

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровое моделирование механических систем и процессов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Заочная
Факультет	Н Робототехника и инновационная инженерия
Выпускающая кафедра	НЗ Механика деформируемого твердого тела
Кафедра-разработчик рабочей программы	НЗ Механика деформируемого твердого тела

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	
4	8	4	144	6	2	4	0	138	0	18	120	ЭКЗ.

*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: 2026

Программу составил:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела  
Буткарева Наталия Германовна, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **НЗ Механика деформируемого твердого тела**

Заведующий кафедрой Крутова В.А., д.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**НЗ Механика деформируемого твердого тела**

Заведующий кафедрой Крутова В.А., д.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

### **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-8.2 — Способен учитывать особенности цифрового анализа технических систем при ударном, вибрационном, температурном нагружениях, наличии концентрации напряжений, контактных взаимодействиях, потери несущей способности, а также при усталостных разрушениях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-8.2**

*знания:*

знать основы проектирования и основные методы расчетов на прочность и жесткость деталей и узлов машин при их контакте с технологическими средами, внешними объектами и между собой;;

*умения:*

уметь составлять фундаментальные модели процессов деформирования элементов конструкций с учётом воздействий, оказывающих определяющее влияние на их прочность и жёсткость; получать определяющие уравнения физических процессов статического нагружения тел с учетом

образования остаточных пластических деформаций и реологического поведения материала; исходя из особенностей конкретной задачи выбирать оптимальный математический метод её решения; грамотно применять и при необходимости расширять и адаптировать данный метод к решению конкретной задачи;;

*навыки:*

иметь навык расчета аналитическими и численными методами прикладной механики деталей, проводить расчеты машин и элементов конструкций; применения методов математического и компьютерного моделирования поведения механических систем и процессов; выбора материалов по критериям прочности;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ, МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ, УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ.**

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ПК-8.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач
- ПК-8.2 — Способен учитывать особенности цифрового анализа технических систем при ударном, вибрационном, температурном нагружениях, наличии концентрации напряжений, контактных взаимодействиях, потери несущей способности, а также при усталостных разрушениях

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-8.2
4	8	<b>Раздел 1. Основные задачи механических испытаний. Испытательные машины и объекты испытаний.</b> 1.1.Классификация образцов. Испытательные комплексы. 1.2.Классификация методов испытаний. Машины для статических испытаний. 1.3. Маятниковые копры для испытания на ударную вязкость. Машины для испытания на усталость. 1.4. Твердомеры.	26	2	0	2	24	20
4	8	<b>Раздел 2. Испытание натурных конструкций: ударные стенды и вибростенды.</b> 2.1. Задачи и методы ударных испытаний. Классификация и конструктивные особенности ударных стендов. 2.2. Общие характеристики и классификация вибростендов. Возбудители колебаний для вибростендов: механические, электромагнитные, электродинамические, электро- и магнитодинамические. 2.3. Определение характеристик собственных колебаний с помощью резонансных испытаний. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость.	24.5	0.5	0.5	0	24	20
4	8	<b>Раздел 3. Измерение деформаций тензометрическими методами.</b> 3.1. Тензорезисторные преобразователи. Тарировка тензорезисторов. 3.2.Электрические измерительные схемы: потенциометрические и мостовые схемы. 3.3.Тензометрические преобразователи механических величин: перемещений, сил, крутящих моментов, давления жидкостей и газов, ускорений и вибраций. 3.4.Тензорезисторы для измерения упругопластических деформаций и деформаций в зонах концентрации напряжений. 3.5.Высокотемпературные тензорезисторы.	25	3	1	2	22	15
4	8	<b>Раздел 4. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.</b> 4.1. Механические тензометры. Струнные тензометры. 4.2. Метод геометрического муара. Метод интерференционного муара. 4.3 Метод тонких тензочувствительных покрытий.	24	0	0	0	24	15
4	8	<b>Раздел 5. Измерение полей деформаций и напряжений оптическими методами.</b> 5.1 Поляризационно – оптический метод: физические основы поляризационно- оптического метода, техника эксперимента материалы фотоупругих моделей, тарировка пьезооптических материалов, способы разделения главных напряжений, применение поляризационно-оптического метода для исследования объемного напряженного состояния: метод составных моделей, метод «замораживания». 5.2 Голографический метод: получение голографического изображения, методы голографической интерферометрии, голографическая дефектоскопия.	22.5	0.5	0.5	0	22	15
4	8	<b>Раздел 6. Методы неразрушающего контроля.</b> 6.1 Ультразвуковые методы определения напряжений; 6.2. Методы обнаружения усталостных трещин: визуально-оптический метод; капиллярный метод; магнитный порошковый метод; метод вихревых токов; радиационные методы , акустические (ультразвуковые), теневой метод , импульсный эхо-метод, метод акустической эмиссии (АЭ).	22	0	0	0	22	15
<b>Всего за 8 семестр</b>			144	6	2	4	138	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	6	2	4	138	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные задачи механических испытаний. Испытательные машины и объекты испытаний.	1. Получение диаграммы растяжения при статическом разрыве образцов на разрывной машине. 2..Динамический разрыв на маятниковом копре. Сравнение механических характеристик. 3. Определение твердости на твердомере ИТМ -10-АМ по Виккерсу. 4. Определение предела выносливости по результатам испытаний на усталость.	2
2	Раздел 2. Испытание натурных конструкций: ударные стенды и вибростенды.	1. Определение характеристик собственных колебаний с помощью резонансных испытаний. 2. Измерение логарифмического декремента затухания системы с одной степенью свободы. Измерение собственных частот и форм колебаний системы с n степенями свободы.	0
3	Раздел 3. Измерение деформаций тензометрическими методами.	1. Тарировка тензодатчиков на балке при чистом изгибе. Определение коэффициента преобразования, построение градуировочной характеристики. 2. Использование тензодатчиков при исследовании напряженного состояния при прямом поперечном изгибе, при изгибе бруса большой кривизны, при	2

