

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

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	Н3 Механика деформируемого твердого тела
Кафедра-разработчик рабочей программы	Н3 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	7	3	108	4	2	0	2	104	0	0	104	зач.

*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 СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕХАНИКИ**

## **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:*

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:*

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 **СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕХАНИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ, ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА, ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах
- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ОПК-9 — Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
- 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 3 з.е., 108 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-8.2
4	7	<b>Раздел 1. Классификация средств измерений.</b> 1.1.Классификация измерений. Основные характеристики измерений. 1.2 Классификация средств измерений: меры, эталоны, измерительные преобразователи. 1.3 Основные характеристики средств измерений: коэффициент преобразования, чувствительность, диапазон измерений, динамические характеристики средств измерений.	7	1	1	0	6	10
4	7	<b>Раздел 2. Классификация методов измерений.</b> 2.1 Метод непосредственной оценки; 2.2 Методы сравнения: нулевой, дифференциальный, замещения, совпадения.	8.5	0.5	0.5	0	8	10
4	7	<b>Раздел 3. Погрешности средств измерений и классы точности.</b> Погрешности средств измерений и классы точности 3.1 Абсолютная, относительная и приведенная погрешности; 3.2 Систематическая и случайная погрешности, форма представления результата измерения; 3.3 Классы точности; 3.4 Динамические погрешности средств измерений.	13.5	0.5	0.5	0	13	10
4	7	<b>Раздел 4. Первичные (входные) преобразователи.</b> Первичные (входные) преобразователи. 4.1 Кинематический и инерционный принципы измерения; 4.2 Виброметрический и акселерометрический режимы работы.	8	0	0	0	8	10
4	7	<b>Раздел 5. Промежуточные преобразователи.</b> Промежуточные преобразователи 5.1 Генераторные промежуточные преобразователи: индукционные и пьезоэлектрические 5.2 Параметрические промежуточные преобразователи: индуктивные, емкостные, резисторные.	12	0	0	0	12	10
4	7	<b>Раздел 6. Электромеханические измерительные преобразователи.</b> 6.1 Электрические измерительные схемы: потенциометрические и мостовые схемы. 6.2 Тензометрические преобразователи механических величин: перемещений, сил, крутящих моментов, давления жидкостей и газов, ускорений и вибраций. 6.3 Электромеханические датчики: индуктивный, тензорезисторный и струнный тензометры .	15	2	0	2	13	10
4	7	<b>Раздел 7. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.</b> 7.1 Механические и оптические тензометры. Оптические и механические компараторы. 7.2 Метод геометрического муара. 7.3 Метод интерференционного муара.	12	0	0	0	12	10
4	7	<b>Раздел 8. Поляризационно – оптический метод исследования напряжений.</b> 8.1 Физические основы поляризационно - оптического метода. Техника эксперимента; 8.2 Тарировка пьезооптических материалов; 8.3 Анализ картин изохром, изоклин и изостат при плоском напряженном состоянии; 8.4 Теоретические способы разделения главных напряжений; 8.5 Исследование объемного напряженного состояния: метод составных моделей, метод «замораживания».	14	0	0	0	14	10
4	7	<b>Раздел 9. Перенос результатов исследования с модели на натуру.</b> 9.1 Основные положения теории подобия и размерностей; 9.2 Основы моделирования: физические и математические модели; 9.3 п – теорема размерностей, теоремы подобия, критерии подобия, масштабные коэффициенты.	12	0	0	0	12	10
4	7	<b>Раздел 10. Измерительные информационные системы (ИИС).</b> 10.1 Виды и структуры ИИС; 10.2 Основные компоненты ИИС; 10.3 Разновидности ИИС.	6	0	0	0	6	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	4	2	2	104	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	4	2	2	104	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Погрешности средств измерений и классы точности.	1. Статистическая обработка результатов измерений, определение погрешностей измерений. 2. Определение среднеквадратичного отклонения, доверительного интервала по результатам испытаний.	0
2	Раздел 6. Электромеханические измерительные преобразователи.	1. Получение расчетных формул для тарировки тензорезисторов для балок равного сечения, равного сопротивления изгибу, диаметрально-сжатого диска; 2. Определение напряжений и деформаций методами сопротивления материалов в местах предполагаемой наклейки тензорезисторов.	2
3	Раздел 7. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.	1. Расчет напряжений и деформаций на примере балки равного сечения. 2. Определение перемещений методами сопротивления материалов для сравнения с показаниями тензометра Гуггенбергера и стрелочного индикатора перемещений.	0
4	Раздел 8.	1. Определение масштабных коэффициентов при исследовании	0

