

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ
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	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)**

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела  
Брытков Евгений Владимирович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

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

**Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.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-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-2**

*знания:*

физико-механические характеристики свойств пластичных и хрупких материалов и методы их определения;

*умения:*

проводить расчеты аналитическими методами сопротивления материалов; подбирать размеры и материалы элементов конструкций с учетом обеспечения их прочности и жёсткости;

*навыки:*

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДЕТАЛИ МАШИН**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания 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-2
2	3	<b>Раздел 1. Введение.</b> Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов. Дифференциальные и интегральные характеристики параметров в сечении стержня. Внутренние усилия, напряжения..Метод сечений для определения внутренних силовых факторов. Построение эпюр.	16	6	2	2	2	10	12
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.	16	6	2	2	2	10	12
2	3	<b>Раздел 3. Тензоры напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b> Уравнения равновесия. Условия на поверхности тела. Тензор напряжений. Главные напряжения. Напряжения на наклонной площадке. Виды напряженного состояния. Деформации. Геометрические уравнения теории упругости..Обобщенный закон Гука для изотропного тела. Шаровой тензор и девиатор. Удельная потенциальная энергия изменения объема и формы. Теории прочности.	28	16	8	4	4	12	13
2	3	<b>Раздел 4. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.</b> Растяжение-сжатие. Чистый сдвиг. Кручение. Сплошные и тонкостенные сечения закрытого профиля..Плоский поперечный изгиб. Нормальные и касательные напряжения. Дифференциальное уравнение продольной оси изогнутой балки..	48	23	5	9	9	25	13
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	50
2	4	<b>Раздел 5. Сложное сопротивление.</b> Внецентренное растяжение-сжатие. Косой изгиб. Изгиб с кручением и растяжением. Подбор размеров поперечного сечения.	28	14	3	5	6	14	12
2	4	<b>Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.</b> 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.	31	15	6	5	4	16	13
2	4	<b>Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.</b> Канонические уравнения метода сил. Определение перемещений в статически неопределимых стержневых системах. Учет симметрии в методе сил.	24	9	4	0	5	15	12
2	4	<b>Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.</b> Выпучивание стержней. Формула Эйлера . Влияние граничных условий. Формула Ясинского. Пределы применимости формулы Эйлера. Колебания одноступенных системы. Коэффициент динамичности.	25	13	4	7	2	12	13
<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. Введение.	Определение внутренних усилий при растяжении-сжатии	2
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Допускаемые напряжения, коэффициенты запаса прочности. Условная и истинная диаграмма растяжения	2
3	Раздел 3. Тензоры напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Подбор размеров поперечного сечения балки по допускаемым напряжениям при растяжении, кручении, изгибе	2
4		Построение эпюр нормальных и касательных напряжений, определение главных напряжений в опасном сечении балки при изгибе..	2
5	Раздел 4. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Построение эпюр внутренних усилий при растяжении-сжатии и кручении	3
6		Построение эпюр внутренних усилий при изгибе	3
7		Расчет прогибов продольной оси балки .при	3

		изгибе	
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
8	Раздел 5. Сложное сопротивление.	Расчет балки при сложном сопротивлении. Подбор размеров поперечного сечения	6
9	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах способом Мора.	4
10	Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Определение перемещений и напряжений в статически неопределимых стержневых системах	5
11	Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.	РГР Расчет низшей собственной частоты собственных колебаний	2
<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. Введение.	Определение модуля Юнга и коэффициента Пуассона	2
2	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Экспериментальное определение механических характеристик материалов. Испытание металлических образцов на растяжение – сжатие	2
3	Раздел 3. Тензоры напряжений и деформаций. Главные напряжения.	Преобразование тензоров. Определение положения главных площадок, значений главных напряжений и деформаций	4
4	Раздел 4. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Испытания материалов на кручение	3
5		Определение напряжений при чистом изгибе балки	3
6		Определение перемещений при поперечном изгибе балки	3
Всего за 3 семестр			17
7	Раздел 5. Сложное сопротивление.	Определение напряжений и перемещений при косом изгибе	5
8	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах	5
9	Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.	Устойчивость стержня при сжатии	3
10		Устойчивость стержня при продольно-поперечном изгибе	4
Всего за 4 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
2		Оформление отчета по лабораторной работе	2
3	Раздел 2. Механические свойства материалов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	8
4		Оформление отчета по лабораторной работе	2
5	Раздел 3. Тензоры напряжений и деформаций. Главные напряжения.	РГР. Подбор размеров поперечного сечения балки по допускаемым напряжениям при растяжении, кручении, изгибе	6
6		Изучение предусмотренных программой	6

