

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Гидроаэродинамика
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
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	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)**

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Брытков Евгений Владимирович, старший преподаватель

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

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

## **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 в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

Владеет базовым математическим аппаратом для решения прикладных задач механики;;

*умения:*

Умеет применять методики решения задач механики деформируемого твёрдого тела;;

*навыки:*

Способен решать базовые прочностные задачи, проводить анализ напряженно-деформированного состояния конструкций..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**.

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

### 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> Идеализация материалов и их свойств, геометрических форм, граничных условий и технических конструкций. Анализ внешних сил. Дифференциальные и интегральные характеристики параметров в сечении стержня. Внутренние усилия, напряжения. Метод сечений для определения внутренних силовых факторов. Построение эпюр.	23	11	4	4	3	12	10
2	3	<b>Раздел 2. Механические свойства материалов.</b> Экспериментальное определение механических характеристик материалов. Диаграммы растяжения – сжатия, кручения. Понятие о предельном и допускаемом напряжении, коэффициенте запаса прочности. Способы измерения напряжений и деформаций, тензометрирование.	24	12	4	4	4	12	10
2	3	<b>Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.</b> Линейное растяжение-сжатие. Чистый сдвиг. Кручение. Сплошные и тонко-стенные сечения. Плоский поперечный изгиб. Внутренние усилия, напряжения, перемещения. Нормальные и касательные напряжения. Понятие о центре изгиба. Дифференциальное уравнение продольной оси изогнутой балки и его интегрирование. Метод начальных параметров.	26	13	4	4	5	13	10
2	3	<b>Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b> Уравнения равновесия. Условия на поверхности тела. Тензор малых деформаций и тензор напряжений. Геометрические уравнения теории упругости. Обобщенный закон Гука. Шаровой тензор и девиатор. Потенциальная энергия изменения объема и формы. Виды напряженного состояния.	20	10	4	4	2	10	10
2	3	<b>Раздел 5. Теория прочности. Сложное сопротивление.</b> Теории прочности. Расчет по несущей способности. Разрушение материалов. Предельные состояния бездефектных материалов и конструкций. Сложное сопротивление, виды: внецентрированное растяжение-сжатие, косой изгиб, изгиб с кручением и растяжением. Построение нейтральной линии. Подбор размеров по опасным точкам сечения.	15	5	1	1	3	10	10
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50
2	4	<b>Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.</b> 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. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах способом Мора. Определение перемещений в статически неопределимых стержневых системах способом Мора. Метод сил.	43	10	5	5	0	33	15
2	4	<b>Раздел 7. Устойчивость. Основные понятия. Продольный изгиб стержня.</b> Формула Эйлера. Влияние граничных условий. Энергетический метод расчета стержня на устойчивость. Формула Ясинского. Пределы применимости формулы Эйлера. Продольно-поперечный изгиб стержня.	21	14	4	4	6	7	15
2	4	<b>Раздел 8. Усталостное разрушение.</b> Циклические переменные напряжения. Предел выносливости. Расчеты на циклическую прочность. Диаграммы предельных амплитуд при чистом сдвиге, растяжении сжатии, изгибе. Коэффициенты запаса прочности. Основные факторы, влияющие на предел выносливости.	21	13	4	4	5	8	10
2	4	<b>Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.</b> Инерционные нагрузки, учет степеней свободы. Колебания простейшей системы с одной степенью свободы. Коэффициент динамичности при неупругом соударении тел. Колебания системы при импульсном воздействии. Вынужденные колебания при гармоническом и произвольном внешнем воздействии. Интеграл Дюамеля. Коэффициент динамичности при гармоническом воздействии. Инженерная методика расчета конструкций на динамические воздействия.	23	14	4	4	6	9	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.	Идеализация материалов и их свойств, геометрических форм, граничных условий и технических конструкций. Анализ внешних сил.	3