	Поляризационно – оптический метод исследования напряжений.	напряжений в оптически-активных образцах и реальных объектах на основании теории подобия и размерностей. 2. Обработка полей изохром и изоклин, полученных ПОМ.	
5	Раздел 9. Перенос результатов исследования с модели на натуру.	1. Определение масштабов моделирования из определяющих уравнений в МДТТ. 2. Получение индикаторов подобия для плоской задачи теории упругости.	0
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>2</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Классификация средств измерений.	Классификация средств измерений. 1.1.Классификация измерений. Основные характеристики измерений. 1.2 Классификация средств измерений: меры, эталоны, измерительные преобразователи. 1.3 Основные характеристики средств измерений: коэффициент преобразования, чувствительность, диапазон измерений, динамические характеристики средств измерений.	6
2	Раздел 2. Классификация методов измерений.	Классификация методов измерений 2.1 Метод непосредственной оценки; 2.2 Методы сравнения: нулевой, дифференциальный, замещения, совпадения.	8
3	Раздел 3. Погрешности средств измерений и классы точности.	Погрешности средств измерений и классы точности 3.1 Абсолютная, относительная и приведенная погрешности; 3.2 Систематическая и случайная погрешности, форма представления результата измерения; 3.3 Классы точности; 3.4 Динамические погрешности средств измерений. Подготовка материалов к написанию рефератов. Ознакомление со списком тем рефератов, предложенных преподавателем, или самостоятельный выбор студента по тематике курса.	13
4	Раздел 4. Первичные (входные) преобразователи.	Первичные (входные) преобразователи. 4.1 Кинематический и инерционный принципы измерения; 4.2 Виброметрический и акселерометрический режимы работы.	8
5	Раздел 5. Промежуточные преобразователи.	Промежуточные преобразователи 5.1 Генераторные промежуточные преобразователи: индукционные и пьезоэлектрические 5.2 Параметрические промежуточные преобразователи: индуктивные, емкостные, резисторные.	12
6	Раздел 6. Электромеханические измерительные преобразователи.	Электромеханические измерительные преобразователи 6.1 Электрические измерительные схемы: потенциометрические и мостовые схемы. 6.2 Тензометрические преобразователи механических величин: перемещений, сил, крутящих моментов, давления жидкостей и газов, ускорений и вибраций. 6.3 Электромеханические датчики: индуктивный, тензорезисторный и струнный тензометры	13
7	Раздел 7. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.	Оптико-геометрические методы измерения деформаций. 7.1 Механические и оптические тензометры. Оптические и механические компараторы. 7.2 Метод геометрического муара. 7.3 Метод интерференционного муара.	12
8	Раздел 8. Поляризационно – оптический метод исследования напряжений.	Поляризационно – оптический метод исследования напряжений 8.1 Физические основы поляризационно - оптического метода. Техника эксперимента; 8.2 Тарировка пьезооптических материалов; 8.3 Анализ картин изохром, изоклин и изостат при плоском напряженном состоянии; 8.4 Теоретические способы разделения главных напряжений; 8.5 Исследование объемного напряженного состояния: метод составных моделей, метод «замораживания». Написание реферата	14
9	Раздел 9. Перенос	Перенос результатов исследования с модели на натуру 9.1	12

	результатов исследования с модели на натуру.	Основные положения теории подобия и размерностей; 9.2 Основы моделирования: физические и математические модели; 9.3 п – теорема размерностей, теоремы подобия, критерии подобия, масштабные коэффициенты.	
10	Раздел 10. Измерительные информационные системы (ИИС).	Измерительные информационные системы (ИИС) 10.1 Виды и структуры ИИС; 10.2 Основные компоненты ИИС; 10.3 Разновидности ИИС.	6
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>104</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- диагностическая работа;
- реферат;
- вопросы к зачету;
- контрольные вопросы;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков. . Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
2. В. И. Юлиш. . Первичные преобразователи. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 27 экз.
3. В. К. Жуков. . Метрология. Теория измерений. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
4. Г. Г. Раннев. . Измерительные информационные системы. М.: Академия, 2010, 22 экз.
5. Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. . Методы и средства измерений. М.: Академия, 2008, 20 экз.
6. Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 25 экз.
7. Н. Г. Буткарева, И. Н. Титух. . Оптические методы исследования напряжений и деформаций. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 74 экз.
8. Н. К. Ерофеев, С. А. Карпов. . Пьезоэлектрические преобразователи. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 41 экз.
9. Т. П. Кочеткова, Ю. И. Кижняев, О. А. Мишина. . Оценка точности и расчёт погрешностей измерения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 83 экз.

