

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	15.03.01 Машиностроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Машины и технология обработки металлов давлением
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Заочная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением
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	4	3	108	6	2	2	2	102	0	0	102	экз.
3	5	3	108	6	2	2	2	102	0	0	102	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	12	4	4	4	204	0	0	204	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.01 Машиностроение**

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

**Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., 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 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-13 — Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

Основных соотношений сопротивления материалов для стержней и стержневых систем;

Основных критериев прочности, жесткости и устойчивости;

*умения:*

Применять в рамках профессиональной деятельности знания по расчету на прочность, жесткость и устойчивость для расчета и проектирования стержневых систем;

*навыки:*

Использовать знания и умения, полученные в рамках дисциплины для решения более сложных реальных инженерных задач, связанных с профессиональной деятельностью.

### **ОПК-13**

*знания:*

Знать основные типы стержневых конструкций и особенности их эксплуатации;

*умения:*

Применять стандартные методы расчета при проектировании стержневых систем в рамках профессиональной деятельности;

*навыки:*

Рассчитывать узлы и детали реальных машин на прочность и жесткость.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДЕТАЛИ МАШИН, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-13
2	4	Раздел 1. Введение. Основные понятия сопротивления материалов. Прочность, жесткость, устойчивость. Гипотезы сопротивления материалов. Сплошность, упругость, неизменность начальных параметров, изотропность (ортотропность, анизотропность), однородность. Виды деформируемых тел. Стержни, оболочки, пластины, массивы. Уравнения равновесия. Реакции опор. Внутренние силовые факторы. Продольная и поперечные силы. Крутящий и изгибающие моменты. Понятие напряжений. Вектор полных напряжений на площадке. Нормальные и касательные напряжения. Их связь с внутренними силами и моментами.	20.4	0.4	0.4	0	0	20	10	10
2	4	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней. Внутренние силовые факторы при растяжении-сжатии. Продольная сила. Нормальные напряжения. Условие прочности. Продольные деформации. Продольные перемещения. Закон Гука в интегральной и дифференциальной форме. Учет перепада температуры. Механические испытания материалов. Диаграмма деформирования материала при одноосном растяжении. Характеристики прочности и пластичности. Упругие характеристики материала. Коэффициент Пуассона и Модуль Юнга.	22.8	2.8	0.4	2	0.4	20	10	10
2	4	Раздел 3. Кручение стержней. Внутренние силовые факторы при кручении. Крутящий момент. Касательные напряжения при кручении. Характер их распределения по сечению. Геометрические характеристики сечений при кручении. Условие прочности. Угловые деформации. Погонный угол закручивания. Угол закручивания сечений. Закон Гука в дифференциальной и интегральной формах. Испытание материалов на сдвиг. Диаграмма деформирования при сдвиге. Модуль сдвига.	20.8	0.8	0.4	0	0.4	20	10	10
2	4	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений. Площадь поперечного сечения. Статические моменты поперечного сечения. Центр тяжести. Осевые и центробежные моменты инерции. Переход к новой системе координат. Теорема Штейнера. Центральные оси. Главные оси. Поворот системы координат.	20.8	0.8	0.4	0	0.4	20	10	10
2	4	Раздел 5. Изгиб балок. Внутренние силовые факторы при изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент. Прямой поперечный изгиб. Внутренние напряжения при изгибе. Их связь с внутренними силами и моментами. Расчет на прочность при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Основное дифференциальное уравнение при изгибе. Перемещения при изгибе. Метод начальных параметров. Расчет на жесткость.	23.2	1.2	0.4	0	0.8	22	10	10
Всего за 4 семестр			108	6	2	2	2	102	50	50
3	5	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем. Внецентренное сжатие. Косой изгиб. Кручение с изгибом. Общий случай сопротивления стержневой системы. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр для пространственного и плоско-пространственного бруса. Нормальные и касательные напряжения. Предельное состояние. Гипотезы прочности. Эквивалентные напряжения. Главные напряжения. Круговая диаграмма Мора.	54	3	1	1	1	51	25	25
3	5	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня. Потенциальная энергия в общем случае нагружения. Теорема Кастильяно. Теорема Лагранжа. Теорема о взаимности работ. Интеграл Мора. Единичные внутренние силовые факторы. Способ Верещагина. Расчет витых пружин.	54	3	1	1	1	51	25	25
Всего за 5 семестр			108	6	2	2	2	102	50	50
Всего по дисциплине			216	12	4	4	4	204	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	Расчет на прочность и жесткость стержней при растяжении-сжатии	0.4
2	Раздел 3. Кручение стержней.	Расчет валов на прочность и жесткость при кручении	0.4
3	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.	Расчет геометрических характеристик сложного поперечного сечения	0.4
4	Раздел 5. Изгиб балок.	Расчет шарнирно опертой балки на прочность	0.4

