

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Суслин А. В.  
(подпись)                      ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИНЖЕНЕРНАЯ АКУСТИКА

Направление/специальность подготовки	20.04.01 Техносферная безопасность
Специализация/профиль/программа подготовки	Инженерная защита окружающей среды
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	10	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**20.04.01 Техносферная безопасность**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
Иванов Николай Игоревич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
Кирпичников Валерий Юлианович, д.т.н., профессор, профессор

\_\_\_\_\_

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
Кудаев Александр Владимирович, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИНЖЕНЕРНАЯ АКУСТИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1/23.5 — способность разрабатывать расчетные схемы и математические модели, позволяющие выполнять акустические расчеты для обеспечения безопасных условий труда и снижения профессиональных рисков
ПСК-1/23.6 — способность разрабатывать рекомендации по снижению уровней воздействия акустических и вибрационных полей в техносфере и на рабочих местах

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1/23.5**

*знания:*

представлять порядок и характер проведения инженерных расчетов виброакустических параметров;  
знать принципы расчетов основных акустических конструкций и вибрационных систем;  
обладает знанием существующих подходов и методов построения расчетных схем и математических моделей. Знает основные принципы моделирования математических моделей;  
знает основные требования и существующие концепции обеспечения безопасных условий труда на рабочих местах;

знает и понимает основные концепции риска, методологию оценки, анализа и снижения рисков;

*умения:*

уметь провести анализ превышений уровней шума и вибрации на нормируемом объекте;  
уметь проводить расчеты по определению требуемого снижения уровней шума и вибрации;  
уметь выбирать расчетную схему для проведения виброакустических расчетов;  
обладает умением проверки точности математических моделей и методики сравнения результатов расчетов с результатами эксперимента;  
обладает умением проведения анализа и оценки профессиональных рисков на рабочих местах;  
обладает умением разработки комплексных мероприятий по снижению профессионального риска, источником которого является сверхнормативное акустическое воздействие на работников;;

*навыки:*

иметь навыки в выборе необходимых конструктивных мер по снижению шума и вибрации;  
иметь навыки в создании алгоритмов для проведения виброакустических расчетов;  
способен использовать прикладное программное обеспечение для выполнения акустических расчетов и расчетов значений рисков;  
способен использовать прикладное программное обеспечение для создания математических моделей.

### **ПСК-1/23.6**

*знания:*

знать основные принципы шумовиброзащиты;  
знать средства снижения шума и вибрации и область их применения;  
знать основные параметры возможных шумовиброзащитных конструкций;  
знать основные элементы шумовиброзащитных мероприятий;  
знать комплекс организационно-технических мероприятий по проектированию элементов шумовиброзащиты;  
знать классификацию средств по снижению шума и вибрации;  
знать общие сведения о влиянии повышенных уровней шума и вибрации на организм человека;  
знать нормативно-методические документы по шумовиброзащитным мероприятиям;

*умения:*

уметь разрабатывать проект по конструкции шумовиброзащитных мероприятий;  
уметь провести классификацию и выбрать необходимый комплекс мер по снижению шума и вибрации;;

