

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ВИБРОАКУСТИКИ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Бакалавриат
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	
3	5	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	зач.
3	6	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.
4	7	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	экз.
ВСЕГО		9	324	153	85	0	68	171	0	0	171	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.03.03 Прикладная механика

год набора группы: 2024

Программу составили:

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

\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
Васильев Александр Петрович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
Шабарова Анастасия Владимировна, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
Упоров Павел Анатольевич, преподаватель

\_\_\_\_\_

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 ОСНОВЫ ВИБРОАКУСТИКИ**

### **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-7.1 — способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций
ПСК-7.4 — способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-7.1**

*знания:*

основ безопасной эксплуатации машин и конструкций;

*умения:*

проводить оценку условий труда и идентифицировать потенциально опасные факторы, используя различные методы и инструменты;

*навыки:*

работы с программами для моделирования и расчета параметров воздействия физических факторов.

### **ПСК-7.4**

*знания:*

о методах анализа и контроля вибраций, включая статистические и динамические методы оценки колебаний;

*умения:*

организовывать и проводить экспериментальные испытания для выявления прочностных и вибрационных характеристик конструкций, а также анализа результатов;

*навыки:*

разработки проектных решений, учитывающих прочностные и виброакустические аспекты объектов, с целью обеспечения безопасности их эксплуатационных условий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ВИБРОАКУСТИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ИНЖЕНЕРНАЯ АКУСТИКА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- УК-8 — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 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-7.1	ПСК-7.4
3	5	Раздел 1. Введение. Актуальность проблемы, основное содержание дисциплины, определение, цели и задачи, краткая история становления.	11	2	2	0	9	5	5
3	5	Раздел 2. Основные понятия физической акустики. Изучение и распространение звука. Распространение звука в помещении. Поглощение, отражение и прохождение звука. Интерференция звука. Дифракция звука.	14	5	3	2	9	5	5
3	5	Раздел 3. Основы физиологической акустики. Основные понятия о шуме и вибрации. Теория слуха. Общие характеристики шума. Спектральные и временные характеристики шума. Операции с децибелами. Примеры расчетов. Характеристики вибрации.	29	13	3	10	16	5	5
3	5	Раздел 4. Нормирование шума и вибрации, инфра- и ультразвука. Воздействие шума на человека. Основные принципы нормирования шума. Нормы шума на рабочих местах. Нормы шум в зданиях и на территории жилой застройки. Технические нормы шума машин. Инфра – и ультразвук: влияние на человека, нормирование. Влияние вибрации на человека, нормирование.	20	4	4	0	16	5	5
3	5	Раздел 5. Источники шума. Классификация. Механический шум деталей машин. Аэродинамический шум. Гидродинамический шум. Электромагнитный шум.	12	2	2	0	10	5	5
3	5	Раздел 6. Акустические расчеты в инженерной акустике. Базовые положения акустических расчетов. Расчеты шума в открытом пространстве. Расчеты шума в помещениях.	22	8	3	5	14	5	5
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	30	30
3	6	Раздел 7. Методы и средства защиты от шума и вибрации. Классификация. Средства индивидуальной защиты от шума. Активная шумовиброзащита.	8	4	4	0	4	5	5
3	6	Раздел 8. Звукоизоляция и звукопоглощение. Звукоизолирующие и звукопоглощающие средства. Классификация звукоизолирующих ограждений. Упрощенный расчет звукоизоляции однослойного (однослойного) ограждения. Графоаналитический расчет звукоизоляции однослойного ограждения. Расчет звукоизоляции многослойного и двустенного ограждений. Влияние на звукоизоляцию проемов, отверстий и щелей. Классификация звукопоглощающих конструкций. Расчет звукопоглощения.	12	8	4	4	4	5	5
