

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКУСТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

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	17	0	34	57	0	18	39	диф. зач.
4	7	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	экз.
ВСЕГО		9	324	136	51	0	85	188	0	18	170	

*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 \_\_\_\_\_  
Буторина Марина Вадимовна, д.т.н., доцент, доцент

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Матвеев Петр Владимирович, к.т.н., доцент

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Олейников Алексей Юрьевич, к.т.н., 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**

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКУСТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ**

### **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:

ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПК-94**

*знания:*

на уровне представлений:

- современного спектра средств автоматизации акустических расчетов и моделирования, их возможностей и направлений развития;

на уровне воспроизведения:

- основных алгоритмов типовых численных методов решения акустических задач;

на уровне понимания:

- типовых средств и приемов реализации программно-математических моделей технических систем при акустических расчетах;

*умения:*

теоретические:

- реализовывать на ЭВМ основные виды математических моделей систем и формы их представления при акустических расчетах;

практические:

- владеть системой автоматизации акустических расчетов при помощи офисных программ Excel;

- владеть системой автоматизации акустических расчетов и моделирования при помощи

различного специализированного программного обеспечения;

- решать типовые задачи математического анализа точными и численными методами с помощью

современных систем автоматизации математических расчетов;

*навыки:*

работы в современной программной среде автоматизации акустических расчетов при помощи специализированного программного обеспечения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКУСТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ИНЖЕНЕРНАЯ АКУСТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

### 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		ПК-94
3	5	Раздел 1. Предмет и содержание учебной дисциплины «Цифровые технологии в акустических расчетах». Связь дисциплины со специальными дисциплинами кафедры Е5.	7	3	3	0	4	2
3	5	Раздел 2. Компьютерная грамотность. Техническая грамотность. Виды программного обеспечения для акустических расчетов.	14	4	2	2	10	2
3	5	Раздел 3. Основы работы с программным обеспечением Эколог-Шум, АРМ Акустика, Sound-PLAN. Создание цифровой расчетной моде-ли в программном обеспечении.	17	7	2	5	10	4
3	5	Раздел 4. Расчет распространения шума в открытом пространстве. Методика расчета распространения шума в открытом пространстве.	14	4	2	2	10	5
3	5	Раздел 5. Расчет распространения шума в помещении. Расчет шума, проникающего на территорию из помещения и с территории в помещение.	14	4	2	2	10	5
3	5	Раздел 6. Расчет распространения шума из одного помещения в другое. Расчет индексов звукоизоляции воздушного и ударного шума.	14	4	2	2	10	5
3	5	Раздел 7. Расчет распространения шума автотранспорта. Выбор средств шумозащиты. Расчет эффективности акустических экранов.	14	4	2	2	10	5
3	5	Раздел 8. Расчет распространения шума железнодорожного транспорта. Методика расчета распространения шума железнодорожного транспорта.	14	4	2	2	10	5
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	33
3	6	Раздел 9. Обзор подходов при моделировании виброакустических сигналов. Моделирование вибрационных и акустических сигналов.	3	1	1	0	2	3
3	6	Раздел 10. Анализ акустических сигналов. Алгоритмы и численные методы для вейвлет-анализа и частотно-временного анализа сигналов.	14	7	2	5	7	4
3	6	Раздел 11. Элементы разработки математических моделей и программного обеспечения систем цифровой обработки сигналов в приложении к задачам возникновения и распространения звука и вибрации. Сигналы: аналоговые, дискретные, цифровые. Z-преобразование, Преобразование Фурье: амплитудный и фазовый сигнала, ДПФ и БПФ, Свертка и корреляция. Линейная и циклическая свертка. Быстрая свертка, Случайные процессы. Белый шум. Функция плотности вероятностей,.	14	7	2	5	7	4
3	6	Раздел 12. Моделирование рассеивания периодических механических колебаний. Расчёт затухания звука и вибрации, модели резонаторов Гельмгольца, расчёт амортизаторов и т.п.	13	6	2	4	7	5
3	6	Раздел 13. Численное моделирование удара. Постановка задачи Модели и методы Анализ применимости.	13	6	2	4	7	4
3	6	Раздел 14. Моделировании скрипа. Использование методов теории игр в акустике.	13	6	2	4	7	3
3	6	Раздел 15. Методы и алгоритмы обработки и анализа измерительной информации от динамических объектов различного типа. Методы и алгоритмы Примеры использования методов.	13	6	2	4	7	2
3	6	Раздел 16. Принципы построения цифровых двойников вибрирующих конструкций. Идеология цифровых двойников Методика построения двойников вибрирующих конструкций.	13	6	2	4	7	2
3	6	Раздел 17. Понятие об интеллектуальном анализе сигнальной информации с использованием методов и технологий Data Mining (добыча новых знаний из «сырых» исходных данных). Методы работы с Большими Данными Применение методов DM в анализе сигналов и моделировании акустического отклика.	12	6	2	4	6	2
Всего за 6 семестр			108	51	17	34	57	29
4	7	Раздел 18. Цели анализа акустики. Защита человека от шума и вибраций, обеспечение акустического комфорта при эксплуатации технических систем. Вычислительные методы анализа акустической нагруженности, для оценки влияния конструктивных параметров изделий на акустические характеристики.	5	3	1	2	2	2
4	7	Раздел 19. Динамика и устойчивость стержневых систем, метод конечных элементов для плоских и объёмных тел. Методы конечных элементов, динамика и устойчивость.	8	4	2	2	4	2
4	7	Раздел 20. Конечные элементы в акустических расчетах. Рекомендации для создания расчетной сетки.	5	3	1	2	2	4
4	7	Раздел 21. Акустические свойства сред задаваемых при акустическом анализе. Плотность, скорость звука в среде, динамическая вязкость, температурно-зависимые свойства и т.п. Условия поглощения волн. Создание акустического домена. Границы излучения (граничные условия). Поглощающие эле-менты среды. Эквивалентные модели пористого материала. Виды возбуждения и нагрузки.	8	4	2	2	4	5
4	7	Раздел 22. Динамический анализ. Модальный акустический расчет (определение частот и форм стоячих волн в пределах некоторой полости (конструкции)). Учет известного импеданса и взаимодействие с конструкцией (FSI). Доступные решатели, не учитывающие демпфирование. Решатели учитывающие демпфирование.	18	8	2	6	10	5
4	7	Раздел 23. Динамический анализ. Гармонический анализ. Расчет гармонического отклика акустической системы в зависимости от гармонического возбуждения на некоторой частоте. Решатели гармонического анализа. Структурные источники возбуждения (массовый расход на границах конструкции, взаимодействие с конструкцией). Акустические источники возбуждения (плоские акустические волны, диффузное акустическое поле и т.д.).	19	10	4	6	9	5
4	7	Раздел 24. NVH шум, вибрация и резкость (дискон-форт) . Исследование и изменение шумовых и вибрационных характеристик транспортных средств, легковых и грузовых автомобилей. Решения для полного тестирования NVH и анализа NVH.	9	3	1	2	6	5

