

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 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	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)**

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Красильников Андрей Зиновьевич, к.ф.-м.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

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

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 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

Знание теоретических основ расчётов на прочность, жёсткость, устойчивость и долговечность в объёме стандартных программ сопротивления материалов высших технических учебных заведений;

*умения:*

Умение думать и решать задачи на прочность, жёсткость, устойчивость и долговечность в объёме стандартных программ сопротивления материалов высших технических учебных заведений;

*навыки:*

Навык самостоятельной работы при решении задач на прочность, жёсткость, устойчивость и долговечность в объёме стандартных программ сопротивления материалов высших технических учебных заведений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**.

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 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		ОПК-1
2	3	<b>Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов.</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.	18	8	2	2	4	10	7
2	3	<b>Раздел 2. Механические свойства материалов.</b> 2.1. Экспериментальное определение механических характеристик материалов. Диаграммы растяжения – сжатия, кручения. Понятие о предельном и допустимом напряжении, коэффициенте запаса прочности. 2.2. Способы измерения напряжений и деформаций, тензометрирование.	16	8	2	2	4	8	7
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 тонкостенные 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.	8	4	2	2	0	4	7
2	3	<b>Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b> 4.1. Уравнения равновесия. Условия на поверхности тела. Тензор малых деформаций и тензор напряжений. 4.2. Геометрические уравнения теории упругости. 4.3. Обобщенный закон Гука. Шаровой тензор и девиатор. Потенциальная энергия изменения объема и формы. 4.4. Виды напряженного состояния.	8	4	2	2	0	4	7
2	3	<b>Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.</b> 5.1. Теории прочности. Расчет по несущей способности. Разрушение материалов. Предельные состояния бездефектных материалов и конструкций. 5.2. Сложное сопротивление, виды: внецентренное растяжение-сжатие, косой изгиб, изгиб с кручением и растяжением. Построение нейтральной линии. Подбор размеров по опасным точкам сечения.	19	8	2	2	4	11	7
2	3	<b>Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.</b> 6.1. 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. 6.2. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах способом Мора.	20	10	5	5	0	10	7
2	3	<b>Раздел 7. Раскрытие статической неопределенности методом сил.</b> 7.1. Канонические уравнения метода сил. Определение перемещений в статически неопределимых стержневых системах. 7.2. Прямая и косая симметрия. Проверка решения.	19	9	2	2	5	10	8
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50
2	4	<b>Раздел 8. Устойчивость. Основные понятия.</b> 1.1. Формула Эйлера. Влияние граничных условий. 1.2. Энергетический метод расчета стержня на устойчивость. 1.3. Формула Ясинского. Пределы применимости формулы Эйлера. 1.4. Продольно-поперечный изгиб стержня.	25	14	5	5	4	11	15
2	4	<b>Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.</b> 2.1. Инерционные нагрузки, учет степеней свободы. 2.2. Колебания простейшей одноступенчатой системы. 2.3. Коэффициент динамичности при неупругом соударении тел. 2.4. Колебания системы при импульсном воздействии. 2.5. Вынужденные колебания при гармоническом и произвольном внешнем воздействии. Интеграл Дюамеля. Коэффициент динамичности при гармоническом воздействии. 2.6. Инженерная методика расчета конструкций. на динамические воздействия.	39	17	5	5	7	22	15
2	4	<b>Раздел 10. Усталостное разрушение.</b> 3.1. Циклические переменные напряжения. Предел выносливости. 3.2. Расчеты на циклическую прочность. Диаграммы предельных амплитуд при чистом сдвиге, растяжении сжатии, изгибе. 3.3. Коэффициенты запаса прочности. Основные факторы, влияющие на предел выносливости.	24	13	5	5	3	11	10
2	4	<b>Раздел 11. Прочность тонкостенных и толстостенных труб и сосудов.</b> 4.1. Расчеты на прочность толстостенных труб, формула Ламэ. 4.2. Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории. Формула Лапласа. 4.3. Практические примеры расчетов на прочность толстостенных и тонкостенных оболочек.	20	7	2	2	3	13	10
<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. Введение в сопротивление материалов.	Решение задач на растяжение – сжатие.	4
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Построение эпюр, при растяжении	4
3	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Изгиб, как вид деформации	4
4	Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Изгиб. Упругая линия.	5
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
5	Раздел 8. Устойчивость. Основные понятия.	Продольный изгиб стержня. Влияние граничных условий.	4
6	Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.	Колебания упругих систем. Инженерная методика расчета конструкций. на динамические воздействия.	7
7	Раздел 10. Усталостное разрушение.	Усталостное разрушение. Предел выносливости.	3
8	Раздел 11. Прочность тонкостенных и толстостенных труб и сосудов.	Прочность толстостенных труб. Расчеты на прочность толстостенных труб	3
<b>Всего за 4 семестр</b>			17

