

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Космические летательные аппараты и разгонные блоки
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
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	
2	3	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.
2	4	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	экз.
ВСЕГО		6	216	102	34	34	34	114	0	0	114	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела  
Туркина Наталья Рудольфовна, 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

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

## **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:

ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

инструментария для решения физико-математических задач в своей области;

*умения:*

интерпретировать результаты и делать выводы, уметь выбирать методы исследования;

*навыки:*

применения современного математического инструментария для решения математических, физических; понятиями физики, которые лежат в основе всего естествознания и являются основой для создания техники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, ИСПЫТАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КА, НАДЕЖНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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	Практические занятия		
2	3	<b>Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций.</b> 1.1. Идеализация материалов и их свойств, геометрических форм, граничных условий и технических конструкций. Анализ внешних сил. 1.2. Дифференциальные и интегральные характеристики параметров в сечении стержня. Внутренние усилия, напряжения. 1.3. Метод сечений для определения внутренних силовых факторов. Построение эпюр.	32	12	4	4	4	20	15
2	3	<b>Раздел 2. Механические свойства материалов.</b> 2.1. Экспериментальное определение механических характеристик материалов. Диаграммы растяжения – сжатия, кручения. Понятие о предельном и допускаемом напряжении, коэффициенте запаса прочности. 2.2. Способы измерения напряжений и деформаций, тензометрирование.	33	18	6	6	6	15	15
2	3	<b>Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.</b> 3.1. Линейное растяжение-сжатие. 3.2. Чистый сдвиг. Кручение. Сплошные и тонко-стенные сечения. 3.3. Плоский поперечный изгиб. Внутренние усилия, напряжения, перемещения. Нормальные и касательные напряжения. Понятие о центре изгиба. 3.4. Дифференциальное уравнение продольной оси изогнутой балки и его интегрирование. Метод начальных параметров.	43	21	7	7	7	22	20
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50
2	4	<b>Раздел 4. Теоретические основы расчета упругих систем.</b> 4.1. Потенциальная энергия внешних и внутренних сил. Обобщенные внешние силы и перемещения. Возможная работа внешних и внутренних сил. Принцип возможных перемещений. Теорема о взаимности работ. Коэффициенты податливости и жесткости. 4.2. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах способом Мора.	32	12	4	4	4	20	15
2	4	<b>Раздел 5. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b> 5.1. Уравнения равновесия. Условия на поверхности тела. Тензор малых деформаций и тензор напряжений. 5.2. Геометрические уравнения теории упругости. 5.3. Обобщенный закон Гука. Шаровой тензор и девиатор. Потенциальная энергия изменения объема и формы. 5.4. Виды напряженного состояния.	33	18	6	6	6	15	15
2	4	<b>Раздел 6. Теории прочности. Сложное сопротивление.</b> 6.1. Теории прочности. Расчет по несущей способности. Разрушение материалов. Предельные состояния бездефектных материалов и конструкций. 6.2. Сложное сопротивление, виды: внецентренное растяжение-сжатие, косой изгиб, изгиб с кручением и растяжением. Построение нейтральной линии. Подбор размеров по опасным точкам сечения.	43	21	7	7	7	22	20
<b>Всего за 4 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50
<b>Всего по дисциплине</b>			216	102	34	34	34	114	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций.	Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов.	4
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Экспериментальное определение механических характеристик материалов.	3
3		Диаграммы растяжения и сжатия. Тензометрирование.	3
4	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений. Усилия, напряжения, перемещения. Метод начальных параметров.	3
5		Кручение. Тензометрирование. Плоский поперечный изгиб.	4
Всего за 3 семестр			17
6	Раздел 4. Теоретические основы расчета упругих систем.	Обобщенные внешние силы и перемещения. Возможная работа внешних и внутренних сил.	4