3	6	Раздел 9. Звукоизолирующие кабины. Применение. Классификация. Влияние внешних и внутренних источников на шум в кабине. Процессы шумообразования в кабинах транспортных машин. Акустические свойства кабин. Вклад звуковой вибрации в процессы шумообразования в кабине. Проектирование звукоизолирующих кабин.	9	4	3	1	5	5	5
3	6	Раздел 10. Звукоизолирующие капоты. Применение. Классификация. Связь акустической эффективности с тепловым режимом. Связь акустической эффективности с конструктивным исполнением. Проектирование звукоизолирующих капотов.	10	4	3	1	6	5	5
3	6	Раздел 11. Акустические экраны. Классификация. Физические принципы работы АЭ. Выбор параметров АЭ. Расположение и монтаж АЭ. Конструирование и применение транспортных АЭ.	10	4	3	1	6	5	5
3	6	Раздел 12. Глушители шума. Физические принципы работы. Характеристики. Классификация и применение. Расчет эффективности некоторых глушителей. Глушители воздуховодов. Глушители шума выпуска двигателей внутреннего сгорания.	12	4	3	1	8	5	5
3	6	Раздел 13. Виброизоляция и вибродемпфирование. Применение. Физическая сущность. Расчет эффективности виброизоляции. Типы виброизоляторов. Классификация и расчет вибродемпфирующих покрытий. Применение и эффективность вибродемпфирующих покрытий и конструкций.	18	10	6	4	8	5	5
3	6	Раздел 14. Основные акустические измерения. Шум на рабочих местах. Шум в помещениях и на территории. Определение шумовых характеристик оборудования. Определение звукоизоляции, звукопоглощения. Виброизоляция и вибродиагностика. Определение акустической эффективности шумозащитных конструкций.	14	6	4	2	8	5	5
3	6	Раздел 15. Практика борьбы с шумом и вибрацией. Образование и снижение шума в городах. Образование и снижение шума и вибрации в зданиях. Проектирование шумозащиты. Снижение шума на производстве. Образование и снижение авиационного шума. Шум и вибрация железнодорожного транспорта.	15	7	4	3	8	5	5
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	45	45
4	7	Раздел 16. Основные параметры периодического колебательного процесса. Свободные колебания. Собственная частота колебаний. Затухающие колебания.	12	8	6	2	4	5	5
4	7	Раздел 17. Колебательные процессы в конструкциях разных типов. Изгибные и продольные волны в пластинчатых и оболочечных конструкциях.	23	15	7	8	8	5	5
4	7	Раздел 18. Влияние резонансных колебаний на конструкции. Физические основы резонансных колебаний в конструкциях.	25	15	7	8	10	5	5
4	7	Раздел 19. Связь резонансных колебаний с шумом и вибрацией. Теоретические исследования негативного влияния резонансных колебаний на вибрацию и шум.	25	15	7	8	10	5	5
4	7	Раздел 20. Снижение влияния резонирующих колебаний. Резонирующие средства улучшения виброшумовых характеристик конструкций.	23	15	7	8	8	5	5
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	25	25
Всего по дисциплине			324	153	85	68	171	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Основные понятия физической акустики.	Измерение скорости звука в воздухе	2
2	Раздел 3. Основы физиологической акустики.	Операции с децибелами.	2
3		Расчеты вибрации	2
4		Измерение общей вибрации, воздействующей на человека. Проведение измерений в помещениях жилых и общественных зданий	2
5		Определение временных и спектральных характеристик шума	2
6		Измерение локальной вибрации, воздействующей на человека.	2
7	Раздел 6. Акустические расчеты в инженерной акустике.	Расчет распространения шума в открытом пространстве	1
8		Расчет распространения шума в помещении	1
9		Расчет распространения шума из одного помещения в другое	1
10		Расчет звукоизоляции	2
Всего за 5 семестр			17
11	Раздел 8. Звукоизоляция и звукопоглощение.	Расчет звукопоглощения	1
12		Измерение времени реверберации помещений	1
13		Определение индекса изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями	1
14		Определение индекса приведенного уровня ударного шума	1
15	Раздел 9. Звукоизолирующие кабины.	Расчет звукоизолирующих кабин	1
16	Раздел 10. Звукоизолирующие капоты.	Расчет звукоизолирующих капотов	1
17	Раздел 11. Акустические экраны.	Расчет акустических экранов	1
18	Раздел 12. Глушители шума.	Расчеты глушителей шума	1
19	Раздел 13. Виброизоляция и	Расчет виброизоляторов	4