		изгибе бруса с кручением. Определение коэффициента преобразования, построение градуировочной характеристики.	
4	Раздел 4. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.	1.Тензометры. Ознакомление с работой механического тензометра Гугенбергера на примере определения деформации при изгибе балки. 2. Определение прогибов и перемещений индикатором перемещений часового типа.	0
5	Раздел 5. Измерение полей деформаций и напряжений оптическими методами.	1. Исследование напряженного и деформированного состояний поляризационно-оптическим методом. Определение цены интерференционной полосы при растяжении стержня постоянного сечения, чистом изгибе балки, диаметральной сжатии плоского диска. 2. .Исследование интерференционной картины, построение изохром, изоклин, изостат. Анализ интерференционных картин деталей из оптически активных материалов различной формы.	0
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>4</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные задачи механических испытаний. Испытательные машины и объекты испытаний.	Основные задачи механических испытаний. Испытательные машины и объекты испытаний. 1.1.Классификация образцов. Испытательные комплексы. 1.2.Классификация методов испытаний. Машины для статических испытаний. 1.3. Маятниковые копры для испытания на ударную вязкость. Машины для испытания на усталость. 1.4. Твердомеры.	24
2	Раздел 2. Испытание натурных конструкций: ударные стенды и вибростенды.	Испытание натурных конструкций: ударные стенды и вибростенды. 2.1. Задачи и методы ударных испытаний. Классификация и конструктивные особенности ударных стендов. 2.2. Общие характеристики и классификация вибростендов. Возбудители колебаний для вибростендов: механические, электромагнитные, электродинамические, электро- и магнитодинамические. 2.3. Определение характеристик собственных колебаний с помощью резонансных испытаний. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость.	24
3	Раздел 3. Измерение деформаций тензометрическими методами.	Измерение деформаций тензометрическими методами. 3.1. Тензорезисторные преобразователи. Тарировка тензорезисторов. 3.2.Электрические измерительные схемы: потенциометрические и мостовые схемы. 3.3.Тензометрические преобразователи механических величин: перемещений, сил, крутящих моментов, давления жидкостей и газов, ускорений и вибраций. 3.4.Тензорезисторы для измерения упругопластических деформаций и деформаций в зонах концентрации напряжений. 3.5.Высокотемпературные тензорезисторы. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по ним.	22
4	Раздел 4. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.	Самостоятельное изучение темы по рекомендованным преподавателем учебным пособиям и написание конспекта по теме раздела. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по ним.	24
5	Раздел 5. Измерение полей деформаций и напряжений оптическими методами.	Измерение полей деформаций и напряжений оптическими методами 5.1 Поляризационно – оптический метод: физические основы поляризационно- оптического метода, техника эксперимента материалы фотоупругих моделей, тарировка пьезооптических материалов, способы разделения главных напряжений, применение поляризационно-оптического метода для исследования объемного напряженного состояния: метод составных моделей, метод «замораживания». 5.2 Голографический метод: получение голографического изображения, методы голографической интерферометрии, голографическая дефектоскопия.	22