		Оптимизация шума и вибрации транспортных средств, обеспечение качества внутреннего и внешнего шума.						
4	7	<b>Раздел 25. Анализ акустического шума конструкции при проектировании электрических машин.</b> Выполнение параметрического расчета в модуле моделирования электромагнитных полей. Импорт электромагнитных сил в модули расчета механических параметров. Построение диаграммы эквивалентной излучаемой мощности, для всех диапазона частот вращения электродвигателя. Акустический дизайн и анализ дальнего поля (озвучивание). Синтез звука, изучение психофизического восприятия звука.	18	8	2	6	10	5
4	7	<b>Раздел 26. Решение задач аэроакустики.</b> Введение в аэроакустику. Соединение аэроакустического расчета с виброакустическим. Инструменты моделирования шумоизоляции (граничные условия импеданса). Интеграция с пакетами расчета аэрогидродинамики. Локализация источников звука. Решатели на основе изменения плотности для задач аэроакустики.	18	8	2	6	10	5
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	38
Всего по дисциплине			324	136	51	85	188	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Компьютерная грамотность.	Компьютерная грамотность. Техническая грамотность. Виды программного обеспечения для акустических расчетов	2
2	Раздел 3. Основы работы с программным обеспечением Эколог-Шум, АРМ Акустика, Sound-PLAN.	Основы работы с программным обеспечением Эколог-Шум, АРМ Акустика, SoundPLAN. Создание цифровой расчетной модели в программном обеспечении	5
3	Раздел 4. Расчет распространения шума в открытом пространстве.	Расчет распространения шума в открытом пространстве	2
4	Раздел 5. Расчет распространения шума в помещении.	Расчет распространения шума в помещении. Расчет шума, проникающего на территорию из помещения и с территории в помещение	2
5	Раздел 6. Расчет распространения шума из одного помещения в другое.	Расчет распространения шума из одного помещения в другое. Расчет индексов звукоизоляции воздушного и ударного шума	2
6	Раздел 7. Расчет распространения шума автотранспорта.	Расчет распространения шума автотранспорта. Выбор средств шумозащиты. Расчет эффективности акустических экранов	2
7	Раздел 8. Расчет распространения шума железнодорожного транспорта.	Расчет распространения шума железнодорожного транспорта	2
<b>Всего за 5 семестр</b>			17
8	Раздел 10. Анализ акустических сигналов.	Понятие о вейвлет-анализе, преобразовании Фурье, создание на языке программирования алгоритма анализа	5
9	Раздел 11. Элементы разработки математических моделей и программного обеспечения систем цифровой обработки сигналов в приложении к задачам возникновения и распространения звука и вибрации.	Построение математических моделей распространения звука. Программирование на объектно-ориентированном (мультипарадигмальный) языке программирования разных элементов цифровой обработки сигналов	5
10	Раздел 12. Моделирование рассеивания периодических механических колебаний.	Моделирование и построение алгоритмов рассеивания звука	4
11	Раздел 13. Численное моделирование удара.	Моделирование и построение алгоритмов удара	4
12	Раздел 14. Моделировании скрипа.	Моделирование и построение алгоритмов моделирования скрипа	4
13	Раздел 15. Методы и алгоритмы обработки и анализа измерительной информации от динамических объектов различного типа.	Алгоритмы обработки измерительной информации от датчиков	4
14	Раздел 16. Принципы построения цифровых двойников вибрирующих конструкций.	Алгоритмы построения цифровых двойников	4