	вибродемпфирование.		
20	Раздел 14. Основные акустические измерения.	Измерение уровней шума на рабочих местах	1
21		Измерение уровней звуковой мощности машин и оборудования	1
22	Раздел 15. Практика борьбы с шумом и вибрацией.	Расчеты распространения шума от различных источников в застройке	1
23		Измерение шумовой характеристики автотранспортного потока	1
24		Измерение шумовой характеристики рельсового транспорта	1
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>17</b>
25	Раздел 16. Основные параметры периодического колебательного процесса.	Расчет скорости изгибных волн в стержнях	2
26	Раздел 17. Колебательные процессы в конструкциях разных типов.	Изучение влияния среды на колебания конструкций	8
27	Раздел 18. Влияние резонансных колебаний на конструкции.	Исследование вибровозбудимости конструкций	8
28	Раздел 19. Связь резонансных колебаний с шумом и вибрацией.	Исследование природы возникновения резонансных явлений в конструкциях и их элементах.	8
29	Раздел 20. Снижение влияния резонирующих колебаний.	Изучение колебаний цилиндрических оболочек	8
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	9
2	Раздел 2. Основные понятия физической акустики.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	6
3		Подготовка и оформление отчета по практическому заданию	3
4	Раздел 3. Основы физиологической акустики.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	12
5		Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	4
6	Раздел 4. Нормирование шума и вибрации, инфра- и ультразвука.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	16
7	Раздел 5. Источники шума.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	10
8	Раздел 6. Акустические расчеты в инженерной акустике.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	10
9		Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	4
Всего за 5 семестр			74
10	Раздел 7. Методы и средства защиты от шума и вибрации.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	4
11	Раздел 8. Звукоизоляция и звукопоглощение.	Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	2
12		Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	2
13	Раздел 9. Звукоизолирующие кабины.	Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	2
14		Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	3
15	Раздел 10. Звукоизолирующие капоты.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	4
16		Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	2
17	Раздел 11. Акустические экраны.	Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	3
18		Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	3
19	Раздел 12. Глушители шума.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	4
20		Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	4
21	Раздел 13. Виброизоляция и вибродемпфирование.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	4
22		Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	4
23	Раздел 14. Основные акустические измерения.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	8
24	Раздел 15. Практика борьбы с шумом и вибрацией.	Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	4
25		Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	4
Всего за 6 семестр			57
26	Раздел 16. Основные параметры периодического колебательного процесса.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	4
27	Раздел 17. Колебательные процессы в конструкциях разных типов.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	8
28	Раздел 18. Влияние резонансных колебаний на конструкции.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	10
29	Раздел 19. Связь резонансных колебаний с шумом и вибрацией.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	10
30	Раздел 20. Снижение влияния резонирующих колебаний.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	8
Всего за 7 семестр			40

#### 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
5		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		ДР			Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР	Тест, зач.
6		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	Тест, диф. зач.
7		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		ДР			Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР	Тест

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Тест – тест;
- зач. – зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Коллективные средства защиты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 457 экз.
2. В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 30 экз.
3. 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. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <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:**

1. Проектор.