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;
4. Проблемы машиностроения и автоматизации.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;



3. <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:

1. Microsoft Office.

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. Интерактивная доска;
2. Microsoft Office.

### **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 **СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕХАНИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *И Робототехника и инновационная инженерия БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н3 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 изучение методов и средств определения полей деформаций и напряжений на натурных объектах, разработка математических расчетных моделей конструкций по результатам экспериментальных исследований, оценка точности результатов численных расчетов, проведением испытаний натурных конструкций и их моделей для оценки их прочности, надежности, устойчивости, использования экспериментальных методов и средств контроля и измерения физических полей различных объектов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- реферат;
- вопросы к зачету;
- контрольные вопросы;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**2 ч.**), практические занятия (**2 ч.**), самостоятельная работа студента (**104 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 4 ч. аудиторных занятий, и 104 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. Классификация средств измерений.</b>		
Классификация средств измерений. 1.1.Классификация измерений. Основные характеристики измерений. 1.2 Классификация средств измерений: меры, эталоны, измерительные преобразователи. 1.3 Основные характеристики средств измерений: коэффициент преобразования, чувствительность, диапазон измерений, динамические характеристики средств измерений.	А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков. . Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы: Москва: Юрайт, 2022 (1-3) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2) Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. . Методы и средства измерений: М.: Академия, 2008 (2,3)	6
Итого по разделу 1		6
<b>Раздел 2. Классификация методов измерений.</b>		
Классификация методов измерений 2.1 Метод непосредственной оценки; 2.2 Методы сравнения: нулевой, дифференциальный, замещения, совпадения.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1) Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. . Методы и средства измерений: М.: Академия, 2008 (1,2)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Погрешности средств измерений и классы точности.</b>		
Погрешности средств измерений и классы точности 3.1 Абсолютная, относительная и приведенная погрешности; 3.2 Систематическая и случайная погрешности, форма представления результата измерения; 3.3 Классы точности; 3.4 Динамические погрешности средств измерений. Подготовка	В. К. Жуков. . Метрология. Теория измерений: Москва: Юрайт, 2022 (1) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. .	13

материалов к написанию рефератов. Ознакомление со списком тем рефератов, предложенных преподавателем, или самостоятельный выбор студента по тематике курса.	Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2) Т. П. Кочеткова, Ю. И. Кижняев, О. А. Мишина. . Оценка точности и расчёт погрешностей измерения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1,2)	
Итого по разделу 3		13
<b>Раздел 4. Первичные (входные) преобразователи.</b>		
Первичные (входные) преобразователи. 4.1 Кинематический и инерционный принципы измерения; 4.2 Виброметрический и акселерометрический режимы работы.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2, разд. 2.6) В. И. Юлиш. . Первичные преобразователи: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1)	8
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Промежуточные преобразователи.</b>		
Промежуточные преобразователи 5.1 Генераторные промежуточные преобразователи: индукционные и пьезоэлектрические 5.2 Параметрические промежуточные преобразователи: индуктивные, емкостные, резисторные.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2) Н. К. Ерофеев, С. А. Карпов. . Пьезоэлектрические преобразователи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3)	12
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Электромеханические измерительные преобразователи.</b>		
Электромеханические измерительные преобразователи 6.1 Электрические измерительные схемы: потенциометрические и мостовые схемы. 6.2 Тензометрические преобразователи механических величин: перемещений, сил, крутящих моментов, давления жидкостей и газов, ускорений и вибраций. 6.3 Электромеханические датчики: индуктивный, тензорезисторный и струнный тензометры	А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков. . Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы: Москва: Юрайт, 2022 (2) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (Гл.2, разд. 2.8)	13
Итого по разделу 6		13

