиевая	40	—	—	0,18	0,35	0,55	0,67	0,63	0,63	0,58
Плиты «Винипор» ( $\alpha_2$ )	30	—	0,08	0,17	0,28	0,55	0,88	1,0	1,0	1,0
Дерево-плита ( $\alpha_1$ )	15	—	0,01	0,02	0,04	0,08	0,2	0,25	0,3	0,35

Таблица 4

## Допустимые уровни звукового давления (ПДУ)

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, ДБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Предприятия, учреждения и организации										
1. Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность: рабочие места в помещениях, дирекции, проектно-конструкторских бюро; расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории: рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях.	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3. Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, работа, требующая постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа: рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

машинах.										
<p>4. Работа требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами.</p> <p>Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин.</p>	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
<p>5. Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1-4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий.</p>	107	95	87	83	78	75	73	71	69	80

Таблица 5

Таблица для занесения данных

$L$	$f$	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	дБА $L_k$
$L_1$							78	83	76	63	87
$L_2$							74	78	71	56,5	82
$L_3$							70	71	58,5	46,5	78
$\Delta L_{обл}$							4	5	5	7	5
$\Delta L_{кож}$							8	12	18	17	9
$L_{доп.}$		93	79	70	68	63	55	52	50	49	60

**Вывод :** при использовании звукоизолирующей обшивки защита от шума есть но она малоэффективна.

# Производственный шум

**Шум** — сочетание различных по частоте и силе звуков

**Звук** — колебания частиц воздушной среды, которые воспринимаются органами слуха человека, в направлении их распространения.

Слышимый шум	— 20 - 20000 Гц,
ультразвуковой диапазон	— свыше 20 кГц,
инфразвук	— меньше 20 Гц,
устойчивый слышимый звук	— 1000 Гц - 3000 Гц

**Вредное воздействие шума:**

- сердечно-сосудистая система;
- нервная система;
- органы слуха (барабанная перепонка)

## Физические характеристики шума

1. интенсивность звука  $J$ , [Вт/м<sup>2</sup>];
2. звуковое давление  $P$ , [Па];
3. частота  $f$ , [Гц]

**Интенсивность** — кол-во энергии, переносимое звуковой волной за 1 с через площадь в 1 м<sup>2</sup>, перпендикулярно распространению звуковой волны.

**Звуковое давление** — дополнительное давление воздуха, которое возникает при прохождении через него звуковой волны.

Учитывая протяженный частотный диапазон (20-20000 Гц) при оценки источника шума, используется логарифмический показатель, который называется **уровнем интенсивности**.

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0} \text{ [дБ]}$$

$J$  - интенсивность в точке измерения [Вт/м<sup>2</sup>]

$J_0$  - величина, которая равна порогу слышимости  $10^{-12}$  [Вт/м<sup>2</sup>]

При расчетах и нормировании используется показатель — уровень **звукового давления**.

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ [дБ]}$$

$P$  - звуковое давление в точке измерения [Па];

$P_0$  - пороговое значение  $2 \cdot 10^{-5}$  [Па]

При оценке источника шума и нормировании используется **логарифмический уровень звука**.

$$L_{PA} = 20 \lg \frac{P_A}{P_0} \text{ [дБА]}$$

$P_A$  - звуковое давление в точке измерения по шкале А прибора шумомера, т.е. на шкале 1000 Гц.

**Спектр шума** — зависимость уровня звукового давления от частоты.

Спектры бывают: - дискретные; - сплошные; - тональный.

В производственном помещении обычно бывают несколько источников шума.

*Для оценки источника шума одинаковых по своему уровню:*

$$L_{\Sigma} = L_i + 10 \lg n$$

$L_i$  - уровень звукового давления одного из источников [дБ];

$n$  - кол-во источников шума

Если кол-во источников меняется от 1-100, а  $L_i = 80$  дБ

$n = 1$   $L = 80$  дБ

$n = 10$   $L = 90$  дБ

$n = 100$   $L = 100$  дБ

*Для оценки источников шума различных по своему уровню:*

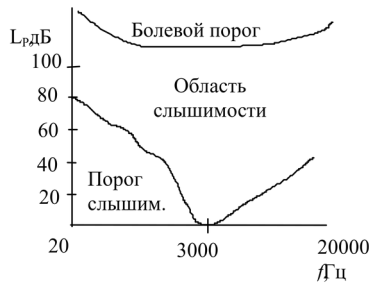
$$L_{\Sigma} = L_{max} + \Delta L$$

$L_{max}$  - максимальный уровень звукового давления одного из 2-х источников;