5		Расчет консольной балки на прочность и жесткость	0.4
<b>Всего за 4 семестр</b>			2
6	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Построение эпюр пространственного бруса в общем случае нагружения	1
7	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Определение перемещений в балке при изгибе методом Мора	1
<b>Всего за 5 семестр</b>			2

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	Диаграмма деформирования малоуглеродистой стали при одноосном растяжении	1
2		Упругие характеристики малоуглеродистой стали	1
Всего за 4 семестр			2
3	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Напряжения при внецентренном сжатии колонны	1
4	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Определение перемещений в шарнирно опертой балке	1
Всего за 5 семестр			2

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение литературы по тематике дисциплины	20
2	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	Оформление расчетно-графической работы	20
3	Раздел 3. Кручение стержней.	Оформление расчетно-графической работы	20
4	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.	Оформление расчетно-графической работы	20
5	Раздел 5. Изгиб балок.	Оформление расчетно-графической работы	22
<b>Всего за 4 семестр</b>			102
6	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	Изучение литературы по дисциплине	51
7	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	Оформление расчетно-графической работы	51
<b>Всего за 5 семестр</b>			102

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Санников. . Сопротивление материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 42 экз.
2. В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
3. Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, эл. рес.
4. Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 60 экз.
5. Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 37 экз.

### 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. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Машина разрывная для статических испытаний металлов Р100;
2. Проектор;
3. 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 *15.03.01 Машиностроение*. Дисциплина реализуется на факультете *Н Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н3 Механика деформируемого твердого тела*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с прочностью, жесткостью и устойчивостью стержней и стержневых систем. Дисциплина закладывает базис основных понятий, необходимых каждому инженеру в его профессиональной деятельности.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**4 ч.**), практические занятия (**4 ч.**), лабораторный практикум (**4 ч.**), самостоятельная работа студента (**204 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 12 ч. аудиторных занятий, и 204 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 литературы по тематике дисциплины	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1)	20
Итого по разделу 1		20
<b>Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.</b>		
Оформление расчётно-графической работы	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-2) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-2) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	20
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Кручение стержней.</b>		
Оформление расчётно-графической работы	Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-3) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-3)	20
Итого по разделу 3		20
<b>Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.</b>		
Оформление расчётно-графической работы	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-4) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-4) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-4)	20
Итого по разделу 4		20
<b>Раздел 5. Изгиб балок.</b>		
Оформление расчётно-	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-5)	22

графической работы	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-5)	
Итого по разделу 5		22
<b>Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.</b>		
Изучение литературы по дисциплине	В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-6) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1)	51
Итого по разделу 6		51
<b>Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.</b>		
Оформление расчётно-графической работы	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-7) В. А. Санников. . Сопротивление материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-7) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-2) Е. В. Брытков, Т. В. Расчупкина. . Сопротивление материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (2)	51
Итого по разделу 7		51

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- расчетно-графическая работа;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- экзамен;
- дифференцированный 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.

#### 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 брусе 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

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.