<b>Раздел 7. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.</b>		
Оптико-геометрические методы измерения деформаций. 7.1 Механические и оптические тензометры. Оптические и механические компараторы. 7.2 Метод геометрического муара. 7.3 Метод интерференционного муара.	С. Атлури, А. Кобаяси, Д. Дэлли. . Экспериментальная механика: М.: Мир, 1990 (Гл.6,7) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3)	12
Итого по разделу 7		12
<b>Раздел 8. Поляризационно – оптический метод исследования напряжений.</b>		
Поляризационно – оптический метод исследования напряжений 8.1 Физические основы поляризационно - оптического метода. Техника эксперимента; 8.2 Тарировка пьезооптических материалов; 8.3 Анализ картин изохром, изоклин и изостат при плоском напряженном состоянии; 8.4 Теоретические способы разделения главных напряжений; 8.5 Исследование объемного напряженного состояния: метод составных моделей, метод «замораживания». Написание реферата	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (гл.3, разд.3.1) Н. Г. Буткарева, И. Н. Титух. . Оптические методы исследования напряжений и деформаций: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (2,3)	14
Итого по разделу 8		14
<b>Раздел 9. Перенос результатов исследования с модели на натуру.</b>		
Перенос результатов исследования с модели на натуру 9.1 Основные положения теории подобия и размерностей; 9.2 Основы моделирования: физические и математические модели; 9.3 п – теорема размерностей, теоремы подобия, критерии подобия, масштабные коэффициенты.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. . Экспериментальная механика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3)	12
Итого по разделу 9		12
<b>Раздел 10. Измерительные информационные системы (ИИС).</b>		
Измерительные информационные системы (ИИС) 10.1 Виды и структуры ИИС; 10.2 Основные компоненты ИИС; 10.3 Разновидности ИИС.	В. К. Жуков. . Метрология. Теория измерений: Москва: Юрайт, 2022 (3) Г. Г. Раннев. . Измерительные информационные системы: М.: Академия, 2010 (Гл.10)	6
Итого по разделу 10		6

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольные вопросы;
- реферат;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к зачету;
- 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.

#### Контрольные вопросы

Контрольные вопросы преподаватель размещает после каждой лекции в ЭИОС в курсе "Средства экспериментальной механики" и они служат для самопроверки студентами усвоенного материала.

#### Реферат

Реферат (семестр 7 раздел 2, семестр 7 раздел 3, семестр 7 раздел 4, семестр 7 раздел 5, семестр 7 раздел 6, семестр 7 раздел 7, семестр 7 раздел 8, семестр 7 раздел 9, семестр 7 раздел 10):

Реферат оценивается по БРС, распределение баллов за реферат приведено в Технологической карте в ЭИОС Moodle.

Реферат предоставляется в письменном виде и должен содержать не менее 10 печатных страниц текста, выполненных по правилам оформления КР.

Студент получает максимальное число баллов 40, если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике; реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания и техническими требованиями оформления реферата; реферат имеет чёткую композицию и структуру; в тексте реферата отсутствуют логические нарушения в представлении материала; корректно оформлены и в полном объёме представлены список использованной литературы и ссылки на использованную литературу в тексте реферата;

Студент получает 30 баллов, если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике, но она раскрыта не в полном объёме; реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания реферата, но есть погрешности в техническом оформлении; реферат имеет чёткую композицию и структуру; в тексте реферата отсутствуют логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлены список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении;

Студент получает 20 баллов, если содержание реферата соответствует заявленной в названии тематике, но она раскрыта не в полном объёме, реферат не достаточно иллюстрирован, что снижает его информативность; в целом реферат оформлен в соответствии с общими требованиями написания реферата, но есть погрешности в техническом оформлении; в целом реферат имеет чёткую композицию и структуру, но в тексте реферата есть логические нарушения в представлении материала; в полном объёме представлен список использованной литературы, но есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; есть единичные орфографические, пунктуационные, грамматические, лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте;

Студенту не выставляются баллы, если содержание реферата не соответствует заявленной в названии тематике; в реферате отмечены нарушения общих требований написания реферата; есть погрешности в техническом оформлении; есть ошибки в оформлении; некорректно оформлены или не в полном объёме представлены ссылки на использованную литературу в тексте реферата; есть частые орфографические, пунктуационные, грамматические,

лексические, стилистические и иные ошибки в авторском тексте. В этом случае реферат отправляется на переработку или доработку. Возможные темы рефератов находятся в ЭИОС Moodle в курсе "Средства экспериментальной механики".

### **Отчет по практическому заданию**

Отчет по работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном для выполнения ПЗ. Защита отчета проходит в форме ответов студента на вопросы преподавателя. В случае если оформление отчета соответствует указанным требованиям, а число правильных ответов студента на вопросы преподавателя составляет более 80%, то студент получает максимальное количество баллов – 5 баллов.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- менее 30% правильных ответов на вопросы преподавателя;
- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- неверно выбрана расчетная формула, допущена арифметическая ошибка в расчетах.

### **Вопросы к зачету**

Перечень вопросов к зачету приведен в ЭИОС Moodle в курсе "Средства экспериментальной механики" и входит в вопросы промежуточного теста

### **Зачет**

Зачет оценивается по количеству баллов, полученных за выполнение всех контрольных мероприятий.