6	Раздел 6. Методы неразрушающего контроля.	Методы неразрушающего контроля. 6.1 Ультразвуковые методы определения напряжений; 6.2. Методы обнаружения усталостных трещин: визуально-оптический метод; капиллярный метод; магнитный порошковый метод; метод вихревых токов; радиационные методы , акустические (ультразвуковые), теневой метод , импульсный эхо-метод, метод акустической эмиссии (АЭ).	22
<b>Всего за 8 семестр</b>			138

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Этап 1. Ознакомление со списком КР, предложенных преподавателем, или самостоятельный выбор студента по тематике курса. Поиск материала для выбранной темы в предложенной литературе, в электронных интернет- ресурсах, электронных библиотеках, в периодических научных журналах, рекомендуемых преподавателем.	1 - 3	3
Этап 2. Этап 2. Систематизация изученного материал, составление плана КР, подготовка черновика КР, продумывания необходимых иллюстраций, рисунков, диаграмм, схем, графиков. Представление материала в электронном виде.	4 - 5	3
Этап 3. Этап 3. Оформление КР согласно требованиям по оформлению КР и КП, имеющимся на сайте БГТУ. При оформлении использовать графические редакторы и редакторы формул. Текстовая часть КР должна содержать не менее 15 страниц печатного текста.	6 - 10	10
Этап 4. Этап 4. Сдача и защита КР.	11 - 13	2
<b>Всего за 8 семестр</b>		18

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- диагностическая работа;
- курсовая работа;
- отчет по ЛР;
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Н. Г. Буткарева. . Определение твёрдости твердомером ИТВ-10-АМ. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 12 экз.
2. Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 25 экз.
3. Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 45 экз.
4. Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. . Моделирование усталостной прочности. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:



1. С. Атлури, А. Кобаяси, Д. Дэлли. . Экспериментальная механика. М.: Мир, 1990, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Датчики и системы;
2. Деформация и разрушение материалов;
3. Информационно-измерительные и управляющие системы.

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

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

### Современные профессиональные базы данных:

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

### Информационные справочные системы:

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

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Приборы для измерения твердости по Бринеллю и Роквеллу;
2. Испытательная машина ИМ-4А с номинальной силой 40 кН.

### **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 **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Н Робототехника и инновационная инженерия БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова* кафедрой *НЗ Механика деформируемого твердого тела*.

Дисциплина нацелена на формирование компетенций:

ПК-8.2 Способен учитывать особенности цифрового анализа технических систем при ударном, вибрационном, температурном нагружениях, наличии концентрации напряжений, контактных взаимодействиях, потери несущей способности, а также при усталостных разрушениях.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой методов экспериментального определения напряжений, деформаций, перемещений, усилий и исследованием с применением этих методов напряженного и деформированного состояний, нагруженности и прочности деформируемых элементов машин и конструкций от действия механических, тепловых и других нагрузок. Методы экспериментальной механики основаны на использовании различных (электрических, тепловых, геометрических и др.) эффектов, сопровождающих деформацию тела.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- курсовая работа;
- отчет по ЛР;
- контрольные вопросы;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**2 ч.**), лабораторный практикум (**4 ч.**), самостоятельная работа студента (**138 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 6 ч. аудиторных занятий, и 138 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные задачи механических испытаний. Испытательные машин и объекты испытаний.</b>		
Основные задачи механических испытаний. Испытательные машин и объекты испытаний. 1.1.Классификация образцов. Испытательные комплексы. 1.2.Классификация методов испытаний. Машины для статических испытаний. 1.3. Маятниковые копры для испытания на ударную вязкость. Машины для испытания на усталость. 1.4. Твердомеры.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1) Н. Г. Буткарева. . Определение твёрдости твердомером ИТВ-10-АМ: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (3-6) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. . Моделирование усталостной прочности: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (1)	24
Итого по разделу 1		24
<b>Раздел 2. Испытание натуральных конструкций: ударные стенды и вибростенды.</b>		
Испытание натуральных конструкций: ударные стенды и вибростенды. 2.1. Задачи и методы ударных испытаний. Классификация и конструктивные особенности ударных стендов. 2.2. Общие характеристики и классификация вибростендов. Возбудители колебаний для вибростендов: механические, электромагнитные, электродинамические, электро- и магнитодинамические. 2.3. Определение характеристик собственных колебаний с помощью резонансных испытаний. Испытания на вибропрочность и виброустойчивость.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1)	24