*навыки:*

иметь навыки в разработке элементов конструкций по снижению шума и вибрации;  
иметь способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИНЖЕНЕРНАЯ АКУСТИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *20.04.01 Техносферная безопасность*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1/23.5	ПСК-1/23.6
5	10	Раздел 1. Введение в инженерную акустику:. Актуальность проблемы, история, перспективы.	22	7	1	6	15	10	10
5	10	Раздел 2. Базовые теории акустики. Волновая, геометрическая, статистическая - основные термины и определения акустики, особенности и основы волновой, геометрической и статистической (некогерентной) теорий, применение в практических задачах.	11	6	2	4	5	15	15
5	10	Раздел 3. Правило акустических расчетов и решение задач распространения шума в помещении. Основные допущения и границы расчетов, правило расчетов, прохождение звука в соседнее помещение, прохождение звука из помещения наружу и прохождение звука снаружи в помещение.	41	10	2	8	31	15	15
5	10	Раздел 4. Расчеты акустической эффективности звукоизолирующих капотов и кабин. Описание расчетных схем, расчет эффективности звукоизолирующих капотов, расчет эффективности звукоизолирующих кабин.	10	2	2	0	8	15	15
5	10	Раздел 5. Расчет акустической эффективности акустических экранов. Описание расчетных схем и принятые допущения, расчет акустических экранов (АЭ) простой формы, расчет акустических экранов сложной формы.	26	10	4	6	16	15	15
5	10	Раздел 6. Расчет распространения звука при наличии искусственных сооружений. Описание расчетных схем и принятые допущения, расчет звука от источников различной формы в свободном пространстве, прохождении звука через выемки и насыпи, излучение звука с эстакады.	26	10	4	6	16	15	15
5	10	Раздел 7. Закрепление теоретического материала. Проверка полученных решений.	8	6	2	4	2	15	15
Всего за 10 семестр			144	51	17	34	93	100	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в инженерную акустику:.	Физические факторы. Основы. Шум, вибрация, инфразвук – гигиеническое нормирование.	6
2	Раздел 2. Базовые теории акустики.	Измерение шумовых характеристик.	4
3	Раздел 3. Правило акустических расчетов и решение задач распространения шума в помещении.	Измерение физических факторов (правовые вопросы). 2 Нормативная документация на методы выполнения измерений. Классификация объектов измерений. Измерения на рабочих местах. Расчет звукоизоляции преград из различных материалов, конструкций, толщины (СП 23-03-2003)	8
4	Раздел 5. Расчет акустической эффективности акустических экранов.	Измерения акустической эффективности шумозащитных экранов. Расчет шума, эффективности экранов (ГОСТ 31295.2-2005). Сравнение с результатами программы АРМ-Акустика. Сравнение документов (СНиП 23-03-2003 и ГОСТ 31295.2-2005). Рассмотрение различий.	6
5	Раздел 6. Расчет распространения звука при наличии искусственных сооружений.	Измерения на территории жилой застройки. Сравнение документов (СНиП II-12-77 и СНиП 23-03-2003). Рассмотрение различий. Расчет шума (СНиП 23-03-2003). Сравнение документов (СП 51.13330.2011 и СНиП 23-03-2003)	6
6	Раздел 7. Закрепление теоретического материала.	Неопределенность измерений	4
Всего за 10 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в инженерную акустику:.	Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	15
2	Раздел 2. Базовые теории акустики.	Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	5

3	Раздел 3. Правило акустических расчетов и решение задач распространения шума в помещении.	Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме ДЗ-1. Расчет звукоизоляции преград из различных материалов и конструкций по СП 23-103-2003.	31
4	Раздел 4. Расчеты акустической эффективности звукоизолирующих капотов и кабин.	Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	8
5	Раздел 5. Расчет акустической эффективности акустических экранов.	Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме ДЗ-2. Расчет снижения шума экраном по ГОСТ 31295.2.	16
6	Раздел 6. Расчет распространения звука при наличии искусственных сооружений.	Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме ДЗ-3. Расчет проникновения шума с улицы внутрь помещения по СНиП 23-03-2003	16
7	Раздел 7. Закрепление теоретического материала.	Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	2
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>93</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10				ДЗ		ДР		ДЗ, Контр.Р.		ДР				ДЗ		ДР	Тест, Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- тест;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Логос, 2015, 20 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ИНЖЕНЕРНАЯ АКУСТИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *20.04.01 Техносферная безопасность*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1/23.5 способность разрабатывать расчетные схемы и математические модели, позволяющие выполнять акустические расчеты для обеспечения безопасных условий труда и снижения профессиональных рисков;