### **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 **ОСНОВЫ ВИБРОАКУСТИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. 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-7.1 способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций;

ПСК-7.4 способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с понятиями шума и вибрации, их воздействия на человека, его среду обитания. Прививаются навыки работы на современном измерительном оборудовании. Рассматриваются современные методы для обработки результатов измерений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме контрольной работы, контроль в форме зачета, дифференцированного зачета, контроль в форме экзамена.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **9 з.е., 324 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**85 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**171 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 324 ч., из них 153 ч. аудиторных занятий, и 171 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.
Раздел 1. Введение.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 1)	9
Итого по разделу 1		9
Раздел 2. Основные понятия физической акустики.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 1)	6
Подготовка и оформление отчета по практическому заданию		3
Итого по разделу 2		9
Раздел 3. Основы физиологической акустики.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 2)	12
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий		4
Итого по разделу 3		16
Раздел 4. Нормирование шума и вибрации, инфра- и ультразвука.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 3)	16
Итого по разделу 4		16
Раздел 5. Источники шума.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 4)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Акустические расчеты в инженерной акустике.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 6)	10
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий		4
Итого по разделу 6		14
Раздел 7. Методы и средства защиты от шума и вибрации.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 7) . Коллективные средства защиты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1,2)	4
Итого по разделу 7		4
Раздел 8. Звукоизоляция и звукопоглощение.		
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 8)	2
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела		2
Итого по разделу 8		4
Раздел 9. Звукоизолирующие кабины.		
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 9) . Коллективные средства защиты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2.8)	2
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела		3
Итого по разделу 9		5
Раздел 10. Звукоизолирующие капоты.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 10) . Коллективные средства защиты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2.7)	4
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий		2
Итого по разделу 10		6
Раздел 11. Акустические экраны.		
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 11)	3
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела		3

Итого по разделу 11		6
Раздел 12. Глушители шума.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 12)	4
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий		4
Итого по разделу 12		8
Раздел 13. Виброизоляция и вибродемпфирование.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 13) . Коллективные средства защиты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	4
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий		4
Итого по разделу 13		8
Раздел 14. Основные акустические измерения.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 5)	8
Итого по разделу 14		8
Раздел 15. Практика борьбы с шумом и вибрацией.		
Выполнение домашних заданий по теме практических занятий	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (Глава 14-20)	4
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела		4
Итого по разделу 15		8
Раздел 16. Основные параметры периодического колебательного процесса.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 1)	4
Итого по разделу 16		4
Раздел 17. Колебательные процессы в конструкциях разных типов.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 1)	8
Итого по разделу 17		8
Раздел 18. Влияние резонансных колебаний на конструкции.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 3)	10
Итого по разделу 18		10
Раздел 19. Связь резонансных колебаний с шумом и вибрацией.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 3)	10
Итого по разделу 19		10
Раздел 20. Снижение влияния резонирующих колебаний.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела	В. Ю. Кирпичников. . Вибровозбудимость конструкций и пути её уменьшения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 4)	8
Итого по разделу 20		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- зачет;
- дифференцированный зачет;
- 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

Тестирование проводится в форме диагностической работы в ЭИОС Moodle. Студенту предлагается 10 тестовых вопросов.

Время выполнения - 15 минут, 2 попытки.

Критерии оценивания диагностической работы:

при выполнении не менее 60% заданий – 10 баллов;

при выполнении менее 60% заданий - 0 баллов.

Успешное прохождение теста регистрируется при условии прохождения тестирования в срок, предусмотренный графиком КМ.

Комплект типовых тестовых вопросов включён в состав УМК дисциплины, вопросы расположены в ЭИОС Moodle

#### Отчет по практическому заданию

Критерии оценивания задания:

Верное решение расчетной части задания и верное выполнение одной практической части задания - 4 балла

Верное решение расчетной части задания и верное выполнение двух практических частей задания - 9 баллов

Верное решение расчетной части задания и верное выполнение трех практических частей задания - 15 баллов

Итоговый балл за задание рассчитывается как произведение максимального балла, указанного в технологической карте на процент выполнения.

#### Зачет

Выставляется по сумме результатов контрольных мероприятий, проводимых в течение семестра в соответствии с графиком.

График контрольных мероприятий предусматривает выполнение студентом трёх диагностических работ, четырех индивидуальных заданий. Максимальная сумма баллов за семестр – 100 баллов с учётом посещаемости (до 10 баллов).