15	Раздел 17. Понятие об интеллектуальном анализе сигнальной информации с использованием методов и технологий Data Mining (добыча новых знаний из «сырых» исходных данных).	Обработка большого количества данных	4
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>34</b>
16	Раздел 18. Цели анализа акустики.	Защита человека от шума и вибраций, обеспечение акустического комфорта при эксплуатации технических систем.	2
17	Раздел 19. Динамика и устойчивость стержневых систем, метод конечных элементов для плоских и объёмных тел.	Расчет на собственные частоты и формы колебаний	2
18	Раздел 20. Конечные элементы в акустических расчетах.	Рекомендации для создания расчетной сетки. Исследование качества сетки для акустического расчета	2
19	Раздел 21. Акустические свойства сред задаваемых при акустическом анализе.	Задание акустических свойств материалов в пакете Ansys	2
20	Раздел 22. Динамический анализ.	Определение частот и форм стоячих волн (модальный анализ). Связанный анализ.	6
21	Раздел 23. Динамический анализ. Гармонический анализ.	Расчет гармонического отклика акустической системы в зависимости от гармонического возбуждения	6
22	Раздел 24. NVH шум, вибрация и резкость (дискон-форт) .	NVH дизайн транспортного средства	2
23	Раздел 25. Анализ акустического шума конструкции при проектировании электрических машин.	Анализ акустического шума электродвигателя	6
24	Раздел 26. Решение задач аэроакустики.	Акустический расчет истекающей струи газа	6
<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. Предмет и содержание учебной дисциплины «Цифровые технологии в акустических расчетах».	Анализ лекционного материала.	2
2		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
3	Раздел 2. Компьютерная грамотность.	Анализ лекционного материала.	2
4		Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
5		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	5
6	Раздел 3. Основы работы с программным обеспечением Эколог-Шум, АРМ Акустика, Sound-PLAN.	Анализ лекционного материала. .	2
7		Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
8		Изучение	5



		рекомендуемых источников по теме раздела	
9	Раздел 4. Расчет распространения шума в открытом пространстве.	Анализ лекционного материала.	2
10		Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
11		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	5
12	Раздел 5. Расчет распространения шума в помещении.	Анализ лекционного материала.	2
13		Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
14		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	5
15	Раздел 6. Расчет распространения шума из одного помещения в другое.	Анализ лекционного материала.	2
16		Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
17		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	5
18	Раздел 7. Расчет распространения шума автотранспорта.	Анализ лекционного материала.	2
19		Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
20		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	5
21	Раздел 8. Расчет распространения шума железнодорожного транспорта.	Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
22		Анализ лекционного материала.	2
23		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	5
Всего за 5 семестр			74
24	Раздел 9. Обзор подходов при моделировании виброакустических	Анализ	2

	сигналов.	лекционного материала	
25	Раздел 10. Анализ акустических сигналов.	Получение задания на курсовую работу	1
26		Анализ лекционного материала	3
27		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	3
28	Раздел 11. Элементы разработки математических моделей и программного обеспечения систем цифровой обработки сигналов в приложении к задачам возникновения и распространения звука и вибрации.	Анализ лекционного материала	3
29		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
30	Раздел 12. Моделирование рассеивания периодических механических колебаний.	Анализ лекционного материала	3
31		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
32	Раздел 13. Численное моделирование удара.	Анализ лекционного материала	3
33		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
34	Раздел 14. Моделировании скрипа.	Анализ лекционного материала	3
35		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела	4
36	Раздел 15. Методы и алгоритмы обработки и анализа измерительной информации от динамических объектов различного типа.	Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
37		Анализ лекционного материала	3
38	Раздел 16. Принципы построения цифровых двойников вибрирующих конструкций.	Анализ лекционного материала	3
39		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
40	Раздел 17. Понятие об интеллектуальном анализе сигнальной информации с использованием методов и технологий Data Mining (добыча новых знаний из «сырых» исходных данных).	Анализ лекционного материала	3
41		Изучение рекомендуемых	3

		источников по теме раздела.	
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>57</b>
42	Раздел 18. Цели анализа акустики.	Анализ лекционного материала.	1
43		Подготовка к выполнению индивидуального задания	0.5
44		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	0.5
45	Раздел 19. Динамика и устойчивость стержневых систем, метод конечных элементов для плоских и объёмных тел.	Подготовка к выполнению индивидуального задания	2
46		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
47		Анализ лекционного материала.	1
48	Раздел 20. Конечные элементы в акустических расчетах.	Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	0.5
49		Анализ лекционного материала.	1
50		Подготовка к выполнению индивидуального задания	0.5
51	Раздел 21. Акустические свойства сред задаваемых при акустическом анализе.	Анализ лекционного материала.	1
52		Подготовка к выполнению индивидуального задания	2
53		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
54	Раздел 22. Динамический анализ.	Анализ лекционного материала.	3
55		Подготовка к выполнению индивидуального задания	4
56		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	3
57	Раздел 23. Динамический анализ. Гармонический анализ.	Анализ лекционного	3

		материала.	
58		Подготовка к выполнению индивидуального задания	3
59		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	3
60	Раздел 24. NVH шум, вибрация и резкость (диском-форт) .	Анализ лекционного материала.	2
61		Подготовка к выполнению индивидуального задания	2
62		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
63	Раздел 25. Анализ акустического шума конструкции при проектировании электрических машин.	Анализ лекционного материала.	3
64		Подготовка к выполнению индивидуального задания	4
65		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	3
66	Раздел 26. Решение задач аэроакустики.	Анализ лекционного материала.	3
67		Подготовка к выполнению индивидуального задания	4
68		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	3
Всего за 7 семестр			57