ПСК-1/23.6 способность разрабатывать рекомендации по снижению уровней воздействия акустических и вибрационных полей в техносфере и на рабочих местах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием целостного представления о базовых принципах и физических основах инженерной акустики, принципах и методах выбора и проектирования средств и методов шумовозащиты. Дисциплина формирует представление о базовых понятиях прикладной виброакустики, принципах формирования сложных звуковых полей и физических процессах шумообразования в источнике. Рассматриваются вопросы излучения, распространения, дифракции и интерференции, поглощения и отражения звука; нормирования шума и вибрации на рабочих местах и на территории жилой застройки; технического нормирования шума машин; шумообразования источников механического, аэродинамического, гидродинамического и электромагнитного шума; борьбы с шумом в источнике образования; виброакустических измерений на рабочих местах и в окружающей среде; основных допущений, принципах и границах акустических расчетов; расчетов шума в помещениях и свободном пространстве; расчетов акустической эффективности средств шумозащиты и расчетов виброзащиты; классификации методов и средств защиты от шума и вибрации; расчет выбора звукоизоляции и звукопоглощения, виброизоляции и вибропоглощения; проектирование звукоизолирующих кабин и капотов, глушителей шума, акустических экранов, систем виброизоляции; проектирования и выбора шумовиброзащиты транспортных машин, железнодорожного транспорта, акустического оружия, авиационного и автомобильного транспорта и производств.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- тест;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение в инженерную акустику:.</b>		
Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (1,2)	15
Итого по разделу 1		15
<b>Раздел 2. Базовые теории акустики.</b>		
Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (3,4)	5
Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Правило акустических расчетов и решение задач распространения шума в помещении.</b>		
Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме ДЗ-1. Расчет звукоизоляции преград из различных материалов и конструкций по СП 23-103-2003.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (6)	31
Итого по разделу 3		31
<b>Раздел 4. Расчеты акустической эффективности звукоизолирующих капотов и кабин.</b>		
Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (8-10)	8
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Расчет акустической эффективности акустических экранов.</b>		
Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме ДЗ-2. Расчет снижения шума экраном по ГОСТ 31295.2.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (11)	16
Итого по разделу 5		16
<b>Раздел 6. Расчет распространения звука при наличии искусственных сооружений.</b>		
Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме ДЗ-3. Расчет проникновения шума с улицы внутрь помещения по СНиП 23-03-2003	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (12-13)	16
Итого по разделу 6		16
<b>Раздел 7. Закрепление теоретического материала.</b>		
Изучение актуальной нормативной документации по рассматриваемой теме	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (14-20)	2
Итого по разделу 7		2

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Тест

Сдача тестирования проводится путем выбора правильного ответа на каждый из 14 вопросов теста (по 4 варианта ответа на каждый вопрос)

При правильном ответе более, чем на 11 вопросов ставится оценка «Отлично»

При правильном ответе более, чем на 9 вопросов ставится оценка «Хорошо»

При правильном ответе более, чем на 7 вопросов ставится оценка «Удовлетворительно»

#### Вопросы к экзамену

Для разделов 1-6

1. Волновая теория акустики: основные положения, границы и примеры применения.
2. Геометрическая теория акустики: основные положения, границы и примеры применения.
3. Статистическая теория акустики: основные положения, границы и примеры применения.
4. Правило акустических расчетов.
5. Расчет звука в помещении.
6. Расчет звука в свободном пространстве.
7. Прохождение звука в соседнее помещение: расчет, допущения.
8. Прохождение звука из помещения в свободное пространство: расчет, допущения.
9. Прохождение звука из свободного пространства в помещение: расчет, допущения.
10. Расчет звукоизолирующего капота.
11. Расчет звукоизолирующей кабины, установленной в помещении.
12. Расчет акустических экранов: расчетная схема, допущения при расчете.
13. Расчет распространения звука в пространстве при наличии выемки.
14. Расчет распространения звука в пространстве при наличии насыпи.

#### Домашнее задание

Домашнее задание №1

Расчет звукоизоляции преград из различных материалов и конструкций по СП 23-103-2003:

Вар. 1 - стекло (5 мм), воздух (5 мм), стекло (5 мм)

Вар. 2 - сталь (1 мм), воздух (20 мм), сталь (1 мм)

Вар. 3 - кирпич (100 мм), воздух (50 мм), кирпич (100 мм)

Вар. 4 - стекло (6 мм), воздух (6 мм), стекло (6 мм).