#### **Экзамен (семестр 4)**

Экзамен проходит в дистанционном формате в виде тестирования. Результат обучающего по тестированию переводится в 100-бальную шкалу. Оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

"Зачтено-отлично" - более 85%

"Зачтено-хорошо" - 75-85%

"Зачтено-удовлетворительно" - 60-74%

"Не зачтено" - менее 60%

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

#### **Дифференцированный зачет (семестр 5)**

Дифференцированный зачет проходит в дистанционном формате в виде тестирования. Результат обучающего по тестированию переводится в 100-бальную шкалу. Оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

"Зачтено-отлично" - более 85%

"Зачтено-хорошо" - 75-85%

"Зачтено-удовлетворительно" - 60-74%

"Не зачтено" - менее 60%

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

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-13	
2	4	Раздел 1. Введение.	20.4	0.4	0.4	0	0	20	10	10	Расчетно-графическая работа, Вопросы к экзамену
2	4	Раздел 2. Растяжение-сжатие стержней.	22.8	2.8	0.4	2	0.4	20	10	10	Вопросы к экзамену, Расчетно-графическая работа
2	4	Раздел 3. Кручение стержней.	20.8	0.8	0.4	0	0.4	20	10	10	Вопросы к экзамену, Расчетно-графическая работа
2	4	Раздел 4. Геометрические характеристики поперечных сечений.	20.8	0.8	0.4	0	0.4	20	10	10	Вопросы к экзамену, Расчетно-графическая работа
2	4	Раздел 5. Изгиб балок.	23.2	1.2	0.4	0	0.8	22	10	10	Вопросы к экзамену, Расчетно-графическая работа
Всего за 4 семестр			108	6	2	2	2	102	50	50	
3	5	Раздел 6. Сложное сопротивление стержневых систем.	54	3	1	1	1	51	25	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа
3	5	Раздел 7. Перемещения в общем случае нагружения стержня.	54	3	1	1	1	51	25	25	Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа
Всего за 5 семестр			108	6	2	2	2	102	50	50	
Всего по дисциплине			216	12	4	4	4	204	100	100	



## Оценочные материалы по дисциплине СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

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

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставьте в порядке увеличения следующие величины

- 1 предел прочности
- 2 предел упругости
- 3 предел пропорциональности
- 4 предел текучести

- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Количество главных напряжений равно....

- № 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, 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
- № 7 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
- № 8 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
- № 9 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
- № 10 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
- № 11 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

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

**ОПК-13 - Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочность это

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сопротивление материалов это

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Величина, служащая мерой механического действия одного материального тела на другое

2. Составляющая вектора полного напряжения, действующего в исследуемом сечении тела, определяемая проекцией на нормаль к плоскости этого сечения

3. Проекция главного вектора внутренних сил на ось, лежащую в плоскости сечения

А. нормальным напряжением

Б. поперечной силой

В. внутренней силой

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

Модели материала в расчетах на прочностную надежность детали (элемента конструкции) принято считать ...

А. сплошными

Б. однородными

В. изотропными

Г. линейно-упругими

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

В модели формы при расчетах прочностной надежности вводят упрощение в геометрию элементов конструкции, приводя их к схемам ...

А. стержня (бруса)

Б. пластины

В. оболочки

Г. стержневой системы и статически определимой рамы

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

Внешние силы, действующие на элемент конструкции, подразделяют на ...

А. внешние и внутренние силы

Б. сосредоточенные

В. распределенные

Г. объемные силы

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Наибольшее условное напряжение, которое выдерживает образец при нагружении до разрушения, называется
2. Напряжение, при котором наблюдается рост деформаций без заметного увеличения нагрузки, называется
3. Максимальное условное напряжение, при котором в материале не обнаруживается признаков пластической (остаточной) деформации, называется

А. пределом упругости

Б. пределом прочности

В. пределом текучести

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Перечисли характеристики прочности материала в порядке их возрастания:

А. Предел текучести

Б. Предел упругости

В. Предел пропорциональности

Г. Предел прочности

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажи геометрические характеристики сечений в порядке возрастания их размерности:

А. Момент сопротивления

Б. Момент инерции

В. Площадь

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

Метод, позволяющий определить внутренние усилия в сечении стержня, называется ...

А. методом независимости действия сил

Б. методом сечений

В. методом сил

С. методом начальных параметров

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

Принцип, утверждающий, что результат действия системы сил равен сумме результатов действий каждой силы в отдельности, называется...

А. принципом Сен-Вена

Б. принципом начальных размеров

В. принципом Бернулли

Г. принципом независимости действия сил

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

Как называют способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?

А. пластичность

Б. упругость

В. устойчивость

Г. жесткость