		Принцип возможных перемещений.	
7	Раздел 5. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	3
8		Обоснование экспериментальных методов определения напряжений в изделиях из поляризационно–оптических материалов.	3
9	Раздел 6. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Сложное сопротивление, расчеты на прочность.	7
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций.	Определение физико-механических свойств материалов.	4
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Определение физико-механических свойств материалов.	6
3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Измерение напряжений и деформаций, тензометрирование.	7
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>17</b>
4	Раздел 4. Теоретические основы расчета упругих систем.	Определение перемещений в статически неопределимых стержневых системах.	4
5	Раздел 5. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Определение нормальных и касательных напряжений.	6
6	Раздел 6. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Определение физико-механических свойств материалов.	7
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций.	Подготовка к практическим занятиям. Решение задач на растяжение – сжатие. Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов. Определение перемещений. Оформление.	20
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Подготовка к практическим занятиям. Решение задач на кручение. Определение напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условию прочности. Определение перемещений.	15
3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Подготовка к практическим занятиям. Изгиб, решение задач. Определение нормальных и касательных напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условиям прочности. Оформление.	22
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>57</b>
4	Раздел 4. Теоретические основы расчета упругих систем.	Определение перемещений способом Мора. Грузовая и единичная системы. Интегралы Мора, их интегрирование. Оформление.	20
5	Раздел 5. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Подготовка к практическим занятиям. Оформление.	7
6		Изгиб, дифференциальное уравнение упругой линии. Определение перемещений и углов поворота балок прямым интегрированием дифференциального уравнения. Учет граничных условий.	8
7	Раздел 6. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Графическое построение исходного и главного плоского напряженного состояния. Виды сложного	22

	сопротивления. Подбор размеров сечений. Оформление.	
Всего за 4 семестр		57

#### 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
3		ТекК	ЗДЧ, Вопр. Зач, ЛР, Отч. по ЛР	ТекК, Отч. по ПЗ		ДР		ТекК, Отч. по ПЗ, ЛР, Отч. по ЛР	ЗДЧ, Вопр. Зач	ДР		ЛР, Отч. по ЛР	ТекК	ЗДЧ	Отч. по ПЗ, Вопр. Зач	ДР	Вопр. Зач, диф. зач.
4		ЗДЧ	ТекК, ЛР	Вопр. Экз, Отч. по ЛР		ДР		Отч. по ПЗ	Вопр. Экз	ДР			ТекК, ЛР, Отч. по ЛР	ЗДЧ	ЗДЧ, ТекК	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЗДЧ – задачи;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- задачи;
- вопросы к зачету;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Санников. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 42 экз.
2. В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
3. В. И. Феодосьев. Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018, эл. рес.
4. В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. . Теория упругости и пластичности. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
5. 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:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Деформация и разрушение материалов.

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

1. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
4. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### 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. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1;
3. PTC Mathcad Prime 5.0.

### 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. Машина разрывная для статических испытаний металлов Р100;
2. Mathcad Education - University Edition Term;
3. Matlab 2015a SP1;
4. PTC Mathcad Prime 5.0.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Машина разрывная для статических испытаний металлов Р100;
2. Модели рычажных, кулачковых, зубчатых и др. учебных механизмов в количестве.

### **6.4. 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 **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. 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*:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с прочностью, жесткостью и устойчивостью элементов конструкций простейшей геометрии, при различных видах деформирования.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- задачи;
- вопросы к зачету;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 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 понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Решение задач на растяжение – сжатие. Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов. Определение перемещений. Оформление.	В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (1-6)	20
Итого по разделу 1		20
<b>Раздел 2. Механические свойства материалов.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Решение задач на кручение. Определение напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условию прочности. Определение перемещений.	Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. . Моделирование усталостной прочности: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (1-3)	15
Итого по разделу 2		15
<b>Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Изгиб, решение задач. Определение нормальных и касательных напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условиям прочности. Оформление.	В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (1-7) Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников, Н. Р. Туркина. . Моделирование усталостной прочности: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2024 (1-3)	22
Итого по разделу 3		22
<b>Раздел 4. Теоретические основы расчета упругих систем.</b>		
Определение перемещений способом Мора. Грузовая и единичная системы. Интегралы Мора, их интегрирование. Оформление.	В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. . Теория упругости и пластичности: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-8)	20
Итого по разделу 4		20
<b>Раздел 5. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Оформление.	В. И. Феодосьев. Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (5-9)	7
Изгиб, дифференциальное уравнение упругой линии. Определение перемещений и углов поворота балок прямым интегрированием дифференциального уравнения. Учет граничных условий.	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (10-21)	8
Итого по разделу 5		15
<b>Раздел 6. Теории прочности. Сложное сопротивление.</b>		

Графическое построение исходного и главного плоского напряженного состояния. Виды сложного сопротивления. Подбор размеров сечений. Оформление.	В. И. Феодосьев. Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (5-9)	22
Итого по разделу 6		22

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- задачи;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

#### Задачи

Сдано - решение задачи верное и выбран рациональный путь решения.