		дидактических единиц по рекомендуемой литературе	
7	Раздел 4. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	Оформление отчета по лабораторной работе	6
8		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
9		РГР. Построение эпюр внутренних усилий при изгибе. Выполнение и оформление полученных результатов	10
10		РГР Построение эпюр внутренних усилий при растяжении-сжатии. Выполнение и оформление полученных результатов	2
11		РГР Построение эпюр внутренних усилий при кручении. Выполнение и оформление полученных результатов	2
Всего за 3 семестр			57
12	Раздел 5. Сложное сопротивление.	Расчет балки при сложном сопротивлении. Подбор размеров поперечного сечения	4
13		Оформление ЛР	4
14		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
15	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	Выполнение, оформление этапа 2 КР	6
16		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
17	Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
18		Определение перемещений и напряжений в статически неопределимых стержневых системах	5
19	Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	9
20		Оформление отчета по лабораторной работе	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						ДР	РГР	ЛР	ДР					РГР	ЛР	ДР	Вопр. Зач, зач.
4						ДР	РГР	ЛР	ДР					РГР	ЛР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая 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;
- расчетно-графическая 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. В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
2. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 28 экз.
3. Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://urait.ru/bcode/585418> — Макаров Е. Г. Сопротивление материалов с использованием вычислительных комплексов — изучать онлайн. «Юрайт»;
2. <https://e.lanbook.com/book/493118> — ЭБС Лань;
3. <https://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

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

### Информационные справочные системы:

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

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

1. Интерактивная доска.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Интерактивная 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 *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. 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-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с классическими инженерными подходами расчетов конструкций на прочность и жесткость.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая 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. Введение.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (Введение) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (Введение) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (Введение)	8
Оформление отчета по лабораторной работе		2
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Механические свойства материалов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (1) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1)	8
Оформление отчета по лабораторной работе		2
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Тензоры напряжений и деформаций. Главные напряжения.</b>		
РГР. Подбор размеров поперечного сечения балки по допускаемым напряжениям при растяжении, кручении, изгибе	Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (2) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (7) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (2)	6
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		6
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.</b>		
Оформление отчета по лабораторной работе	В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (3) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1,2,4) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. .	6
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		5

РГР. Построение эпюр внутренних усилий при изгибе. Выполнение и оформление полученных результатов	Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (3)	10
РГР Построение эпюр внутренних усилий при растяжении-сжатии Выполнение и оформление полученных результатов		2
РГР Построение эпюр внутренних усилий при кручении. Выполнение и оформление полученных результатов		2
Итого по разделу 4		25
Раздел 5. Сложное сопротивление.		
Расчет балки при сложном сопротивлении. Подбор размеров поперечного сечения	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (4) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (4) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (4)	4
Оформление ЛР		4
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		6
Итого по разделу 5		14
Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.		
Выполнение, оформление этапа 2 КР	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (5) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (5) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (5)	6
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		10
Итого по разделу 6		16
Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (6) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (6) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (6)	10
Определение перемещений и напряжений в статически неопределимых стержневых системах		5
Итого по разделу 7		15
Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (14,15) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (7) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (7)	9
Оформление отчета по лабораторной работе		3
Итого по разделу 8		12

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

#### Вопросы к зачету

1. Основные определения, понятия и гипотезы.
2. Силы внешние и внутренние.
3. Напряжения. Определение, виды напряжений.
4. Перемещения и деформации.
5. Растяжение и сжатие. Внутренние силы и напряжения, возникающие в поперечных сечениях бруса при растяжении и сжатии.
6. Удлинения стержня и закон Гука.
7. Статически неопределимые системы.
8. Потенциальная энергия деформации.
9. Напряженное и деформированное состояние при растяжении и сжатии.
10. Диаграмма растяжения.
11. Коэффициент запаса.
12. Кручение. Чистый сдвиг и его особенности.
13. Кручение бруса с круглым поперечным сечением.
14. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса. Статические моменты сечений.
15. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса. Моменты инерции сечения.
16. Изгиб. Внутренние силовые факторы, возникающие в поперечных сечениях бруса при изгибе. Виды опор.
17. Напряжения в брус при чистом изгибе.
18. Напряжения при поперечном изгибе. Формула Журавского.
19. Косой изгиб.
20. Внецентренное растяжение и сжатие.
21. Продольный изгиб. Понятие устойчивости.