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Формирование математической модели полученного задания	1 - 4	5
Этап 2. Подбор метода решения. Обоснование численного метода	5 - 9	5
Этап 3. Написание алгоритма, программы, получение результатов	10 - 14	5
Этап 4. Оформление Расчетно-пояснительной записки и иллюстративного материала. Защита КР	15 - 16	3
<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>18</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
5	ИПЗ	ИПЗ	ИПЗ	ИПЗ	ИПЗ	ДР	ИПЗ		ИПЗ	ДР	ИПЗ		ИПЗ		ИПЗ	ДР	Вопр. Зач, зач.
6			ИПЗ		ИПЗ	ДР	ИПЗ		ИПЗ	ДР	ИПЗ		ИПЗ		ИПЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, КР, диф. зач.
7	ИПЗ	ИПЗ	ИПЗ	ИПЗ		ДР	ИПЗ		ИПЗ	ДР	ИПЗ		ИПЗ		ИПЗ	ДР	Вопр. Экз

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Определение параметров воздушной ударной волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 35 экз.
2. . Расчёт стержневой системы методом конечных элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 41 экз.
3. А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. . Цифровая обработка сигналов. Москва: Горячая линия-Телеком, 2019, эл. рес.
4. А. А. Гоголь, М. О. Колбанев, Л. Л. Полосин. . Цифровые инфокоммуникационные системы и измерения. СПб.: ГОУВПО СПбГУТ, 2006, 15 экз.
5. А. А. Молдован. Cina\*s Digital Economy. СПб.: Скифия-принт, 2021, эл. рес.
6. А. В. Макшанов, А. Е. Журавлёв, Л. Н. Тындыкарь. . Большие данные. Big Data. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
7. А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчиков. . Интеллектуальные цифровые технологии концептуального проектирования инженерных решений. Москва: ИНФРА-М, 2019, эл. рес.
8. А. В. Болотский. . Математическое программирование и теория игр. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
9. А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
10. А. К. Любимов, Л. В. Шабарова. . Методы построения расчётных сеток в пакете ANSYS ICEM CFD. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2011, эл. рес.
11. В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 129 экз.
12. В. К. Гулаков, А. О. Трубаков, Е. О. Трубаков. . Структуры и алгоритмы обработки многомерных данных. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
13. В. Н. Ванурин. . Электрические машины. СПб.: Лань, 2022, эл. рес.
14. В. Н. Колокольцов, О. А. Малафеев. . Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех). СПб.: Лань, 2012, 5 экз.
15. В. П. Дьяконов. . Вейвлеты. От теории к практике. Москва: СОЛОН-Пресс, 2017, эл. рес.
16. В. Ф. Кравченко, Д. В. Чуриков. . Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами. Москва: Техносфера, 2018, эл. рес.
17. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Колебания. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 135 экз.
18. Е. В. Брытков. . Численное моделирование прочностных задач в среде ANSYS. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 26 экз.
19. Е. В. Брытков. . Численное моделирование прочностных задач в среде ANSYS. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, эл. рес.
20. Е. Л. Столов. . Цифровая обработка сигналов. Водяные знаки в аудиофайлах. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
21. И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
22. Л. Б. Кочин. . Компьютерное моделирование устройств приёма и преобразования сигналов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
23. М. А. Басараб, Н. С. Коннова. . Теория игр в информационной безопасности. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.
24. М. А. Есиков. . Гидрогазодинамика. Простые и ударные волны в идеальном газе. Новосибирск: НГТУ, 2020, эл. рес.
25. М. П. Трухин. . Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
26. Н. А. Тестоедов, Е. А. Лысенко, В. А. Бернс. . Диагностика конструкций космических аппаратов по результатам вибрационных и акустических испытаний. Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2016, эл. рес.
27. Н. А. Тестоедов, М. М. Михнев, А. Е. Михеев. . Технология производства космических аппаратов. Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2009, 53 экз.
28. Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Компьютерное моделирование в прикладной механике. Санкт-ПетербургБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
29. Н. И. Иванов. . Основы виброакустики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 16 экз.
30. Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Логос, 2015, 20 экз.
31. Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17. М.: ДМК Пресс, 2017, эл. рес.

32. П. Дж. Дейтел, Х. М. Дейтел. . Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. Санкт-Петербург: Питер, 2021, эл. рес.
33. С. А. Апанасевич. . Структуры и алгоритмы обработки данных. Линейные структуры. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
34. С. И. Каратушин, И. Н. Титух. . Тонкостенные стержни. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 27 экз.

#### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. П. Соустин, Н. А. Тестоедов, Н. А. Рудомёткин. . Виброиспытания космических аппаратов. Новосибирск: Наука, 2000, 3 экз.
2. М. В. Буторина. . Картирование шума транспорта на территории городской застройки. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 2 экз.
3. Н. И. Иванов, А. Е. Шашурин. . Защита от шума и вибрации. СПб.: Печатный Цех, 2019, 3 экз.

#### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-ЕВООК - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru/> — 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»;
- <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 **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКУСТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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*:

ПК-94 способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с предметом и содержанием учебной дисциплины “Цифровые технологии в акустических расчетах”. Закладываются знания, охватывающие сведения о методиках акустических расчетов, об использовании цифровых технологий в акустических расчетах и применяемом программном обеспечении, прививаются навыки работы с основными типами программного обеспечения, используемого в акустических расчетах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к зачету;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **9 з.е., 324 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**85 ч.**), самостоятельная работа студента (**188 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 324 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 188 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. Предмет и содержание учебной дисциплины «Цифровые технологии в акустических расчетах».		
Анализ лекционного материала.	А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчиков. . Интеллектуальные цифровые технологии концептуального проектирования инженерных решений: Москва: ИНФРА-М, 2019 (1-2)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Компьютерная грамотность.		
Анализ лекционного материала.	А. А. Гоголь, М. О. Колбанев, Л. Л. Полосин. . Цифровые инфокоммуникационные системы и измерения: СПб.: ГОУВПО СПбГУТ, 2006 (1-3)	2
Подготовка к выполнению индивидуального задания		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		5
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Основы работы с программным обеспечением Эколог-Шум, АРМ Акустика, Sound-PLAN.		
Анализ лекционного материала. .	М. В. Буторина. . Картирование шума транспорта на территории городской застройки: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)	2
Подготовка к выполнению индивидуального задания		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела		5
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Расчет распространения шума в открытом пространстве.		
Анализ лекционного	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (4)	2

материала.		
Подготовка к выполнению индивидуального задания		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		5
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Расчет распространения шума в помещении.		
Анализ лекционного материала.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (5)	2
Подготовка к выполнению индивидуального задания		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		5
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Расчет распространения шума из одного помещения в другое.		
Анализ лекционного материала.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (6)	2
Подготовка к выполнению индивидуального задания		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		5
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Расчет распространения шума автотранспорта.		
Анализ лекционного материала.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (17)	2
Подготовка к выполнению индивидуального задания		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		5
Итого по разделу 7		10
Раздел 8. Расчет распространения шума железнодорожного транспорта.		
Подготовка к выполнению индивидуального задания	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (18)	3
Анализ лекционного материала.		2
Изучение рекомендуемых		5

источников по теме раздела.		
Итого по разделу 8		10
Раздел 9. Обзор подходов при моделировании виброакустических сигналов.		
Анализ лекционного материала	М. П. Трухин. . Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1-3) Л. Б. Кочин. . Компьютерное моделирование устройств приёма и преобразования сигналов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-5)	2
Итого по разделу 9		2
Раздел 10. Анализ акустических сигналов.		
Получение задания на курсовую работу	В. П. Дьяконов. . Вейвлеты. От теории к практике: Москва: СОЛОН-Пресс, 2017 (1-5) В. Ф. Кравченко, Д. В. Чуриков. . Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами: Москва: Техносфера, 2018 (2-7)	1
Анализ лекционного материала		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		3
Итого по разделу 10		7
Раздел 11. Элементы разработки математических моделей и программного обеспечения систем цифровой обработки сигналов в приложении к задачам возникновения и распространения звука и вибрации.		
Анализ лекционного материала	В. Ф. Кравченко, Д. В. Чуриков. . Цифровая обработка сигналов атомарными функциями и вейвлетами: Москва: Техносфера, 2018 (3) Е. Л. Столов. . Цифровая обработка сигналов. Водяные знаки в аудиофайлах: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6) А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. . Цифровая обработка сигналов: Москва: Горячая линия-Телеком, 2019 (1-7)	3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		4
Итого по разделу 11		7
Раздел 12. Моделирование рассеивания периодических механических колебаний.		
Анализ лекционного материала	Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Колебания: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-3) И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания: Москва: Юрайт, 2020 (2-5)	3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		4
Итого по разделу 12		7
Раздел 13. Численное моделирование удара.		
Анализ лекционного материала	. Определение параметров воздушной ударной волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3-4) М. А. Есиков. . Гидрогазодинамика. Простые и ударные волны в идеальном газе: Новосибирск: НГТУ, 2020 (2-4)	3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		4
Итого по разделу 13		7
Раздел 14. Моделировании скрипа.		
Анализ лекционного материала	А. В. Болотский. . Математическое программирование и теория игр: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-3) М. А. Басараб, Н. С. Коннова. . Теория игр в информационной безопасности: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (4-5) В. Н. Колокольцов, О. А. Малафеев. . Математическое	3
Изучение рекомендуемых		4