Пример: Определить размеры поперечных сечений стержней металло-деревянной фермы при условиях...

#### Вопросы для текущего контроля

Текущий контроль знаний может проводиться на любом из видов учебных занятий. Формами текущего контроля являются: устный опрос на лекциях и практических занятиях. Вопросы текущего контроля представлены в УМК дисциплины.

#### Вопросы к зачету

1. Упругая деформация
2. Пластическая деформация
3. Хрупкое разрушение материалов
4. Вязкое разрушение материалов
5. Наклеп
6. Рекристаллизация
7. Термическая обработка
8. Испытание на растяжение
9. Испытание на сжатие
10. Испытания на сдвиг
11. Испытание на изгиб
12. Испытание на скручивание
13. Определение твердости
14. Определение ударной вязкости.
15. Металлографические методы исследований

#### Лабораторная работа

Тематика лабораторных работ:  
определение модуля Юнга и коэффициента Пуассона,  
экспериментальное определение механических характеристик материалов, испытание металлических образцов на растяжение – сжатие, кручение, определение напряжений и перемещений при изгибе балки, устойчивость стержня при сжатии, продольно-поперечном изгибе.

#### Отчет по ЛР

Выполнение лабораторной работы:

10 баллов – отчет о лабораторной работе выполнен и оформлен в соответствии с методическими рекомендациями к выполнению лабораторной работы, отчет сдан преподавателю и (или) загружен в moodle.voenmeh в установленные сроки.

5 баллов – отчет о лабораторной работе выполнен, но не в полном соответствии с методическими рекомендациями; отчет сдан преподавателю и (или) загружен в moodle.voenmeh позже установленного срока.

0 баллов – отчет не выполнен.

### **Отчет по практическому заданию**

Критерии и шкалы оценивания результатов по практическому заданию:

1. Шкала оценивания: «отлично».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил практическое задание в полном объеме. Ответ характеризуется полнотой проработки всех разделов содержательной части. 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».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил практическое задание в полном объеме. Ответ характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. 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».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил практическое задание 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».

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 представлены в УМК дисциплины.

### **Дифференцированный зачет (семестр 3)**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в целях определения уровня сформированности компетенций в соответствии с индикаторами их достижения.

В течении семестра действует балльно-рейтинговая система (БРС) оценки знаний. Обучающийся имеет право на получение оценки по дисциплине в соответствии с БРС без дополнительной сдачи зачета.

В случае, если не набрано необходимое для получения зачета количество баллов, обучающийся имеет право сдать зачет преподавателю в порядке, описанном ниже.

Контрольные задания для промежуточной аттестации формируются из утвержденного перечня оценочных материалов. Вариант контрольного задания содержит не менее 5 теоретических и (или) практических вопросов на каждую компетенцию, формирование которой обеспечивается в рамках дисциплины, не менее 50% заданий в варианте являются заданиями открытого типа, требующих развернутого письменного или устного ответа.

Критерии оценивания:

«не зачтено»: контрольное задание выполнено менее, чем на 50%, преимущественная часть результатов выполнения задания содержит ошибки, характер которых указывает на отсутствие у обучающегося запланированных результатов освоения дисциплины (знаний, умений и навыков), необходимых и достаточных для решения профессиональных задач, соответствующих этапу формирования компетенции

«зачтено»: контрольное задание выполнено не менее, чем на 50%, часть результатов выполнения задания может содержать ошибки, характер которых указывает на достаточный уровень достижения обучающимся запланированных результатов освоения дисциплины (знаний, умений и навыков), но при этом позволяет сделать вывод о способности обучающегося решать типовые профессиональные задачи.

