

**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	15.03.01 Машиностроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Машины и технология обработки металлов давлением
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
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	экз.
2	4	3	108	51	17	17	17	57	0	18	39	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	102	34	34	34	114	0	18	96	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.01 Машиностроение**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Санников Владимир Антонович, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Воронов Алексей Сергеевич, 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

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

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 — способность применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

основные характеристики прочности и упругости материала;  
зависимость расчетов на прочность, усталость, устойчивость и пластичность от видов нагружения;

*умения:*

расчет физико-механических характеристик материала;

*навыки:*

выбор материала и допускаемых напряжений;  
расчет на прочность, устойчивость и жесткость при различных видах нагрузки;  
прогнозирование работы конструкции, исходя из ее геометрии и материала.

### **ОПК-13**

*знания:*

Знания математики в инженерной практике при моделировании.

Знания естественных наук в инженерной практике.

Общетехнические знания, в инженерной деятельности.; в области фотоники и оптоинформатики;

*умения:*

Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании.

Применяет знания естественных наук в инженерной практике.

Применяет общетехнические знания, в инженерной деятельности;

*навыки:*

Приобретает навык применения математики, естественных наук в инженерной практике при моделировании; создания и разработки новых приборов, элементной базы, систем и технологий фотоники и оптоинформатики.

## 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, МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ОБРАБОТКА 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	3	<b>Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов.</b> 1. Прочность и жесткость стержней. Внутренние усилия, напряжения. 2. Метод сечений для определения внутренних силовых факторов.	12	2	2	0	0	10	12	12
2	3	<b>Раздел 2. Растяжение и сжатие стержней. Механические свойства материалов.</b> 1. Продольная сила при растяжении и сжатии. Построение эпюры. 2. Экспериментальное определение механических характеристик материалов. Диаграммы растяжения и сжатия. 3. Понятие о предельном и допускаемом напряжении, коэффициенте запаса прочности.	32	17	5	4	8	15	12	12
2	3	<b>Раздел 3. Кручение и сдвиг.</b> 1. Чистый сдвиг. Угловые деформации и касательные напряжения. 2. Крутящий момент. Построение эпюры. 3. Касательные напряжения в круглых и кольцевых сечениях. 4. Углы поворота сечений при кручении.	31	16	5	6	5	15	12	12
2	3	<b>Раздел 4. Плоский изгиб стержней.</b> 1. Поперечная сила и изгибающий момент. Построение эпюр. 2. Геометрические характеристики поперечных сечений. 3. Нормальные и касательные напряжения при изгибе.	33	16	5	7	4	17	12	12
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	48	48
2	4	<b>Раздел 5. Сложное сопротивление.</b> 1. Внецентренное растяжение-сжатие. 2. Косой изгиб. 3. Изгиб с кручением и растяжением. 4. Подбор размеров поперечного сечения.	41	21	3	10	8	20	13	13
2	4	<b>Раздел 6. Основы теории напряженно-деформированного состояния.</b> 1. Напряжения на наклонных площадках. Виды напряженных состояний. 2. Тензор напряжений. Главные напряжения. 3. Деформации и обобщенный закон Гука. 4. Потенциальная энергия деформации. 5. Теории прочности.	12	7	5	0	2	5	13	13
2	4	<b>Раздел 7. Энергетические методы расчета упругих систем. Раскрытие статической неопределимости методом сил.</b> 1. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах. 2. Определение перемещений при плоском изгибе методом начальных параметров. 3. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	33	13	5	4	4	20	13	13
2	4	<b>Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.</b> 1. Выпучивание стержней. Формула Эйлера. Влияние граничных условий. 2. Формула Ясинского. Пределы применимости формулы Эйлера. 3. Колебания одноступенчатых системы. Коэффициент динамичности.	22	10	4	3	3	12	13	13
<b>Всего за 4 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	52	52
<b>Всего по дисциплине</b>			216	102	34	34	34	114	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Растяжение и сжатие стержней. Механические свойства материалов.	Построение эпюры продольной силы. Определение нормальных напряжений	4
2		Подбор размеров сечений. Определение перемещений сечений	4
3	Раздел 3. Кручение и сдвиг.	Построение эпюры крутящего момента. Определение касательных напряжений	2
4		Подбор размеров сечений. Определение углов поворота сечений	3
5	Раздел 4. Плоский изгиб стержней.	Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность и подбор размеров поперечного сечения	4
<b>Всего за 3 семестр</b>			17
6	Раздел 5. Сложное сопротивление.	Расчет балки при косом изгибе. Подбор размеров поперечного сечения	2