$\Delta L$  - поправка, зависящая от разности между  $max$  и  $min$  уровнем давления

$L_{max} - L_{min}$	1	10	20
$\Delta L$	2,5	0,4	0

## 1.1. Звуковое восприятие человеком



Т.к. органы слуха человека обладают неодинаковой чувствительностью к звуковым колебаниям различной частоты, весь диапазон частот на практике разбит на **октавные полосы**.

**Октава** — полоса частот с границами  $f_1$  -  $f_2$ , где  $f_2/f_1 = 2$ .

**Среднегеометрическая частота** —  $f_{ст} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$

Весь спектр разбит на 8 октавных полос:

45-90; 90-180; 180-360 ... 5600-11200.

Среднегеометрические частоты октавных

полос: 63 125 250 ... 8000

Звуковой комфорт — 20 дБ;

шум проезжей части улицы — 60 дБ;

интенсивное движение — 80 дБ;

работа пылесоса — 75-80 дБ;

шум в метро — 90-100 дБ;

концерт — 120 дБ;

взлет самолета — 145-150 дБ;

взрыв атомной бомбы — 200 дБ

## 1.2. Нормирование шума

Нормативным документом является ГОСТ 12.1.003-90 ССБТ.

1 метод. Нормирование по уровню звукового давления.

2 метод. Нормирование по уровню звука.

По 1 методу дополнительный уровень звукового давления на раб. местах (смена 8 ч) устанавливается для октавных полос со средними геом. частотами, т.е. нормируется с учетом спектра.

По 2 методу дополнительный уровень звука на раб. местах устанавливается по общему уровню звука, определенного по шкале А шумометра, т.е. на частоте 1000 Гц.

### Нормы шума для помещений лабораторий

Уровень зв. давления [дБ] окт. со среднегеом. част. [Гц]								Уровень звука, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	не более 75
91	83	77	73	70	68	66	44	

Доп. уровень звука в жилой застройке с  $7^{00}$ - $23^{00}$  не более 40 дБА, с  $23^{00}$ - $7^{00}$  — 30 дБА.

## 1.3. Мероприятия по борьбе с шумом

I группа - Строительно-планировочная

II группа - Конструктивная

III группа - Снижение шума в источнике его возникновения

IV группа - Организационные мероприятия

### I группа. Строительно-планировочная

Использование определенных строительных материалов связано с этим проектирования. В ИВЦ — акустическая обработка помещения (облицовка пористыми акустическими панелями). Для защиты окружающей среды от шума используются лесные насаждения. Снижается уровень звука от 5-40 дБА.

### II группа. Конструктивная

1. Установка звукоизолирующих преград (экранов). Реализация метода звукоизоляции (отражение энергии звуковой волны). Используются материалы с гладкой поверхностью (стекло, пластик, металл).

Акустическая обработка помещения (звукопоглощение).

Можно снизить уровень звука до 45 дБА.

2. Использование объемных звукопоглотителей (звукоизолятор + звукопоглотитель). Устанавливается над значительными источниками звука.

Можно снизить уровень звука до 30-50 дБА.

### III группа. Снижение шума в источнике его возникновения

Самый эффективный метод, возможен на этапе проектирования. Используются композитные материалы 2-х слойные. Снижение: 20-60 дБА.

#### IV группа. Организационные мероприятия

1. Определение режима труда и отдыха персонала.
2. Планирование раб. времени.
3. Планирование работы значительных источников шума в разных источниках.

Снижение: 5-10 дБА.

Если уровень шума не снижается в пределах нормы, используются индивидуальные средства защиты (наушники, шлемофоны).

Приборы контроля: - шумомеры; - виброакустический комплекс — RFT, ВШВ.

## 2. Инфразвук

**Инфразвук** — колебание звуковой волны  $> 20$  Гц.

Природа возникновения инфразвуковых колебаний такая же как и у слышимого звука. Подчиняется тем же закономерностям. Используется такой же математический аппарат, кроме понятия, связанного с уровнем звука.