2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Экспериментальное определение механических характеристик материалов. Диаграммы растяжения – сжатия, кручения. Понятие о предельном и допускаемом напряжении, коэффициенте запаса прочности.	4
3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Простые виды напряжённого состояния	5
4	Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Виды напряженного состояния.	2
5	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Сложное сопротивление	3
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
6	Раздел 7. Устойчивость. Основные понятия.	Сложное сопротивление, расчеты на прочность. Обобщенные внешние силы и перемещения. Возможная работа внешних и внутренних сил. Принцип возможных перемещений.	3
7	Продольный изгиб стержня.	Формула Эйлера. Влияние граничных условий. Энергетический метод расчета стержня на устойчивость. Формула Ясинского. Пределы применимости формулы Эйлера. Продольно-поперечный изгиб стержня.	3
8	Раздел 8. Усталостное разрушение.	Циклические переменные напряжения. Предел выносливости. Расчеты на циклическую прочность. Диаграммы предельных амплитуд при чистом сдвиге, растяжении сжатии, изгибе. Коэффициенты запаса прочности. Основные факторы, влияющие на предел выносливости.	5
9	Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.	Инерционные нагрузки, учет степеней свободы. Колебания простейшей одноступенной системы. Коэффициент динамичности при неупругом соударении тел. Колебания системы при импульсном воздействии.	6
<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.	Лабораторная работа	4
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Лабораторная работа	4
3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Лабораторная работа	4
4	Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Лабораторная работа	4
5	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Лабораторная работа	1
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
6	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	Лабораторная работа	5
7	Раздел 7. Устойчивость. Основные понятия. Продольный изгиб стержня.	Лабораторная работа	4
8	Раздел 8. Усталостное разрушение.	Лабораторная работа	4
9	Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического	Лабораторная	4

	воздействия.	работа	
<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 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.	12
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.	12
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.	13
4	Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Подготовка к практическим занятиям.Оформление.	5
5		Изгиб, дифференциальное уравнение упругой линии. Определение перемещений и углов поворота балок прямым интегрированием дифференциального уравнения. Учет граничных условий.	5
6	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	Графическое построение исходного и главного плоского напряженного состояния. Виды сложного сопротивления. Подбор размеров сечений. Оформление.	10
Всего за 3 семестр			57
7	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	Определение перемещений способом Мора. Грузовая и единичная системы. Интегралы Мора, их интегрирование. Оформление.	33
8	Раздел 7. Устойчивость. Основные понятия. Продольный изгиб стержня.	Определение критической силы по Эйлеру. Учет граничных условий. Энергетический метод расчета на устойчивость, формула Ясинского. Инженерный метод расчета на устойчивость. Коэффициенты редукиции. Продольно-поперечный изгиб стержня.	4
9		Решение задач из курсовой работы: определение перемещений способом Мора, грузовая и единичная системы, интегралы Мора, их интегрирование. Оформление.	3
10	Раздел 8. Усталостное разрушение.	Усталостное разрушение и расчеты на прочность. Определение коэффициентов запаса прочности при чистом сдвиге, растяжении сжатии, изгибе.	4
11		Завершение выполнения курсовой работы - определение собственных частот колебаний одно и двухстепенных задач. Ударное нагружение. Коэффициент динамичности при неупругом соударении и при вынужденных колебаниях. Оформление.	4
12	Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.	Вынужденные колебания при гармоническом и произвольном внешнем воздействии. Интеграл Дюамеля. Коэффициент динамичности при гармоническом воздействии. Инженерная методика расчета конструкций на динамические воздействия.	6
13		Выполнение этапа курсовой работы - решение задач на потерю устойчивости по формулам Эйлера, Ясинского и методом редукиции. Оформление.	3
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					ЛР	ДР			ЛР	ДР				ЛР		ДР	Вопр. Диф. Зач, диф. зач.
4					ЛР	ДР			ЛР	ДР				ЛР		ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

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

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Феодосьев. Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018, эл. рес.
2. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
3. В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. . Теория упругости и пластичности. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов с использованием вычислительных комплексов. М.: Юрайт, 2018, 39 экз.
5. Е. Г. Макаров. . Mathcad - быстрый старт. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 42 экз.
6. Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 192 экз.
7. Н. М. Атаров. . Сопротивление материалов в примерах и задачах. М.: ИНФРА-М, 2010, 5 экз.
8. Н. Р. Туркина. . Проектирование в среде SolidWorks. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 38 экз.
9. Н. Р. Туркина, А. З. Красильников. . Надёжность технических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 39 экз.
10. Н. Р. Туркина, А. З. Красильников. . Статистический анализ в механике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 39 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. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
6. <https://e.lanbook.com/book/157092> (дата обращения: 28.01.2021).