источников по теме раздела	моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех): СПб.: Лань, 2012 (2-8)	
Итого по разделу 14		7
Раздел 15. Методы и алгоритмы обработки и анализа измерительной информации от динамических объектов различного типа.		
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	В. К. Гулаков, А. О. Трубаков, Е. О. Трубаков. . Структуры и алгоритмы обработки многомерных данных: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (4-7)	4
Анализ лекционного материала	С. А. Апанасевич. . Структуры и алгоритмы обработки данных. Линейные структуры: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3-5)	3
Итого по разделу 15		7
Раздел 16. Принципы построения цифровых двойников вибрирующих конструкций.		
Анализ лекционного материала	А. А. Молдован. Cina*s Digital Economy: СПб.: Скифия-принт, 2021 (1)	3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		4
Итого по разделу 16		7
Раздел 17. Понятие об интеллектуальном анализе сигнальной информации с использованием методов и технологий Data Mining (добыча новых знаний из «сырых» исходных данных).		
Анализ лекционного материала	А. В. Макшанов, А. Е. Журавлёв, Л. Н. Тындыкаръ. . Большие данные. Big Data: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3-8)	3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	П. Дж. Дейтел, Х. М. Дейтел. . Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления: Санкт-Петербург: Питер, 2021 (1-7)	3
Итого по разделу 17		6
Раздел 18. Цели анализа акустики.		
Анализ лекционного материала.	Н. И. Иванов, А. Е. Шашурин. . Защита от шума и вибрации: СПб.: Печатный Цех, 2019 (1-5) Н. И. Иванов. . Основы виброакустики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (1-4)	1
Подготовка к выполнению индивидуального задания		0.5
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		0.5
Итого по разделу 18		2
Раздел 19. Динамика и устойчивость стержневых систем, метод конечных элементов для плоских и объёмных тел.		
Подготовка к выполнению индивидуального задания	. Расчёт стержневой системы методом конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-6) В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4) С. И. Каратушин, И. Н. Титух. . Тонкостенные стержни: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-7)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Анализ лекционного материала.		1
Итого по разделу 19		4

Раздел 20. Конечные элементы в акустических расчетах.		
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	Е. В. Брытков. . Численное моделирование прочностных задач в среде ANSYS: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1-8) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Компьютерное моделирование в прикладной механике: Санкт-ПетербургБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-6) А. К. Любимов, Л. В. Шабарова. . Методы построения расчётных сеток в пакете ANSYS ICEM CFD: Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2011 (1-8)	0.5
Анализ лекционного материала.		1
Подготовка к выполнению индивидуального задания		0.5
Итого по разделу 20		2
Раздел 21. Акустические свойства сред задаваемых при акустическом анализе.		
Анализ лекционного материала.	Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (5-6)	1
Подготовка к выполнению индивидуального задания		2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Итого по разделу 21		4
Раздел 22. Динамический анализ.		
Анализ лекционного материала.	Е. В. Брытков. . Численное моделирование прочностных задач в среде ANSYS: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (5-8) Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (7-9)	3
Подготовка к выполнению индивидуального задания		4
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		3
Итого по разделу 22		10
Раздел 23. Динамический анализ. Гармонический анализ.		
Анализ лекционного материала.	Е. В. Брытков. . Численное моделирование прочностных задач в среде ANSYS: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1-6)	3
Подготовка к выполнению индивидуального задания		3
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		3
Итого по разделу 23		9
Раздел 24. NVH шум, вибрация и резкость (дисконт-форт) .		
Анализ лекционного материала.	Н. А. Тестоедов, Е. А. Лысенко, В. А. Бернс. . Диагностика конструкций космических аппаратов по результатам вибрационных и акустических испытаний: Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2016 (1-8)	2
Подготовка к выполнению индивидуального задания	Н. И. Иванов, А. Е. Шашурин. . Защита от шума и вибрации: СПб.: Печатный Цех, 2019 (4-9)	2

Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Итого по разделу 24		6
Раздел 25. Анализ акустического шума конструкции при проектировании электрических машин.		
Анализ лекционного материала.	В. Н. Ванурин. . Электрические машины: СПб.: Лань, 2022 (1) Б. П. Соустин, Н. А. Тестоедов, Н. А. Рудомёткин. . Виброиспытания космических аппаратов: Новосибирск: Наука, 2000 (1-7) Н. А. Тестоедов, М. М. Михнев, А. Е. Михеев. . Технология производства космических аппаратов: Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2009 (5-8)	3
Подготовка к выполнению индивидуального задания		4
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		3
Итого по разделу 25		10
Раздел 26. Решение задач аэроакустики.		
Анализ лекционного материала.	А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (1-5)	3
Подготовка к выполнению индивидуального задания		4
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		3
Итого по разделу 26		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену;
- дифференцированный зачет;
- экзамен;
- зачет.

### 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.

#### Вопросы к зачету

Вопросы к зачету приведены в УМК дисциплины

#### Индивидуальное практическое задание

Требования к выполнению ИПЗ:

- индивидуальные задания выполняются при помощи программного обеспечения в часы аудиторного практикума;
- выполнение индивидуального задания предусматривает решение входящих в него задач и демонстрацию результатов преподавателю.

Отчет по ИПЗ:

Оформление печатных отчетов по индивидуальным заданиям не предусмотрено. Все результаты предъявляются в электронной форме.

Защита ИПЗ:

Защита ИПЗ проводится выборочно в зависимости от степени аккуратности, исполнительности, самостоятельности и инициативности студента при их выполнении.