#### 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.

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

## **Расчетно-графическая работа**

Тематика расчетно-графических работ:

построение эпюр внутренних усилий при растяжении-сжатии,

построение эпюр внутренних усилий при кручении,

построение эпюр внутренних усилий при изгибе,

подбор размеров поперечного сечения балки по допускаемым напряжениям при растяжении, кручении, изгибе,

построение эпюр нормальных и касательных напряжений, определение главных напряжений в опасном сечении балки при изгибе

Выполнение расчётно-графической работы :

20 баллов – обучающийся самостоятельно, в установленном порядке и в полном объеме выполнил все этапы расчётно-графической работы; обработал полученные результаты в установленном порядке, применив необходимый теоретический аппарат и сделал верные выводы в ходе анализа полученных результатов

10 баллов – обучающийся самостоятельно, в установленном порядке выполнил все этапы расчётно-графической работы. Однако наблюдались ошибки при обработке результатов или при анализе полученных результатов и формулировании выводов.

0 баллов – обучающийся не выполнил расчётно-графическую работу или не обработал результаты и не сделал выводы

Оформление расчётно-графической работы:

10 баллов – отчет о расчётно-графической работе выполнен и оформлен в соответствии с методическими рекомендациями, отчет сдан преподавателю и (или) загружен в moodle.voenmeh в установленные сроки

5 баллов – отчет о расчетно-графической 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

## **Вопросы к экзамену**

1. Что понимается под сложным сопротивлением? Перечислите основные виды сочетаний простых деформаций при сложном сопротивлении.
2. Как определяется нормальное напряжение при косом изгибе? Запишите формулу и поясните входящие величины.
3. Каков порядок построения эпюр внутренних силовых факторов при косом изгибе для пространственной рамы?
4. В чём состоит особенность расчёта на прочность при изгибе с растяжением (сжатием)? Приведите расчётную формулу.
5. Как находится положение нейтральной линии при косом изгибе? Объясните физический смысл её наклона.
6. Каковы критерии прочности при сложном напряжённом состоянии (теории прочности)? Сравните их применимость для хрупких и пластичных материалов.
7. Как рассчитывается внецентренное растяжение (сжатие)? Запишите формулу для определения напряжений и укажите опасные точки.
8. В чём заключается метод приведения сложного сопротивления к простому при расчёте на прочность?
9. Как определяется прогиб при косом изгибе? Опишите порядок расчёта с использованием принципа независимости действия сил.
10. Каковы особенности расчёта тонкостенных стержней при сложном сопротивлении?
11. Как учитывается кручение в сочетании с изгибом при расчёте валов? Приведите эквивалентные моменты по разным теориям прочности.
12. В чём состоит суть гипотезы плоских сечений при сложном сопротивлении и каковы границы её применимости?



13. Как определяется опасное сечение при совместном действии изгиба и кручения?
14. Опишите порядок расчёта на устойчивость сжатого стержня при внецентренном нагружении.
15. Как влияет продольная сила на прогибы при поперечном изгибе? Приведите дифференциальное уравнение изогнутой оси с учётом продольной силы.
16. В чём особенность расчёта кривых брусьев при изгибе? Чем отличаются напряжения в кривом бруссе от прямого?
17. Как определяется коэффициент приведения длины для стержней с различными условиями закрепления при расчёте на устойчивость?
18. Каковы границы применимости формулы Эйлера для расчёта критической силы? Что используется за пределами её применимости?
19. Как учитывается местная устойчивость тонкостенных элементов при сложном сопротивлении?
20. В чём состоит метод начальных параметров при расчёте прогибов балок при сложном изгибе?
21. Как рассчитывается комбинированная деформация (изгиб + кручение + растяжение) для пространственных конструкций?
22. Каковы особенности расчёта составных стержней при сложном сопротивлении? Как учитывается податливость связей?
23. Как определяется энергия деформации при сложном сопротивлении? Приведите выражение для удельной потенциальной энергии.
24. В чём заключается метод конечных элементов применительно к задачам сложного сопротивления? Каковы его преимущества и недостатки?
25. Как учитывается динамическое действие нагрузки (удар, вибрация) при расчёте на сложное сопротивление? Приведите примеры расчётных схем

### **Зачет (семестр 3)**

Зачёт проходит в форме ответов на теоретические вопросы.