Домашнее задание №2

Расчет проникновения шума с улицы внутрь помещения по СНиП 23-03-2003

Вар. 1 - 100 м от дороги

Вар. 2 - 150 м от дороги

Вар. 3 - 200 м от дороги

Вар. 4 - 250 м от дороги

Домашнее задание №3

Расчет снижения шума экраном по ГОСТ 31295.2:

Вар. 1 - экран здание, высотой 5 эт.

Вар. 2 - плоский экран, высотой 5 м

Вар. 3 - два параллельных экрана высотой 5 м и 6 м

Вар. 4 - экран здание, высотой 3 эт.

Вар. 5 - плоский экран, высотой 7 м

Вар. 6 - два параллельных экрана высотой 7 м и 10 м

Решения домашних заданий представляются в печатной или рукописной форме. Каждое домашнее задание содержит одну задачу. Домашнее задание признается выполненным при правильно решенной задаче.

### **Контрольная работа**

#### **Контрольная работа №1**

- 1) Единица измерения звукового давления?
- 2) Может ли звуковое давление быть ниже атмосферного?
- 3) Начертить график зависимости звукового давления от времени.
- 4) Начертить график зависимости квадрата звукового давления от времени.
- 5) Написать формулу для определения уровней звукового давления.
- 6) Написать формулу для определения уровней звуковой мощности.
- 7) Дать определение уровня звуковой мощности.
- 8) Дать определение интенсивности звука.
- 9) Рассчитать скорость звука для  $t=220^{\circ}\text{C}$ .
- 10) Дать зависимость частоты от длины волны
- 11) Единица измерения длины волны
- 12) Единица измерения скорости звука
- 13) Указать характер кривой равной громкости
- 14) Начертить график для наиболее распространенных коррекций к уровням звука (A,B,Z);
- 15) Начертить среднечастотный спектр шума и указать границы октавных и третьоктавных полос частот.
- 16) Указать нормируемые частоты инфразвука
- 17) Указать документ, нормирующий инфразвук
- 18) Указать нормируемые частоты шума
- 19) Указать документ, нормирующий шум
- 20) Указать нормируемые частоты ультразвука
- 21) Указать документ, нормирующий ультразвук
- 22) Указать нормируемые частоты общей вибрации

#### **Контрольная работа №2**

- 1) Дать определение эквивалентного уровня звука
- 2) Написать формулу определения эквивалентного уровня звука
- 3) Дать определение максимального уровня звука
- 4) Единицы измерения эквивалентного уровня звука
- 5) Указать взаимосвязь между уровнем звукового воздействия и эквивалентным уровнем звука
- 6) Указать разницу между характеристиками "Slow" и "Fast" шумомера
- 7) Дать определение спектра шума
- 8) Указать нормируемые характеристики постоянного шума
- 9) Указать нормируемые характеристики непостоянного шума
- 10) Дать определение тональному шуму
- 11) Указать примеры изоляции воздушного шума и изоляции ударного шума
- 12) Указать распределение реального звукового поля от точечного источника шума
- 13) Указать единицы измерения виброскорости
- 14) Указать наиболее распространенные частотные коррекции применяемые при измерении вибрации.
- 15) Указать документ, нормирующий вибрацию
- 16) Принцип установления ПДУ.
- 17) Дать критерий отличия постоянного и непостоянного шума
- 18) Для какого временного интервала установлены нормы для ночного времени суток
- 19) Для какого временного интервала установлены нормы для дневного времени суток
- 20) Для какого временного интервала установлены нормы для рабочих мест
- 21) В каких единицах измеряется общий уровень звукового давления инфразвука?
- 22) Указать частотную коррекцию, используемую для оценки коммунальной вибрации.

Контрольная работа считается выполненной при количестве правильных ответов на вопросы от 60% и более. По результатам присваиваются баллы по следующим критериям:

- 60-74% правильных ответов на вопросы – 3 балла;
- 75-89% правильных ответов на вопросы – 4 балла;
- 90% и более правильных ответов на вопросы – 5 баллов.