Защита ИПЗ предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных его тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории и технологии использования программного обеспечения.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы приведены в УМК дисциплины

#### Курсовая работа

Объем курсовой работы – не менее \_\_12\_\_ стр. Обязательно использование не менее \_\_3\_\_ отечественных и не менее \_\_3\_\_ иностранных источников, опубликованных в последние \_\_10\_\_ лет. Обязательно использование электронных баз данных

Критерии оценивания:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от те-мы \_\_0.5\_\_ баллов;
- соответствие целям и задачам дисциплины \_\_0.5\_\_ баллов;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение \_\_0.5\_\_ баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала \_\_0.5\_\_ баллов;
- объем исследованной литературы и других источников информации \_\_0.5\_\_ баллов;
- использование иностранных источников \_\_0.5\_\_ баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса \_\_0.5\_\_ баллов;



- обоснованность выводов \_\_0.5\_\_ баллов;
- наличие авторской аннотации к реферату \_\_0.5\_\_ баллов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) \_\_0.5\_\_ баллов;

Баллы суммируются и переводятся в оценку по курсовой работе

4,5...5 баллов – оценка «отлично»;

3,5...4 балла – оценка «хорошо»;

3 балла – оценка «удовлетворительно»;

менее 3-х баллов – курсовая работа не принимается оценка «не сдано»

### **Вопросы к экзамену**

Вопросы приведены в УМК дисциплины

### **Дифференцированный зачет**

Сдача зачета производится по результатам тестирования. Итоговый тест состоит из 15 тестовых вопросов. Зачет признается сданным при правильных ответах на 7 из 15 тестовых вопросов. Оценка сдачи зачета производится по следующим критериям:

- при правильных ответах на 7-9 из 15 тестовых вопросов: выставляется оценка «удовлетворительно»;
- при правильных ответах на 10-12 из 15 тестовых вопросов: выставляется оценка «хорошо», при выполнении 100% контрольных мероприятий;
- при правильных ответах на 13-15 из 15 тестовых вопросов: выставляется оценка «отлично», при выполнении 100% контрольных мероприятий.

### **Экзамен**

Сдача экзамена производится по результатам тестирования. Итоговый тест состоит из 20 тестовых вопросов. Экзамен признается сданным при не менее 60 баллов из возможных 100. Оценка сдачи зачета производится по следующим критериям:

- при наборе 60-74 баллов: выставляется оценка «удовлетворительно»;
- при наборе 75-84 баллов: выставляется оценка «хорошо», при выполнении 100% контрольных мероприятий;
- при наборе 85-100 баллов: выставляется оценка «отлично», при выполнении 100% контрольных мероприятий.

### **Зачет**

Сдача зачета производится по результатам выполненных в течение семестра контрольных мероприятий и текущего тестирования (тест считается выполненным при количестве правильных ответов на вопросы от 60% и более).

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		ПК-94	
3	5	Раздел 1. Предмет и содержание учебной дисциплины «Цифровые технологии в акустических расчетах».	7	3	3	0	4	2	Вопросы к зачету
3	5	Раздел 2. Компьютерная грамотность.	14	4	2	2	10	2	Вопросы к зачету
3	5	Раздел 3. Основы работы с программным обеспечением Эколог-Шум, АРМ Акустика, Sound-PLAN.	17	7	2	5	10	4	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 4. Расчет распространения шума в открытом пространстве.	14	4	2	2	10	5	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 5. Расчет распространения шума в помещении.	14	4	2	2	10	5	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 6. Расчет распространения шума из одного помещения в другое.	14	4	2	2	10	5	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 7. Расчет распространения шума автотранспорта.	14	4	2	2	10	5	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
3	5	Раздел 8. Расчет распространения шума железнодорожного транспорта.	14	4	2	2	10	5	Вопросы к зачету, Индивидуальное практическое задание
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	33	
3	6	Раздел 9. Обзор подходов при моделировании виброакустических сигналов.	3	1	1	0	2	3	Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 10. Анализ акустических сигналов.	14	7	2	5	7	4	Вопросы к дифференцированному зачету

3	6	Раздел 11. Элементы разработки математических моделей и программного обеспечения систем цифровой обработки сигналов в приложении к задачам возникновения и распространения звука и вибрации.	14	7	2	5	7	4	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 12. Моделирование рассеивания периодических механических колебаний.	13	6	2	4	7	5	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 13. Численное моделирование удара.	13	6	2	4	7	4	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 14. Моделировании скрипа.	13	6	2	4	7	3	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 15. Методы и алгоритмы обработки и анализа измерительной информации от динамических объектов различного типа.	13	6	2	4	7	2	Вопросы к дифференцированному зачету, Индивидуальное практическое задание
3	6	Раздел 16. Принципы построения цифровых двойников вибрирующих конструкций.	13	6	2	4	7	2	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 17. Понятие об интеллектуальном анализе сигнальной информации с использованием методов и технологий Data Mining (добыча новых знаний из «сырых» исходных данных).	12	6	2	4	6	2	Курсовая работа, Индивидуальное практическое задание, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 6 семестр			108	51	17	34	57	29	
4	7	Раздел 18. Цели анализа акустики.	5	3	1	2	2	2	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 19. Динамика и устойчивость стержневых систем, метод конечных элементов для плоских и объёмных тел.	8	4	2	2	4	2	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 20. Конечные элементы в акустических расчетах.	5	3	1	2	2	4	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание

4	7	<b>Раздел 21. Акустические свойства сред задаваемых при акустическом анализе.</b>	8	4	2	2	4	5	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	7	<b>Раздел 22. Динамический анализ.</b>	18	8	2	6	10	5	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	7	<b>Раздел 23. Динамический анализ. Гармонический анализ.</b>	19	10	4	6	9	5	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	7	<b>Раздел 24. NVH шум, вибрация и резкость (диском-форт) .</b>	9	3	1	2	6	5	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	7	<b>Раздел 25. Анализ акустического шума конструкции при проектировании электрических машин.</b>	18	8	2	6	10	5	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	7	<b>Раздел 26. Решение задач аэроакустики.</b>	18	8	2	6	10	5	Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	51	17	34	57	38	
<b>Всего по дисциплине</b>			324	136	51	85	188	100	