### **Экзамен (семестр 4)**

Обучающийся имеет право на получение положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в соответствии с критериями, содержащимися в технологической карте, а при несогласии с оценкой по БРС имеет право сдать экзамен в указанном порядке.

Экзамен проводится в форме электронного тестирования. Билет содержит 25 открытых и закрытых

тестовых вопросов и оптимизационную задачу. За правильный ответ на тестовый вопрос начисляется 2 балла, за частично верный ответ - 1 балл. За правильное решение задачи - 50 баллов  
Используется 100-балльная система выставления оценок, которая переводится в традиционную следующим образом:  
Отлично – 81 – 100 баллов,  
Хорошо – 61 – 80 баллов,  
Удовлетворительно – 41 – 60 баллов.  
В итоге максимальная оценка может составить 100 баллов.



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	Практические занятия		ОПК-1		
2	3	Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций.	32	12	4	4	4	20	15		Вопросы для текущего контроля, Задачи, Вопросы к зачету, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
2	3	Раздел 2. Механические свойства материалов.	33	18	6	6	6	15	15		Задачи, Отчет по практическому заданию, Вопросы к зачету, Отчет по ЛР, Лабораторная работа
2	3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	43	21	7	7	7	22	20		Вопросы для текущего контроля, Задачи, Вопросы к зачету
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	50		
2	4	Раздел 4. Теоретические основы расчета упругих систем.	32	12	4	4	4	20	15		Вопросы к экзамену, Задачи, Отчет по практическому заданию, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
2	4	Раздел 5. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	33	18	6	6	6	15	15		Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию, Лабораторная работа, Отчет по ЛР

2	4	<b>Раздел 6. Теории прочности. Сложное сопротивление.</b>	43	21	7	7	7	22	20	Вопросы к экзамену
<b>Всего за 4 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50	
<b>Всего по дисциплине</b>			216	102	34	34	34	114	100	

## Оценочные материалы по дисциплине СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

**ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сколько всего внутренних силовых факторов возникает в нагруженном теле?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между видом внутренних усилий в поперечном сечении вала и возникающими в этом сечении напряжениями.

Внутренние усилия	Напряжения
1. Продольная сила	А нормальные
2. Поперечная сила	Б касательные
3. Крутящий момент	
4. Изгибающий момент	

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

1 растяжение-сжатие	а) деформация, при которой возникают нормальные силы
2 прямой изгиб	б) деформация, при которой возникает крутящий момент
3 чистый изгиб	в) деформация, при которой возникает только изгибающий момент
4 кручение	г) деформация, при которой возникают поперечная сила и изгибающий момент

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Расчет устойчивости продольных стержней включает несколько шагов:

- 1)определение гибкости стержня,
- 2)вычисление критической силы,
- 3)использование модифицированных формул,
- 4)сравнение критической силы с действующей нагрузкой

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность проведения прочностного расчета:

- 1)определение действующих нагрузок,
- 2)выбор метода расчета,
- 3)анализ материала,
- 4)определение границ прочности,
- 5)учет факторов безопасности

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Как называется способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Возникновение каких напряжений при изгибе наиболее опасно с точки зрения прочности?

1. опасных
2. касательных
3. нормальных
4. крутильных

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Как называется наибольшее напряжение, до которого выполняется закон Гука?

1. предел пропорциональности
2. предел прочности
3. предел усталости
4. предел текучести

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

Что называется изотропностью материала?

1. свойства материала одинаковы во всех направлениях
2. однородность физико-механических свойств материалов во всех направлениях
3. материал способен возвращать исходные размеры и форму после снятия нагрузок
4. материал способен возвращать исходные размеры и форму после снятия нагрузок

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

Какая сила не учитывается в статике?

1. сосредоточенная
2. сила, равнодействующая которой равна нулю
3. равнодействующая
4. сила движения

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

Главные площадки это:

- 1 площадки, в которых возникают только экстремальные нормальные напряжения
- 2 площадки, в которых касательные напряжения равны нулю
- 3 площадки, в которых изгибающий момент максимален
- 4 площадки, в которых возникают максимальные касательные напряжения

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие механические напряжения в поперечном сечении бруса при нагружении называются нормальными?