Баллы начисляются по нормативной шкале, которая отражена в Технологической карте курса. Если студент набрал менее 60 баллов то он получает не зачтено, если 60 баллов и более, то студент получает зачет.

В случае несогласия с оценкой "не зачтено", студент может ответить на вопросы зачета, размещенные в ЭИОС Moodle в курсе "Средства экспериментальной механики", оформленные в виде билетов, содержащих два теоретических вопроса. Ответы на вопросы студент готовит в течение часа письменно, а затем устно отвечает преподавателю.

Оценку «зачтено» заслуживает студент: обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии.



Паспорт фонда оценочных средств

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-8.2	
4	7	Раздел 1. Классификация средств измерений.	7	1	1	0	6	10	Контрольные вопросы
4	7	Раздел 2. Классификация методов измерений.	8.5	0.5	0.5	0	8	10	Контрольные вопросы
4	7	Раздел 3. Погрешности средств измерений и классы точности.	13.5	0.5	0.5	0	13	10	Контрольные вопросы
4	7	Раздел 4. Первичные (входные) преобразователи.	8	0	0	0	8	10	Контрольные вопросы
4	7	Раздел 5. Промежуточные преобразователи.	12	0	0	0	12	10	Контрольные вопросы
4	7	Раздел 6. Электромеханические измерительные преобразователи.	15	2	0	2	13	10	Отчет по практическому заданию, Реферат, Контрольные вопросы
4	7	Раздел 7. Оптико-геометрические методы измерения деформаций.	12	0	0	0	12	10	Реферат, Контрольные вопросы
4	7	Раздел 8. Поляризационно – оптический метод исследования напряжений.	14	0	0	0	14	10	Реферат, Контрольные вопросы
4	7	Раздел 9. Перенос результатов исследования с модели на натуру.	12	0	0	0	12	10	Реферат
4	7	Раздел 10. Измерительные информационные системы (ИИС).	6	0	0	0	6	10	Реферат, Вопросы к зачету
Всего за 7 семестр			108	4	2	2	104	100	
Всего по дисциплине			108	4	2	2	104	100	

## Оценочные материалы по дисциплине СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

**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  
Для чего служат генераторные преобразователи?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что необходимо знать для определения случайной погрешности?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
- 1 первичные преобразователи
  - 2 промежуточный преобразователи
- а) служат для преобразования перемещения (деформации) в электрический сигнал
- б) для преобразования механической величины в деформацию
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Принцип работы:
- 1 пьезоэлектрические преобразователи
  - 2 тензометрические преобразователи
  - 3 емкостные преобразователи
- а) на поверхности пластин накапливается электрический заряд при деформации
- б) изменение расстояния между пластинами вследствие деформации
- в) изменение сопротивления при деформировании
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расположить класс точности приборов по убыванию:
- 1 Микрометр
  - 2 Линейка
  - 3 Штангенциркуль
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
В методе замещения:
- 1 сигнал на вход прибора  $X'$  поступает от регулируемой меры, которую изменяют до тех пор, пока на выходе значение по прибору не станет равным  $Y$ .
  - 2 на вход прибора подается сигнал  $X$  и запоминается значение выходной величины  $Y$
  - 3 снимают показания с меры для установления значения  $X$
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
На каком принципе основана работа магнитоупругого преобразователя?
- 1 На изменении длины воздушного зазора в магнитопроводе
  - 2 На изменении числа витков обмоток, расположенных в магнитопроводе
  - 3 На изменении магнитной проницаемости сердечника в результате его деформирования

- 4 На изменении скорости магнитного потока при перемещении катушки, связанной с механической величиной
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Для какого метода измерений нужна мера?
- 1 Метод составных моделей
  - 2 Метод сравнения
  - 3 метод полос
  - 4 Метод непосредственной оценки
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что измеряют, используя стробоскопический эффект?
- 1 Напряжения в отдельных точках
  - 2 Поле деформаций
  - 3 Частоту вращения объектов
  - 4 Линейные перемещения
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Частота собственных колебаний механической системы зависит:
- 1 от массы
  - 2 от жесткости
  - 3 от приложенной нагрузки
  - 4 от коэффициента затухания
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие параметры изменяются в индуктивном преобразователе?
- 1  $\mu$  – магнитная проницаемость среды в зазоре;
  - 2  $S$  – площадь поперечного сечения участка воздушного зазора;
  - 3  $\delta$  – величина зазора;
  - 4 емкость между элементами магнитопровода
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В индуктивном датчике для измерения сил используются такие упругие элементы:
- 1 мембранного типа
  - 2 кольцевого типа
  - 3 в виде прокатного профиля
  - 4 трубчатого типа