Итого по разделу 2		24
<b>Раздел 3. Измерение деформаций тензометрическими методами.</b>		
Измерение деформаций тензометрическими методами. 3.1. Тензорезисторные преобразователи. Тарировка тензорезисторов. 3.2. Электрические измерительные схемы: потенциометрические и мостовые схемы. 3.3. Тензометрические преобразователи механических величин: перемещений, сил, крутящих моментов, давления жидкостей и газов, ускорений и вибраций. 3.4. Тензорезисторы для измерения упругопластических деформаций и деформаций в зонах концентрации напряжений. 3.5. Высокотемпературные тензорезисторы. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по ним.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2.8)	22
Итого по разделу 3		22
<b>Раздел 4. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.</b>		
Самостоятельное изучение темы по рекомендованным преподавателем учебным пособиям и написание конспекта по теме раздела. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по ним.	С. Атлури, А. Кобаяси, Д. Дэлли. · Экспериментальная механика: М.: Мир, 1990 (Гл.6; Гл.7) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Гл.2, раздел 2.9)	24
Итого по разделу 4		24
<b>Раздел 5. Измерение полей деформаций и напряжений оптическими методами.</b>		
Измерение полей деформаций и напряжений оптическими методами 5.1 Поляризационно – оптический метод: физические основы поляризационно- оптического метода, техника эксперимента материалы фотоупругих моделей, тарировка пьзооптических материалов, способы разделения главных напряжений, применение поляризационно-оптического метода для исследования объемного напряженного состояния: метод составных моделей, метод «замораживания». 5.2 Голографический метод: получение голографического изображения, методы голографической интерферометрии, голографическая дефектоскопия.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (8) С. Атлури, А. Кобаяси, Д. Дэлли. · Экспериментальная механика: М.: Мир, 1990 (Гл.5; Гл.8) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (Гл.3, разделы 3.1; 3.2)	22
Итого по разделу 5		22
<b>Раздел 6. Методы неразрушающего контроля.</b>		
Методы неразрушающего контроля. 6.1 Ультразвуковые методы определения напряжений; 6.2. Методы обнаружения усталостных трещин: визуально-оптический	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная	22

метод; капиллярный метод; магнитный порошковый метод; метод вихревых токов; радиационные методы , акустические (ультразвуковые), теневой метод , импульсный эхо-метод, метод акустической эмиссии (АЭ).	механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (5)	
Итого по разделу 6		22

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольные вопросы;
- отчет по ЛР;
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену;
- 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.

#### Контрольные вопросы

Список контрольных вопросов составляет преподаватель после каждой темы курса для закрепления пройденного материала. Студенту необходимо ознакомиться с вопросами, ответить на них, используя знания и лекционный материал. Это вопросы для самопроверки.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Работа оценивается по балльно - рейтинговой системе, которая приведена в технологической карте. Студент, не присутствовавший на лабораторной работе, но написавший отчет и ответивший на все вопросы преподавателя, получает половину от максимального балла. Шаблоны для оформления отчета по ЛР представлены в ЭИОС Moodle в курсе "Экспериментальная механика" и в УМК дисциплины.

#### Курсовая работа

Критерии и шкалы оценивания результатов по курсовой работе:

1. Шкала оценивания: «отлично». Соответствует 30 -40 баллам в Технологической карте.  
Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовую работу в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части и оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.
2. Шкала оценивания: «хорошо». Соответствует 20 баллам в Технологической карте.  
Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовую работу в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части и оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно.
3. Шкала оценивания: «удовлетворительно». Соответствует 15 баллам в Технологической карте.  
Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовую работу в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения.
4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно». Соответствует - 14 баллам в Технологической карте.

Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них.

### **Вопросы к экзамену**

Вопросы к экзамену размещены в ЭИОС Moodle в курсе "Экспериментальная механика"

### **Экзамен**

Выполнение и защита курсовой работы является одним из видов контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка по дисциплине не может быть поставлена, если не выполнена и защищена КР.

Студент может получить оценку за экзамен по совокупности сданных контрольных мероприятий, если он набрал согласно балльно-рейтинговой системе следующее число баллов:

- менее 60 - оценка неудовлетворительно;
- от 60 до 74 - оценка удовлетворительно;
- 75 -и 84 - хорошо;
- 85 и более - отлично.