Особенности: малое поглощение эн., значит распространяется на значительные расстояния.

Источники инфразвука: оборудование, которое работает с частотой циклов менее 20 в секунду.

Вредное воздействие: действует на центр. нервную систему (страх, тревога, покачивание, т.д.)

### 2.1. Опасность для человека

Диапазон инфразвуковых колебаний совпадает с внутренней частотой отдельных органов человека (6-8 Гц), следовательно, из-за резонанса могут возникнуть тяжелые последствия.

Увеличение звукового давления до 150 дБА приводит к изменению пищеварительных функций и сердечному ритму. Возможна потеря слуха и зрения.

### 2.2. Нормирование инфразвука

СН 22-74-80. Нормативным параметром являются логарифмические уровни звукового давления в октавных полосах со ср. геом. частотой:

2, 4, 8, 16 Гц	$\leq 105$ дБА
32 Гц	$\leq 102$ дБА

### 2.3. Защитные мероприятия

1. Снижение ин. звука в источнике возникновения.
2. Средства индивидуальной защиты.
3. Поглощение.

### 2.4. Приборы контроля

Шумомеры типа ШВК с фильтром ФЭ-2. Виброакустическая аппаратура типа RFT.

## 3. Ультразвук

**Ультразвук** — колебание звуковой волны  $< \text{кГц}$ .

Используется в оптике (для обезжиривания, ...)

— Низкочастотные ультразвуковые колебания распространяются воздушным и контактным путем.

— Высокочастотные - контактным путем.

Вредное воздействие — на сердечно-сосудистую систему; нервную систему; эндокринную систему; нарушение терморегуляции и обмена веществ. Местное воздействие может привести к онемению.

### 3.1. Нормирование ультразвука

ГОСТ 12.1.001-89. Нормируются логарифмические уровни звукового давления в октавных полосах:

12,5 кГц	не более	80 дБА
20 кГц		90 дБА
25 кГц		105 дБА
от 31-100 кГц		110 дБА

### 3.2. Меры защиты

1. Использование блокировок.
2. Звукоизоляция (экранирование).
3. Дистанционное управление.
4. Противошумы.

Приборы контроля: виброакустическая система типа RFT.



## 4. Вибрация

**Вибрация** — механические колебания материальных точек или тел.

Источники вибраций: разное производственное оборудование.

Причина появления вибрации: неуравновешенное силовое воздействие.

Вредные воздействия: повреждения различных органов и тканей; влияние на центральную нервную систему; влияние на органы слуха и зрения; повышение утомляемости.

Более вредная вибрация, близкая к собственной частоте человеческого тела (6-8 Гц) и рук (30-80 Гц).

### 4.1. Основные характеристики

1. Колебательная скорость:  $V$ , м/с
  2. Частота колебаний:  $f$ , Гц
  3. Ср. квадратичное значение колебательной скорости в соответствующей полосе частот:  $V_c$ , м/с
  4. Логарифм. уровень виброскорости при расчетах и нормировании:  $L_v = 20 \lg V_c / V_0$  [дБ]
- $V_0$  - пороговое значение колебательной скорости ( $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с)
- По способу передачи вибрации на человека: - общая; - локальная (ноги или руки).
- По источнику возникновения: - транспортная; - технологическая; - транспортно-технологическая.

### 4.2. Нормирование вибрации

I направление. Санитарно-гигиеническое.

II направление. Техническое (защита оборудования).

ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ Вибрационная безопасность.

Октава  $f_1 \leftarrow f_2$ ,  $f_2/f_1 = 2$ ,  $f_{cp} = \sqrt{f_1 f_2}$

При санитарно-гигиеническом нормировании разных видов вибрации используется логарифмический уровень виброскорости в октавных полосах ср. геом. частот.

Граничные частоты октавных полос:

1,4-2,8	2,8-5,6	5,6-11,2	...	45-90
2	4	8		63 ср. геом. частоты

### 4.3. Методы снижения вибрации

1. Снижение вибрации в источнике ее возникновения.
2. Конструктивные методы (виброгашение, вибродемпфирование - подбор опр. видов материалов, виброизоляция).
3. Организационные меры. Организация режима труда и отдыха.
4. Использование ср-в инд. защиты (защита опорных пов-тей)

### 4.4. Спектр электромагнитного излучения