Набранная итоговая сумма баллов пересчитывается в оценку по следующей схеме:

60 баллов и более - зачтено

менее 60 баллов - не зачтено.

#### Дифференцированный зачет

Выставляется по сумме результатов контрольных мероприятий, проводимых в течение семестра в соответствии с графиком.

График контрольных мероприятий предусматривает выполнение студентом трёх диагностических работ и двух индивидуальных заданий. Максимальная сумма баллов за семестр – 84 баллов с учётом посещаемости (до 10 баллов).

Набранная итоговая сумма баллов пересчитывается в оценку по следующей схеме:

- 75 – 84 балла - хорошо;

- 51 – 74 баллов – удовлетворительно

менее 51 - не зачтено.

В случае несогласия с итоговой оценкой студент имеет право на сдачу зачета в устной форму по всему курсу с целью её повышения.

#### Экзамен

Выставляется по сумме результатов контрольных мероприятий, проводимых в течение семестра в соответствии с графиком.

График контрольных мероприятий предусматривает выполнение студентом трёх диагностических работ и двух индивидуальных заданий. Максимальная сумма баллов за семестр – 84 баллов с учётом посещаемости (до 10 баллов).

Набранная итоговая сумма баллов пересчитывается в оценку по следующей схеме:

- 75 – 84 балла - хорошо;

- 51 – 74 баллов – удовлетворительно

менее 51 - не зачтено.

В случае несогласия с итоговой оценкой студент имеет право на сдачу экзамена в форме устного ответа на вопросы по всему курсу с целью её повышения.

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-7.1	ПСК-7.4	
3	5	Раздел 1. Введение.	11	2	2	0	9	5	5	Тест
3	5	Раздел 2. Основные понятия физической акустики.	14	5	3	2	9	5	5	Тест
3	5	Раздел 3. Основы физиологической акустики.	29	13	3	10	16	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 4. Нормирование шума и вибрации, инфра- и ультразвука.	20	4	4	0	16	5	5	Тест
3	5	Раздел 5. Источники шума.	12	2	2	0	10	5	5	Тест
3	5	Раздел 6. Акустические расчеты в инженерной акустике.	22	8	3	5	14	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	30	30	
3	6	Раздел 7. Методы и средства защиты от шума и вибрации.	8	4	4	0	4	5	5	Тест
3	6	Раздел 8. Звукоизоляция и звукопоглощение.	12	8	4	4	4	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 9. Звукоизолирующие кабины.	9	4	3	1	5	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 10. Звукоизолирующие капоты.	10	4	3	1	6	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 11. Акустические экраны.	10	4	3	1	6	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 12. Глушители шума.	12	4	3	1	8	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 13. Виброизоляция и вибродемпфирование.	18	10	6	4	8	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
3	6	Раздел 14. Основные акустические измерения.	14	6	4	2	8	5	5	Тест
3	6	Раздел 15. Практика борьбы с шумом и вибрацией.	15	7	4	3	8	5	5	Тест, Отчет по практическому заданию
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	45	45	
4	7	Раздел 16. Основные параметры периодического колебательного процесса.	12	8	6	2	4	5	5	Тест
4	7	Раздел 17. Колебательные процессы в конструкциях разных типов.	23	15	7	8	8	5	5	Тест
4	7	Раздел 18. Влияние резонансных колебаний на конструкции.	25	15	7	8	10	5	5	Тест
4	7	Раздел 19. Связь резонансных колебаний с шумом и вибрацией.	25	15	7	8	10	5	5	Тест
4	7	Раздел 20. Снижение влияния резонирующих колебаний.	23	15	7	8	8	5	5	Тест
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	25	25	
Всего по дисциплине			324	153	85	68	171	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-7.1

Вопросы открытого типа:

№ 1 Опишите принцип Гюйгенса для звукового поля

№ 2 Запишите формулу, связывающую акустическую постоянную помещения с эквивалентной площадью звукопоглощения

№ 3 От чего зависит эффективность шумозащитного экрана? Какие типы шумозащитных экранов вы знаете? Какие требования предъявляются к ш экранам?