В противном случае студент может сдавать экзамен на общих основаниях. Студент сдает экзамен по билетам, содержащим два теоретических вопроса.

Оценка «отлично»:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;

Оценка «хорошо»:

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

Оценка «удовлетворительно»:

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;

Оценка «не удовлетворительно»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий.



КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-8.2	
4	8	Раздел 1. Основные задачи механических испытаний. Испытательные машин и объекты испытаний.	26	2	0	2	24	20	Отчет по ЛР, Контрольные вопросы
4	8	Раздел 2. Испытание натуральных конструкций: ударные стенды и вибростенды.	24.5	0.5	0.5	0	24	20	Контрольные вопросы, Курсовая работа
4	8	Раздел 3. Измерение деформаций тензометрическими методами.	25	3	1	2	22	15	Отчет по ЛР, Контрольные вопросы
4	8	Раздел 4. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.	24	0	0	0	24	15	Контрольные вопросы, Курсовая работа
4	8	Раздел 5. Измерение полей деформаций и напряжений оптическими методами.	22.5	0.5	0.5	0	22	15	Контрольные вопросы
4	8	Раздел 6. Методы неразрушающего контроля.	22	0	0	0	22	15	Контрольные вопросы, Курсовая работа, Вопросы к экзамену
Всего за 8 семестр			144	6	2	4	138	100	
Всего по дисциплине			144	6	2	4	138	100	

**ПК-8.2 - Способен учитывать особенности цифрового анализа технических систем при ударном, вибрационном, температурном нагружениях, наличии концентрации напряжений, контактных взаимодействиях, потери несущей способности, а также при усталостных разрушениях**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое гидродинамическая аналогия при исследовании концентраторов напряжений?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

1 Изохрома

2 Изоклина

3 Изотерма

а) линия равного наклона главных напряжений

б) линия равных разностей главных напряжений

в) линия равных температур

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

1 устойчивость

2 ударная вязкость

3 твердость

4 усталость

а) это способность металлов сопротивляться действию ударных нагрузок не разрушаясь.

б) свойство материала сопротивляться проникновению в него более твёрдого наконечника (индентора), не получающего остаточных деформаций.

в) процесс постепенного накопления повреждений материала под действием повторно-переменных напряжений, приводящий к уменьшению долговечности, образованию трещин и разрушению.

г) если малые внешние воздействия приводят к малым и исчезающим после снятия воздействия отклонениям от первоначального положения равновесия

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое концентрация напряжений?

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Методы обнаружения усталостных трещин:

1 фрактография

2 индуктивный метод

3 ультразвуковой метод

4 с помощью тензометра Гуггенбергера

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Для определения максимального напряжения в детали с концентратором напряжений

- 1 определяю номинальное напряжение без учета концентратора напряжений по формулам сопротивления материалов
  - 2 определяют теоретический коэффициент концентрации напряжений по графикам или таблицам
  - 3 умножают номинальные напряжения на теоретический коэффициент для получения максимального напряжения
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность  
Последовательность проверочного расчета на устойчивость
- 1 определить критическую силу
  - 2 определить минимальный момент инерции сечения
  - 3 определить коэффициент приведенной длины
  - 4 определить гибкость стержня и предельную гибкость
  - 5 сравнить гибкость стержня и предельную гибкость для определения формулы для расчета критической силы
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что такое долговечность?
- 1 Это число циклов до разрушения
  - 2 Это время проведения испытаний
  - 3 Это время одного колебания
  - 4 Это возраст механической системы
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что измеряет пирометр?
- 1 Атмосферное давление
  - 2 Плотность электрического тока
  - 3 деформацию
  - 4 Температуру тел
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что определяют ультразвуковым методом?
- 1 деформации
  - 2 трещины, пустоты
  - 3 Поле напряжений
  - 4 перемещения
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие образцы используют при испытании на ударную вязкость?
- 1 Брус прямоугольного поперечного сечения с U-образным надрезом
  - 2 Брус круглого поперечного сечения с соотношением диаметра и рабочей длины 1:5

- 3 Брус с сечением в виде двутавра
- 4 Брус прямоугольного поперечного сечения с V-образным надрезом
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие образцы применяют для испытания на растяжение?
- 1 Короткие цилиндры с соотношением высоты и диаметра 1,5-3
- 2 Цилиндрические образцы с расчетной длиной  $l = 5d$  (короткие, пятикратные образцы)
- 3  $l = 10d$  (длинные, десяти-кратные образцы)
- 4 Образцы двутаврового профиля