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

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Машина разрывная для статических испытаний металлов Р100;
2. Стенды с учебными деталями машин.

### **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 *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*. 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 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;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы к экзамену.

**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.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов с использованием вычислительных комплексов: М.: Юрайт, 2018 (1-5) Н. М. Атаров. . Сопротивление материалов в примерах и задачах: М.: ИНФРА-М, 2010 (1-3)	12
Итого по разделу 1		12
<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.	В. И. Феодосьев. Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (1-10) Е. Г. Макаров. . Mathcad - быстрый старт: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-5)	12
Итого по разделу 2		12
<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.	Е. Г. Макаров. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2-3) В. И. Феодосьев. Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (1-10)	13
Итого по разделу 3		13
<b>Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b>		
Подготовка к практическим занятиям. Оформление.	В. И. Феодосьев.	5
Изгиб, дифференциальное уравнение упругой линии. Определение перемещений и углов поворота балок прямым интегрированием дифференциального уравнения. Учет граничных условий.	Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (5-9)	5

Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. 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)	10
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. 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)	33
Итого по разделу 6		33
<b>Раздел 7. Устойчивость. Основные понятия. Продольный изгиб стержня.</b>		
Определение критической силы по Эйлеру. Учет граничных условий. Энергетический метод расчета на устойчивость, формула Ясинского. Инженерный метод расчета на устойчивость. Коэффициенты редукции. Продольно-поперечный изгиб стержня.	В. И. Феодосьев. Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2018 (5-7)	4
Решение задач из курсовой работы: определение перемещений способом Мора, грузовая и единичная системы, интегралы Мора, их интегрирование. Оформление.	Н. Р. Туркина, А. З. Красильников. . Надёжность технических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-5)	3
Итого по разделу 7		7
<b>Раздел 8. Усталостное разрушение.</b>		
Усталостное разрушение и расчеты на прочность. Определение коэффициентов запаса прочности при чистом сдвиге, растяжении сжатии, изгибе.	Н. Р. Туркина. . Проектирование в среде SolidWorks: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-3)	4
Завершение выполнения курсовой работы - определение собственных частот колебаний одно и двухстепенных задач. Ударное нагружение. Коэффициент динамичности при неупругом соударении и при вынужденных колебаниях. Оформление.	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (10-13)	4
Итого по разделу 8		8
<b>Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.</b>		
Вынужденные колебания при гармоническом и произвольном внешнем воздействии. Интеграл Дюамеля. Коэффициент динамичности при гармоническом воздействии. Инженерная методика расчета конструкций на динамические воздействия.	Е. Г. Макаров. . Mathcad - быстрый старт: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-6) Н. Р. Туркина, А. З. Красильников. .	6
Выполнение этапа курсовой работы - решение задач на потерю устойчивости по формулам Эйлера, Ясинского и методом редукции. Оформление.	Статистический анализ в механике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-5)	3
Итого по разделу 9		9

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

#### Лабораторная работа

Допуск к выполнению лабораторной работы происходит при условии наличия у студента печатной версии титульного листа отчета по лабораторной работе и этапа тестирования.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

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

#### Вопросы к экзамену

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

#### Дифференцированный зачет

Оценка выставляется по 100-балльной системе в соответствии с технологической картой курса.  
Оценка «зачтено-отлично», если набрано 85-100 баллов;  
Оценка «зачтено-хорошо», если набрано 75-84 баллов;  
Оценка «зачтено-удовлетворительно», если набран 51-74 баллов;  
Оценка «не зачтено», если набрано менее 51 балла;

#### Экзамен

Экзамен предполагает письменные ответы студента на экзаменационный билет, включающий 2 теоретических вопроса. Дополнительные вопросы студенты отмечают в экзаменационных листах и письменно отвечают на них. По каждому вопросу выставляется оценка по пятибалльной шкале. Общая оценка выставляется по пятибалльной шкале с учетом оценок по каждому вопросу и с учетом ответов на дополнительные вопросы. К экзамену допускаются студенты при условии полного выполнения ими всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий.