### **Экзамен**

Оценка сдачи экзамена производится по результатам ответов на вопросы к экзамену, после 100% сдачи выполненных в течение семестра контрольных мероприятий (трех ДЗ, двух КР) по следующим критериям:

- правильный ответ на 1 вопрос (из трех заданных): выставляется оценка «удовлетворительно»;
- правильный ответ на 2 вопроса (из трех заданных): выставляется оценка «хорошо»;
- правильный ответ на 3 вопроса: выставляется оценка «отлично».

Для повышения оценки, полученной в ходе устных ответов на экзаменационные вопросы, могут быть учтены оценки за выполненные контрольные работы.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1/23.5	ПСК-1/23.6	
5	10	Раздел 1. Введение в инженерную акустику:.	22	7	1	6	15	10	10	Тест, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 2. Базовые теории акустики.	11	6	2	4	5	15	15	Тест, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 3. Правило акустических расчетов и решение задач распространения шума в помещении.	41	10	2	8	31	15	15	Тест, Контрольная работа, Домашнее задание, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 4. Расчеты акустической эффективности звукоизолирующих капотов и кабин.	10	2	2	0	8	15	15	Тест, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 5. Расчет акустической эффективности акустических экранов.	26	10	4	6	16	15	15	Тест, Домашнее задание, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 6. Расчет распространения звука при наличии искусственных сооружений.	26	10	4	6	16	15	15	Тест, Домашнее задание, Вопросы к экзамену
5	10	Раздел 7. Закрепление теоретического материала.	8	6	2	4	2	15	15	Тест
Всего за 10 семестр			144	51	17	34	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-1/23.5

Вопросы открытого типа:

- № 1 Согласно принципу \_\_\_\_\_ (ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ), при распространении звука от протяженного источника конечных размеров образуется волновой фронт, каждая точка которого действует как вторичный источник звука.
- № 2 Условие, описывающее границу диффузности поля, содержащее отношение частоты и объема помещения называется условием \_\_\_\_\_ (ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 3 Что образуется при сложении двух плоских волн в противофазе?
- № 4 Чему равна скорость звука в воздухе в нормальных условиях?
- № 5 Ближнее (или квазистационарное) звуковое поле это ...?
- № 6 Распишите, какие параметры учитываются при расчете распространения шума из одного помещения в другое?
- № 7 От каких параметров зависит затухание звука в помещении в отраженном поле?
- № 8 В цехе работают три станка с разными уровнями звука:  $L_1 = 88$  дБА,  $L_2 = 92$  дБА,  $L_3 = 81$  дБА. Определить суммарный УЗ.
- № 9 По времени воздействия на работника шум делится на:
- постоянный
  - непостоянный
  - эквивалентный
  - импульсный
- № 10 Выполнены измерения УЗД бытового прибора, для которого в паспорте указана нормативная характеристика УЗ. Требуется перевести УЗД в УЗ.

Характеристики	Уровни звукового давления, дБ, и поправки в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Измеренная характеристика бытового прибора	80	87	86	85	82	81	79	80	73

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Область дифракции Френеля это \_\_\_\_\_ звуковая волна
- Цилиндрическая
  - Сферическая
  - Плоская
- № 2 Уменьшение УЗ (УЗД) дБА (дБ) с удвоением расстояния для линейного излучателя составляет
- 3
  - 6
  - 12
- № 3 Для источника, расположенного на поверхности пространственный угол излучения равен
- 2π
  - 4π
  - 8π
  - π
- № 4 Уровень звуковой мощности НЕ зависит от
- Расстояния от центра установки до расчетной точки
  - Уровня звука
  - Показателя направленности
- № 5 Размер зоны акустической тени определяется в том числе и высотой, на которой расположен