### 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. Введение в сопротивление материалов.	Лабораторная работа	2
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Лабораторная работа	2
3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Лабораторная работа	2
4	Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Лабораторная работа	2
5	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Лабораторная работа	2
6	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	Лабораторная работа	5
7	Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Лабораторная работа	2
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
8	Раздел 8. Устойчивость. Основные понятия.	Лабораторная работа	5
9	Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.	Лабораторная работа	5
10	Раздел 10. Усталостное разрушение.	Лабораторная работа	5
11	Раздел 11. Прочность тонкостенных и толстостенных труб и сосудов.	Лабораторная работа	2
<b>Всего за 4 семестр</b>			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия о	Решение задач на растяжение – сжатие.	10

	прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов.	Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов. Определение перемещений.	
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов.	8
3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Решение задач на кручение. Определение напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условию прочности. Определение перемещений.	4
4	Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов.	4
5	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Изгиб, решение задач. Определение нормальных и касательных напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условиям прочности	11
6	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	Подбор размеров поперечных сечений по условиям прочности.	10
7	Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Дифференциальное уравнение упругой линии. Определение перемещений и углов поворота балок прямым интегрированием дифференциального уравнения. Учет граничных условий.	10
<b>Всего за 3 семестр</b>			57
8	Раздел 8. Устойчивость. Основные понятия.	Устойчивость. Энергетический метод расчета стержня на устойчивость.	11
9	Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.	Виды динамического воздействия. Инерционные нагрузки, учет степеней свободы. Колебания системы при импульсном воздействии.	22
10	Раздел 10. Усталостное разрушение.	Циклические переменные напряжения. Расчеты на циклическую прочность. Коэффициенты запаса прочности.	11
11	Раздел 11. Прочность тонкостенных и толстостенных труб и сосудов.	Прочность толстостенных сосудов. Практические примеры расчетов на прочность толстостенных оболочек.	13
<b>Всего за 4 семестр</b>			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					ЛР	ДР			ЛР	ДР					ЛР	ДР	Вопр. Зач, зач.
4					ЛР	ДР			ЛР	ДР					ЛР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;



- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 192 экз.

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

### Современные профессиональные базы данных:

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

### Информационные справочные системы:

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

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

1. Интерактивная доска.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

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

### **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 *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с продолжением содержания дисциплин, связанных с математикой, физикой, теоретической механикой и служит основой для освоения таких дисциплин как, технология конструкционных материалов, теория механизмов и машин и т.п.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- 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. Введение в сопротивление материалов.</b>		
Решение задач на растяжение – сжатие. Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов. Определение перемещений.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1 - 12)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Механические свойства материалов.</b>		
Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1 -12)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.</b>		
Решение задач на кручение. Определение напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условию прочности. Определение перемещений.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1 - 12)	4
Итого по разделу 3		4
<b>Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b>		
Построение эпюр и проверка внутренних силовых факторов.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1 - 12)	4
Итого по разделу 4		4
<b>Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.</b>		
Изгиб, решение задач. Определение нормальных и касательных напряжений, подбор размеров поперечных сечений по условиям прочности	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1 - 12)	11
Итого по разделу 5		11
<b>Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.</b>		
Подбор размеров поперечных сечений по условиям прочности.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1 - 12)	10
Итого по разделу 6		10
<b>Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.</b>		