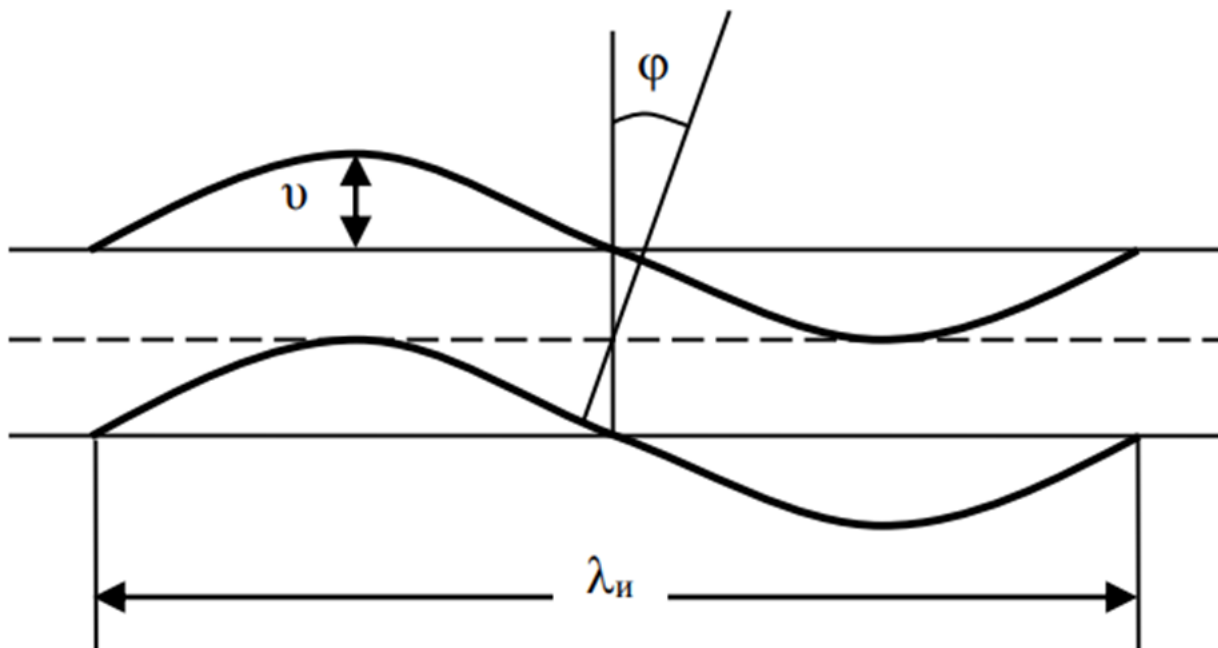
№ 4 Назовите не менее четырех способов увеличения эффективности шумозащитного капота.

№ 5 Опишите:

- три формы источников шума;
- условия, при которых источник можно отнести к той или иной форме;
- что собой представляет звуковая волна, распространяющаяся от источников той или иной формы, охарактеризуйте процесс затухания каждо