источник шума

1. Верно

2. Неверно

№ 6

Средний коэффициент звукопоглощения кабины НЕ зависит от

1. Площади ограждающих поверхностей кабины

2. Числа поверхностей ограждений с разными коэффициентами звукопоглощения

3. Объема кабины

№ 7

Капоты считаются акустически негерметичными при значении степени герметизации

1.  $\leq 10\%$

2.  $\geq 10\%$

3.  $\geq 5\%$

4.  $\leq 5\%$

№ 8

Огибание звуковыми волнами края препятствия называется...

a) интерференцией

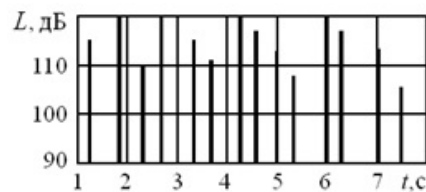
b) абсорбцией

c) дифракцией

d) дивергенцией

№ 9

Какой вид шума представлен на графике?



a) постоянный шум

b) прерывистый шум

c) импульсный шум

d) колеблющийся шум

№ 10

Укажите правильную формулу, связывающую уровень звука и уровень звуковой мощности

a)

$$L_{\mathcal{W}_A} = 10 \lg \left( L_A + \frac{S}{S_0} \right)$$

b)

$$L_{\mathcal{W}_A} = L_A + \lg \frac{S}{S_0}$$

c)

$$L_{\mathcal{W}_A} = L_A + 10 \lg \frac{S}{S_0}$$

d)



$$L_{\text{в.а}} = L_{\text{а}} + 20 \lg \frac{S}{S_0}$$

### ПСК-1/23.6

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Как называется вибрация, передаваемая через кисти рук человека в местах контакта его с управляемой машиной, инструментом или обрабатываемым изделием?
- № 2 Область снижения шума за шумозащитным экраном называется зона ...
- № 3 Принцип работы данного глушителя — преобразование звуковой энергии в иные виды энергии, преимущественно в тепловую.

О каком глушителе идет речь?

- № 4 Шумовая характеристика точечного источника шума, измеренная на расстоянии 10 м, составляет 90 дБА. Какой уровень звука будет в расчетной точке на расстоянии 40 м от источника? (затуханием за счет подстилающей поверхности можно пренебречь, экранирующие сооружения на пути распространения звука отсутствуют)
- № 5 Укажите правильные утверждения: Эффективность вибродемпфирующего покрытия изменится в большую сторону при ...

- а) При увеличении толщины ВДП
- б) При увеличении площади наносимого ВДП
- в) При увеличении массы наносимого ВДП
- г) При снижении числа ребер жесткости на излучающей звук пластине
- е) При нанесении слоя ВДП толщиной сопоставимой или меньше толщины излучающей пластины
- ф) При нанесении ВДП на излучающую пластину небольшими участками чередующийся со свободными от ВДП участками

- № 6 Дайте описания закона масс для звукоизоляции перегородок. В каких случаях данный закон соблюдается, а в каких нет.
- № 7 На какие две группы можно разделить все средства коллективной защиты от шума по отношению к источнику шума? Приведите по три примера средств защиты от шума для каждой группы.
- № 8 Что такое звукопоглощение?
- № 9 Что собой представляет резонатор Гельмгольца? Для чего он используется?
- № 10 Звуковое поле на рабочем месте (РМ) формируется двумя источниками шума (ИШ). Уровень звука на РМ при работающем ИШ №1 составляет 94 дБА, уровень звука на РМ при работающем ИШ №2 составляет 78 дБА. При норме в 80 дБА на РМ требуется ли разработка шумозащитных мероприятий? Имеется ли необходимость снижать шум от обоих источников? Обоснуйте свой ответ.

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Выберите корректное определение термина «звукоизоляция»:

Звукоизоляция – это ...

- а) метод защиты от воздушного шума, основанный на отражении звука
- б) величина, на которую снижается структурный звук при передаче на расстояние
- в) метод защиты от воздушного шума, основанный на преобразовании энергии звуковой волны во внутреннюю (тепловую) энергию среды материала, в которой распространяется волна
- г) отношение величины падающего на преграду шума к величине прошедшего шума

- № 2 Выберите правильное утверждение:

Эффективность акустического экрана зависит от:

- а) Высоты экрана
- б) Расположения к источнику шума и защищаемому объекту

- c) Уровня звуковой мощности источника шума
- d) Материала

№ 3 Что не является средством индивидуальной защиты от шума?