Обучающий получает 2 вопроса (в случайном порядке)

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 50 баллов, за неполные ответы количество баллов снижается.

Обучающийся имеет право на получение оценки в рамках промежуточной аттестации по результатам текущего контроля без прохождения аттестационных испытаний в соответствии с накопленными баллами.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

60 - 100 - Зачтено

менее 60 - Не зачтено

### **Экзамен (семестр 4)**

Экзамен проходит в форме ответов на теоретические вопросы.

Обучающий получает 2 вопроса (в случайном порядке)

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 50 баллов, за неполные ответы количество баллов снижается.

Обучающийся имеет право на получение оценки в рамках промежуточной аттестации по результатам текущего контроля без прохождения аттестационных испытаний в соответствии с накопленными баллами.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

85 - 100 5 (отлично)

75 – 84 4 (хорошо)

60 - 74 3 (удовлетворительно)

менее 60 2 (неудовлетворительно)

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-2	
2	3	Раздел 1. Введение.	16	6	2	2	2	10	12	Лабораторная работа, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 2. Механические свойства материалов.	16	6	2	2	2	10	12	Лабораторная работа, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 3. Тензоры напряжений и деформаций. Главные напряжения.	28	16	8	4	4	12	13	Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету
2	3	Раздел 4. Анализ напряженного и деформированного состояния стержней на основе гипотезы плоских сечений.	48	23	5	9	9	25	13	Расчетно-графическая работа, Лабораторная работа, Вопросы к зачету
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	50	
2	4	Раздел 5. Сложное сопротивление.	28	14	3	5	6	14	12	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа, Расчетно-графическая работа
2	4	Раздел 6. Теоретические основы расчета упругих систем.	31	15	6	5	4	16	13	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа, Расчетно-графическая работа
2	4	Раздел 7. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	24	9	4	0	5	15	12	Вопросы к экзамену, Расчетно-графическая работа
2	4	Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.	25	13	4	7	2	12	13	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа, Расчетно-графическая работа

<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-2 - Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Количество главных напряжений равно....

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При сжатии цилиндрического образца максимальные касательные напряжения возникают на площадках ориентированных под углом ..... градусов к направлению сжатия

№ 3 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	

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Уравнение	Величина
1 Равновесия	А перемещения
2 Геометрические	Б напряжения
3 Физические	В деформации
	Г коэффициент Пуассона

Установите соответствие между видом уравнений и входящими в них величинами

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Выберите последовательность действий при раскрытии статической неопределимости методом сил

1 Выбор определяемых реакций

2 Построение единичной и грузовой систем

3 Построение эквивалентной системы

4 Определение искомых реакций

5 Определение коэффициентов канонического уравнения метода сил

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Расставьте в порядке увеличения следующие величины

1 предел прочности

2 предел упругости

3 предел пропорциональности

4 предел текучести

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Связаны между собой следующие внутренние силовые факторы
- А изгибающий момент и продольная сила
  - Б изгибающий момент и поперечная сила
  - В крутящий момент и распределенная погонная нагрузка
  - Г крутящий момент и продольная сила
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Для хрупких материалов характерно наличие предела
- А пропорциональности
  - Б прочности
  - В текучести
  - Г упругости
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Нейтральная линия – это линия, на которой равны нулю
- А угловые перемещения
  - Б линейные перемещения
  - В касательные напряжения
  - Г нормальные напряжения
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В формулу Журавского для вычисления касательных напряжений при поперечном изгибе в явном виде входит
- А высота поперечного сечения
  - Б ширина поперечного сечения
  - В площадь поперечного сечения
  - Г осевой момент инерции поперечного сечения
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Критическая сила по Эйлеру включает
- А осевой момент инерции поперечного сечения
  - Б модуль Юнга
  - В длину стержня
  - Г площадь поперечного сечения
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Тензор напряжений включает
- А шаровую часть
  - Б кубическую часть

В конусную часть

Г девиаторную часть