Критерии и шкалы оценивания экзамена: 1. Шкала оценивания: «отлично». Критерии оценивания: Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Уровень освоения компетенций: Высокий.  
2. Шкала оценивания: «хорошо». Критерии оценивания: Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. Уровень освоения компетенций: Повышенный.  
3. Шкала оценивания: «удовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения



полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы. Уровень освоения компетенций: Пороговый.

4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся при ответе на теоретические вопросы продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. Уровень освоения компетенций: Компетенции не сформированы.

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;

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.	23	11	4	4	3	12	10	Лабораторная работа
2	3	Раздел 2. Механические свойства материалов.	24	12	4	4	4	12	10	Лабораторная работа
2	3	Раздел 3. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	26	13	4	4	5	13	10	Лабораторная работа
2	3	Раздел 4. Понятия о тензорах напряжений и деформаций. Главные напряжения.	20	10	4	4	2	10	10	Лабораторная работа
2	3	Раздел 5. Теории прочности. Сложное сопротивление.	15	5	1	1	3	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
2	4	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	43	10	5	5	0	33	15	Лабораторная работа
2	4	Раздел 7. Устойчивость. Основные понятия. Продольный изгиб стержня.	21	14	4	4	6	7	15	Лабораторная работа
2	4	Раздел 8. Усталостное разрушение.	21	13	4	4	5	8	10	Лабораторная работа

2	4	<b>Раздел 9. Колебания упругих систем. Виды динамического воздействия.</b>	23	14	4	4	6	9	10	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	

## Критерии оценивания

### ОПК-1

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Деформации (линейные и угловые) считаются практически малыми, если они не превосходят ...
- № 2 Коэффициент Пуассона для несжимаемых материалов равен
- № 3 Напряжение, при котором наблюдается рост деформаций без заметного увеличения нагрузки, называется:
- № 4 Закон Гука при растяжении и сжатии выражается зависимостью
- № 5 При осевом растяжении-сжатии одно из главных сечений расположено под углом  $45^\circ$  к оси стержня
- № 6 Напряжения, лежащие в плоскости сечения, называются:
- № 7 Какова размерность относительной деформации?
- № 8 Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется ...
- № 9 Основными видами испытаний материалов являются ...
- № 10 Стержень (брус) работающий на изгиб принято называть

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Величины, служащие мерой механического действия одного материального тела на другое, называются:

А) внутренними силовыми факторами.

В) внутренними силами

С) напряжениями

Д) внешними силами (нагрузками)

- № 2 Составляющая вектора полного напряжения, действующего в исследуемом сечении тела, определяемая проекцией на нормаль к плоскости этого сечения, называется:

А) нормальным напряжением

В) касательным напряжением

С) поперечной силой

Д) нормальной силой

- № 3 Проекция главного вектора внутренних сил на ось, лежащую в плоскости сечения, называется:

А) нормальным напряжением

В) поперечной силой

С) касательным напряжением

Д) продольной силой

- № 4 Модели материала в расчетах на прочностную надежность детали (элемента конструкции) принято считать:

А) сплошными, однородными, изотропными и линейно-упругими

В) прочными и упругими

- С) хрупкими и идеально упругими  
D) пластичными и изотропными
- № 5      Метод, позволяющий определить внутренние усилия в сечении стержня, называется:  
  
A) методом независимости действия сил  
B) методом сечений  
C) методом сил  
D) методом начальных параметров
- № 6      Принцип, утверждающий, что результат действия системы сил равен сумме результатов действий каждой силы в отдельности, называется:  
  
A) принципом Сен-Вена  
B) принципом начальных размеров  
C) принципом Бернулли  
D) принципом независимости действия сил
- № 7      Чугун и сталь – материалы:  
  
A) изотропные  
B) вязкоупругие  
C) анизотропные  
D) неоднородные
- № 8      Как называют способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?  
  
A) пластичность  
B) упругость  
C) устойчивость  
D) жесткость
- № 9      Какая из нижеперечисленных величин используется при нахождении изменения длины стержня?  
  
A) Коэффициент объемного расширения  
B) Модуль Юнга  
C) Коэффициент Пуассона  
D) Модуль сдвига
- № 10      Наибольшее условное напряжение, которое выдерживает образец при нагружении до разрушения, называется:

- A) пределом текучести
- B) пределом пропорциональности
- C) пределом упругости
- D) пределом прочности