- a) глушители
- b) акустические экраны
- c) звукоизолирующие кабины
- d) шлемы и каски
- e) противощумовые костюмы

№ 4 Выберите правильное утверждение:

Из каких основных узлов обычно НЕ состоит активный глушитель звука:

- a) Микрофон, система преобразования звука, динамик
- b) Микрофон, система преобразования звука, динамик, расширительная камера
- c) Микрофон, система преобразования звука, резонатор
- d) Резонатор, воздуховод, динамик

№ 5 Выберите правильное утверждение:

В качестве звукопоглощающего материала рекомендуется применять:

- a) материал имеющий наибольшую звукоизоляцию.
- b) пористый или волокнистый материал, обладающий высокой поверхностной площадью
- c) материал, обладающий наибольшей скоростью распространения в нем звука
- d) материал, обладающий наименьшим значением величины модуля Юнга

№ 6 Основными факторами, влияющими на акустическую эффективность звукоизолирующих капотов, являются:

- a) звукоизоляция элементов ограждения (стенок) капота
- b) звукопоглощение внутренних поверхностей капота
- c) площадь свободных незакрытых проемов, щелей и отверстий

№ 7 В рабочей зоне имеется два источника узкополосного шума: источник шума № 1 формирует звуковую волну со среднегеометрической частотой 125 Гц, а источник № 2 со среднегеометрической частотой 4000 Гц и при этом уровни звукового давления (измеренные на рабочем месте) на этих частотах у обоих источников равны 70 дБ, а УЗД на других октавных полосах у обоих источников пренебрежительно малы. Оцените какой из источников окажет превалярующий вклад в формирование эквивалентного уровня звука на рабочем месте (источник удалены на одинаковое расстояние от рабочего места и имеют одинаковую продолжительность работы)?

- a) вклад обоих источников будет равен
- b) основной вклад окажет источник № 1
- c) основной вклад окажет источник № 2
- d) оба источника не окажут вклад в формирование эквивалентного уровня звука

№ 8 Основной недостаток установки любого глушителя шума?

- a) Появление вибрации в системе

- b) Увеличение противодействия в системе
- c) Смещение собственных частот системы в резонансную область
- d) Увеличение габаритов конструкции

№ 9 Верно ли утверждение?

Звукоизоляция НЕ зависит от плотности материала из которого выполнена перегородки и от ее толщины.

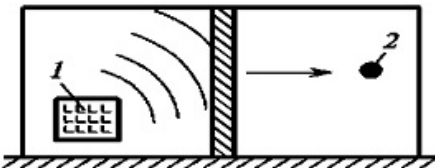

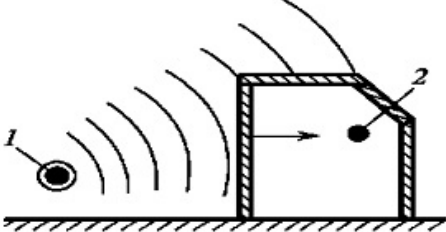
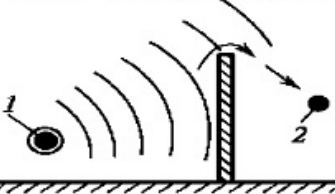
№ 10 Ниже представлены схемы звукоизолирующих конструкций, где 1 – источник шума; 2 – точка наблюдения (рабочее место). Сопоставьте изображения звукоизолирующих конструкций с их названиями.

звукоизолирующая перегородка

звукоизолирующая кабина

акустический экран

звукоизолирующий капот (кожух)

	<p>звукоизолирующая перегородка</p>
	<p>звукоизолирующая кабина</p>
 	<p>акустический экран</p> <p>звукоизолирующий капот (кожух)</p>