Дифференциальное уравнение упругой линии. Определение перемещений и углов поворота балок прямым интегрированием дифференциального уравнения. Учет граничных условий.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1 - 12)	10
Итого по разделу 7		10
<b>Раздел 8. Устойчивость. Основные понятия.</b>		
Устойчивость. Энергетический метод расчета стержня на устойчивость.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-12)	11
Итого по разделу 8		11
<b>Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.</b>		
Виды динамического воздействия. Инерционные нагрузки, учет степеней свободы. Колебания системы при импульсном воздействии.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-12)	22
Итого по разделу 9		22
<b>Раздел 10. Усталостное разрушение.</b>		
Циклические переменные напряжения. Расчеты на циклическую прочность. Коэффициенты запаса прочности.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-12)	11
Итого по разделу 10		11
<b>Раздел 11. Прочность тонкостенных и толстостенных труб и сосудов.</b>		
Прочность толстостенных сосудов. Практические примеры расчетов на прочность толстостенных оболочек.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-12)	13
Итого по разделу 11		13

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену;
- экзамен;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

#### Лабораторная работа

Отчёт по ЛР

#### Вопросы к зачету

Вопросы содержатся в составе трёхэтапной тестовой системы moodle  
(100 вопросов)

#### Вопросы к экзамену

Вопросы содержатся в составе трёхэтапной тестовой системы moodle  
(100 вопросов)

#### Экзамен

Оценка может быть выставлена по 100-балльной системе в соответствии с технологической картой курса.

Оценка «отлично», если набрано 85-100 баллов;

Оценка «хорошо», если набрано 75-84 баллов;

Оценка «удовлетворительно», если набран 51-74 баллов;

Оценка «не сдано», если набрано менее 51 балла;

#### Зачет

Выставляется по 100-балльной системе в соответствии с технологической картой курса.

Оценка «зачтено», если набран 60 и более баллов;

Оценка «не зачтено», если набрано менее 60 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. Введение в сопротивление материалов.	18	8	2	2	4	10	7	Лабораторная работа
2	3	Раздел 2. Механические свойства материалов.	16	8	2	2	4	8	7	Лабораторная работа
2	3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	8	4	2	2	0	4	7	Лабораторная работа
2	3	Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	8	4	2	2	0	4	7	Лабораторная работа
2	3	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	19	8	2	2	4	11	7	Лабораторная работа
2	3	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	20	10	5	5	0	10	7	Лабораторная работа
2	3	Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	19	9	2	2	5	10	8	Вопросы к зачету
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
2	4	Раздел 8. Устойчивость. Основные понятия.	25	14	5	5	4	11	15	Лабораторная работа
2	4	Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.	39	17	5	5	7	22	15	Лабораторная работа
2	4	Раздел 10. Усталостное разрушение.	24	13	5	5	3	11	10	Лабораторная работа
2	4	Раздел 11. Прочность тонкостенных и толстостенных труб и сосудов.	20	7	2	2	3	13	10	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену
Всего за 4 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
Всего по дисциплине			216	102	34	34	34	114	100	



## Критерии оценивания

### ОПК-1

#### *Вопросы открытого типа:*

- |      |   |
|------|---|
| № 1  | Что такое сила  |
| № 2  | Что такое момент  |
| № 3  | Что такое напряжение  |
| № 4  | Что такое линейная деформация   |
| № 5  | Что такое угловая деформация  |
| № 6  | Что такое механическая работа   |
| № 7  | На каком перемещении сила совершает работу                            |
| № 8  | На каком перемещении момент совершает работу                          |
| № 9  | На каком перемещении совершает работу линейно распределённая нагрузка |
| № 10 | На каком перемещении совершает работу давление                        |

#### *Вопросы закрытого типа:*

- |      |  |
|------|--|
| № 1  | 02 Для записи уравнений равновесия с участием внутренних сил в стержне                                       |
| № 2  | 03 Производная от внутреннего поперечного момента $M_z$ по продольной оси стержня равна                      |
| № 3  | 04 Тангенс угла наклона эпюры внутренней продольной силы в стержне равен                                     |
| № 4  | 05 Жёсткость конструкции   |
| № 5  | 06 В стержневых конструкциях количество необходимых для построения эпюр внутренних сил сечений определяется  |
| № 6  | 07 Плечом силы называется  |
| № 7  | 08 Сосредоточенным внешним моментом называется   |
| № 8  | 09 Определение неизвестных внешних сил, действующих на неподвижную жёсткую конструкцию, предполагает решение |
| № 9  | 10 Прочность конструкции   |
| № 10 | 01 Опора в виде плоского неподвижного шарнира эквивалентна   |