## Критерии оценивания

### ПК-94

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 В какой вкладке в программе АРМ Акустика находится инструмент добавления источников шума (ИШ)
- № 2 Коэффициенты поглощения и отражения звука в сумме дают
- № 3 Расстояние до стоп линии на дороге равно 50 м, доля грузовых автомобилей в составе транспортного потока составляет 60%. Поправка на пересечение составляет \_\_\_\_ дБА
- № 4 При сложении уровней звука двух стационарных источников с уровнем 75 дБА получится \_\_\_\_\_ дБА
- № 5 Сопоставьте категории поездов согласно ГОСТ 33325-2015
1. Категория 1
  2. Категория 2
  3. Категория 3
  4. Категория 4
  - а. Пассажирский поезд с локомотивной тягой
  - б. Грузовой поезд
  - в. Электropоезд
  - г. Скоростной поезд
- № 6 Интенсивность движения автотранспорта составляет 100000 авт/сут. Определите Лтрп в дневное время (округлить до целых) \_\_\_\_\_ дБА
- № 7 Расшифруйте аббревиатуру – NVH.
- № 8 Моделирование электромагнитно-индуцированных шума и вибраций представляет собой процесс мультифизического моделирования, выполняемый в три этапа (расположите по порядку):
- расчет результирующих магнитных колебаний
- расчет результирующего магнитного шума
- расчет электромагнитных сил
- № 9 Как называется входящая в состав Astran специализированная графическая среда для создания моделей, обработки и визуализации результатов?
- № 10 Какое количество элементов (МКЭ) на полуволну следует использовать при акустическом расчете?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 В программе АРМ Акустика свойства атмосферы задаются во вкладке
- Акустика
- Поля
- Свойства атмосферы
- Среда
- № 2 Источники шума
- В ГОСТ 33325-2015 учитываются следующие виды путей
- Путь с бетонными шпалами
- Путь с деревянными шпалами

	Путь на деревянных плитах
	Путь на железобетонных шпалах
	Путь без шпал
№ 3	Исходя из какой шумовой характеристики производится расчет по ГОСТ 31295.2?
	УЗМ, дБ
	УЗД, дБ
	УЗ, дБА
№ 4	Все вышеперечисленное
	В программе АРМ Акустика в "дороге" можно задать следующие виды дорог
	Автомагистраль
	Трамвайные пути
	Железная дорога
	Поток троллейбусов
	Поток судов
	Наземная линия метрополитена
	Подземная линия метрополитена
	Поток велосипедистов
	Взлетно-посадочная полоса
№ 5	Грузовая автомагистраль
	В программе АРМ Акустика при создании нового проекта, в окне свойства плана можно задать
	координаты 2х точек поля
	координаты 3х точек поля
	ширину и длину поля
	ширину, длину и высоту поля
№ 6	координаты 4х точек поля
	Что такое акустический импеданс?
	- комплексное сопротивление, представляющее собой
	отношение комплексных амплитуд звукового давления к объёмной
	колебательной скорости
	- источник, состоящий из двух точечных источников, расположенных близко один от другого и имеющих одинаковые производительности и противоположные фазы
	- отношение сопротивления акустики к выходному сопротивлению усилителя. Чем выше этот показатель, тем более качественно можно воспроизвести звук
	- отношение величины, не отраженной от поверхности звуковой энергии, к величине падающей энергии.
№ 7	Что такое собственные частоты конструкции?

- это частоты, на которых конструкция сама будет колебаться после отклонения от положения равновесия
  - собственные частоты совпадает с частотой внешней силы, действующей на колебательную систему.
  - резонансная частота стоячих акустических колебаний над поверхностью конструкции, другое название резонансных «частот Шумана»
  - явление, возникающее при наложении двух периодических колебаний, например, гармонических, близких по частоте, выражающееся в периодическом уменьшении и увеличении амплитуды суммарного сигнала.
- № 8 Выберите какие акустические аналогии применяются для расчета аэроакустических явлений?
- акустическая аналогия Лайтхилла
  - акустическая аналогия Мёринга
  - акустическая аналогия Грина
  - акустическая аналогия Хеклера
- № 9 Что такое диффузное звуковое поле
- звуковое поле, во всех точках которого усредненный во времени уровень силы звука и поток звуковой энергии, приходящий к слушателю по любому направлению, постоянны
  - возникает в трубах и каналах, когда их поперечные размеры малы по сравнению с длиной
  - геометрическое место точек, колеблющихся в одной фазе (при этом амплитуды не обязательно должны быть равными)
  - область пространства, прилегающая к корпусу корабля, в котором проявляются акустические свойства корабля как материального объекта. Данные свойства оказывают, в свою очередь, влияние на искажение соответствующего акустического поля Мирового океана и прилегающего воздушного пространства
- № 10 Какие поглощающие элементы второго порядка могут использоваться в Ansys на границе моделируемой части среды для задания Infinite Fluid Elements (полубесконечная среда)
- FLUID130
- FLUID129
- FLUID100
- FLUID150