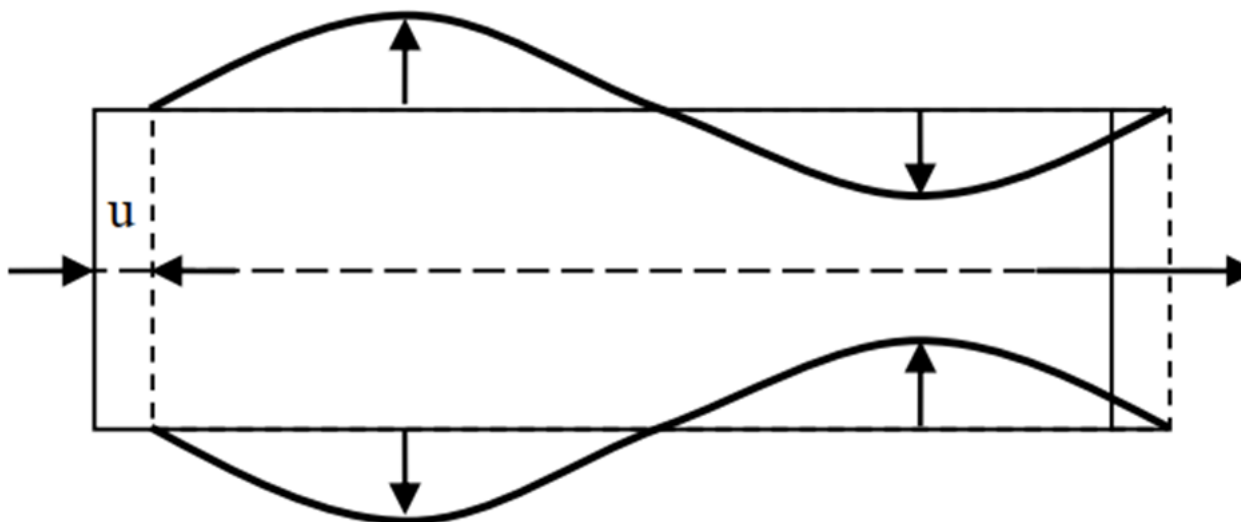
№ 6 Напишите формулу для сложения уровней звука n источников шума.

№ 7



Перед вами условная схема деформации при распространении

№ 8



Перед вами условная схема деформации при распространении

№ 9 Основной характеристикой колебательного процесса, используемой для описания его затухания, является

№ 10 Критическая частота, или частота совпадения, соответствует частоте распространения изгибных волн, при которой скорость изгибных волн ра

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Звукоизоляция – метод защиты от воздушного шума, основанный на:

- Отражении звука
- Поглощении звука
- Дифракции звука
- Интерференции звука

№ 2 От каких параметров зависит звукоизоляция перегородки?



- a) толщина
- b) плотность
- c) наличие щелей
- d) высота
- e) длина

№ 3 Явление кавитации является причиной возникновения шума:

- a) гидродинамического
- b) аэродинамического
- c) электромагнитного
- d) механического

№ 4 Активные средства шумозащиты получили широкое применение вследствие эффективного снижения шума на частотах:

- a) низких
- b) высоких
- c) средних
- d) во всем диапазоне

№ 5 От каких параметров зависит затухание звука в помещении в отраженном поле?

- a) коэффициент звукопоглощения ограждающих конструкций
- b) площадь ограждающих конструкций
- c) расстояние от источника шума
- d) толщина ограждающих конструкций
- e) направленность источника излучения

№ 6 Вибродемпфирование основано на принципе

- a) Поглощения вибрации
- b) Отражения вибрации
- c) Отражения звука
- d) Поглощения звука

№ 7 К основным способам, повышающим звукоизоляцию панелей кабин, не относят:

- a) увеличение размеров кабины
- b) тщательную акустическую герметизацию
- c) вибродемпфирование
- d) увеличение поверхностной массы

№ 8 К основным методам определения коэффициента потерь колебательной энергии в конструкциях относят

- A. реверберационный метод
- B. метод измерения ширины резонансной характеристики
- C. метод пространственного затухания изгибных волн
- D. метод вынужденных резонансных колебаний
- E. метод вынужденных нерезонансных изгибных колебаний

№ 9

$$f_{кр} = \frac{0,55c^2}{c_{np}h}$$

Данное выражение критической частоты колебаний изгибных волн справедливо для

- A. пластины
- B. стержня прямоугольного сечения
- C. стержня круглого сечения
- D. стержня кольцевого сечения
- E. стержня любого сечения

№ 10 Основными типами корпусных и внутрикорпусных конструкций транспортных средств являются

- A. плоские или искривленные подкрепленные пластины
- B. плоские или искривленные неподкрепленные пластины
- C. стержни
- D. круговые цилиндрические оболочки
- E. струны
- F. двутавры
- G. плоские или искривленные псевдоподкрепленные пластины

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Напишите формулу определения скорости звука в воздухе (с учетом влияния температуры воздуха)
- № 2 Напишите формулу расчета уровня звуковой мощности источника шума через измеренные уровни звукового давления на измерительной (оглашающей) поверхности.
- № 3 Какой бывает вибрация по направленности, частоте и временным характеристикам? Чем характеризуется вибрация, в каких единицах измеряются эти величины?
- № 4 Объясните в чем заключается явление резонанса, чем оно опасно для оборудования и конструкций? Каким образом можно избежать данного явления?
- № 5 Расскажите в чем заключается принцип вибродемпфирования. Для чего используются вибродемпфирующие покрытия?
- № 6 Опишите какие источники формируют звуковое поле внутреннего шума автотранспортного средства. От чего зависит величина вклада указанных источников в формирование звукового поля?
- № 7 Дайте определение коррекции «А» шумомера? Опишите спектральное распределение поправочных коэффициентов данной коррекции (допускается указание конкретных значений).
- № 8 Размерностью величины механического сопротивления  $Z$  является
- № 9 Величина механического сопротивления  $Z$  для бесконечной пластины пропорциональна
- № 10 При возбуждении конструкции силой  $F$ ,  $H$ , ее вибрационный отклик задают
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 К основным факторам, влияющим на акустическую эффективность звукоизолирующих капотов, относят:
- а) звукоизоляция элементов ограждения (стенок) капота
  - б) звукопоглощение внутренних поверхностей капота
  - в) звукопоглощение наружных поверхностей капота
- № 2 В зависимости от причин и характера возникновения различают четыре основных типа источников шума:
- а) вихревой, пульсационный, механический, электромагнитный
  - б) сиренный, пульсационный, механический, электромагнитный
  - в) механический, аэродинамический, кавитационный, электромагнитный
  - г) механический, аэродинамический, гидродинамический, электромагнитный
- № 3 Составляющая звукового поля, обусловленная излучением шума вибрацией ограждающих конструкций называется:
- а) структурным шумом
  - б) воздушным шумом
  - в) ближним звуковым полем
  - г) бегущей волной
- № 4 Частота собственных колебаний виброизолированного объекта не зависит от:
- а) массы объекта
  - б) статического прогиба виброизоляторов
  - в) жесткости виброизоляторов
  - г) коэффициента потерь
- № 5 Выберите причины возникновения колебаний в зубчатых передачах:
- а) соударение зубьев при входе в зацепления
  - б) разная толщина внутренних колец, асимметрия тел качения
  - в) деформация зубьев
  - г) переменные силы трения
  - д) звуковая вибрация в статоре и роторе
- № 6 В каких единицах измеряется интенсивность звука?
- а) Вт/м<sup>2</sup>
  - б) дБ
  - в) дБА
  - г) Вт/с
- № 7 Какой из приведенных типов шума, не относится к шуму по классификации в зависимости от характера спектра:
- а) широкополосный
  - б) тональный
  - в) смешанный
  - г) импульсный
- № 8 Механическое сопротивление  $Z$  – сила, вызывающая

- A. единичную виброскорость
  - B. единичное виброускорение
  - C. единичное виброперемещение
  - D. единичную вибросилу
  - E. единичную вибрацию
- № 9 При распространении изгибной волны без затухания по бесконечной пластине с неоднородностью пластина становится
- A. излучателем звуковой энергии
  - B. поглотителем звуковой энергии
  - C. излучателем вибрационной энергии
  - D. излучателем тепловой энергии
- № 10 Механические сопротивления  $Z$  и  $K$  связаны между собой через величину
- A. угловой скорости,  $\omega$
  - B. виброскорости,  $u'$
  - C. виброускорения,  $u''$
  - D. частоты,  $f$
  - E. механической податливости,  $Y$