7		Расчет стержневой конструкции при сложном сопротивлении	6
8	Раздел 6. Основы теории напряженно-деформированного состояния.	Определение положения главных площадок, значений главных напряжений и деформаций. Определение эквивалентных напряжений по разным теориям прочности	2
9	Раздел 7. Энергетические методы расчета упругих систем. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Определение перемещений при плоском изгибе методом начальных параметров	1
10		Раскрытие статической неопределимости методом сил	2
11		Определение перемещений в статически определимых стержневых системах методом Мора	1
12	Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.	Расчет критической силы потери устойчивости стержня при сжатии	3
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Растяжение и сжатие стержней. Механические свойства материалов.	Построение диаграммы деформирования малоуглеродистой стали при одноосном растяжении	2
2		Определение упругих характеристик малоуглеродистой стали	2
3	Раздел 3. Кручение и сдвиг.	Построение диаграммы деформирования малоуглеродистой стали при кручении. Определение модуля сдвига стали	6
4	Раздел 4. Плоский изгиб стержней.	Определение напряжений при чистом изгибе	7
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>17</b>
5	Раздел 5. Сложное сопротивление.	Определение напряженно-деформированного состояния при сложном сопротивлении (изгибе с кручением)	6
6		Работа стальной колонны при внецентренном сжатии	4
7	Раздел 7. Энергетические методы расчета упругих систем. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Определение перемещений при изгибе балки	4
8	Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.	Устойчивость сжатого стержня. Определение Эйлеровой критической силы	3
<b>Всего за 4 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
2	Раздел 2. Растяжение и сжатие стержней. Механические свойства материалов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
3		РГР. Построение эпюр внутренних усилий, определение напряжений и перемещений при растяжении и сжатии. Выполнение и оформление полученных результатов	10
4	Раздел 3. Кручение и сдвиг.	Изучение предусмотренных программой	5

		дидактических единиц по рекомендуемой литературе	
5		РГР. Построение эпюр внутренних усилий, определение напряжений и перемещений при кручении. Выполнение и оформление полученных результатов	10
6		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
7	Раздел 4. Плоский изгиб стержней.	РГР. Построение эпюр внутренних усилий, определение напряжений и перемещений при плоском изгибе. Выполнение и оформление полученных результатов	11
Всего за 3 семестр			57
8	Раздел 5. Сложное сопротивление.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
9		Расчет на прочность пространственного бруса при сложном сопротивлении	5
10		Выполнение первого этапа КР	10
11	Раздел 6. Основы теории напряженно-деформированного состояния.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
12	Раздел 7. Энергетические методы расчета упругих систем. Раскрытие статической неопределимости методом сил.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
13		Определение перемещений в статически определимых системах. Раскрытие статической неопределимости плоских рам	5
14		Выполнение второго этапа КР	10
15	Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
16		Устойчивость сжатой колонны. Подбор размеров поперечного сечения	7
Всего за 4 семестр			57

### 3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Определение степени статической неопределимости системы. Построение эпюр внутренних сил и моментов грузовой схемы. Построение эпюр внутренних сил и моментов единичной схемы. Определение отброшенной реакции опоры. Построение эпюр внутренних сил и моментов реальной схемы	1 - 9	9
Этап 2. Подбор размеров поперечного сечения из условия прочности. Определение компонент тензора напряжений в опасных точках. Построение круговой диаграммы. Оформление КР. Защита КР	10 - 17	9
<b>Всего за 4 семестр</b>		18



#### 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	РГР	РГР	ЛР	РГР	ДР	ЛР	РГР	ЛР	ДР	РГР	РГР	ЛР	РГР	РГР	ДР		Вопр. Экз
4	КР	КР	ЛР	КР	ДР	ЛР	КР	ЛР	ДР	КР	КР	ЛР	РГР		ДР		КР, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- курсовая работа;
- 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. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
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, 37 экз.
3. 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.

### 5.2. 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:

не требуется.

### 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.

### **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 *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 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 способность применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с прочностью, жесткостью и устойчивостью статических положений равновесия элементов конструкций.

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 экзамену;
- курсовая работа;
- 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 (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	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) В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Растяжение и сжатие стержней. 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 (1-2)	5
РГР. Построение эпюр внутренних усилий, определение напряжений и перемещений при растяжении и сжатии. Выполнение и оформление полученных результатов	Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач начального уровня по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-2)	10
Итого по разделу 2		15
<b>Раздел 3. Кручение и сдвиг.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-3)	5
РГР. Построение эпюр внутренних усилий, определение напряжений и перемещений при кручении. Выполнение и оформление полученных результатов	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)	10
Итого по разделу 3		15
<b>Раздел 4. Плоский изгиб стержней.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1-4)	6
РГР. Построение эпюр внутренних усилий, определение напряжений и перемещений при плоском изгибе. Выполнение и оформление полученных результатов	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)	11
Итого по разделу 4		17
<b>Раздел 5. Сложное сопротивление.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э.	5

литературе	Баумана, 2018 (5)	
Расчет на прочность пространственного бруса при сложном сопротивлении	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)	5
Выполнение первого этапа КР		10
Итого по разделу 5		20
Раздел 6. Основы теории напряженно-деформированного состояния.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (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 (2)	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Энергетические методы расчета упругих систем. Раскрытие статической неопределимости методом сил.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. И. Феодосьев. . Сопротивление материалов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (7)	5
Определение перемещений в статически определимых системах. Раскрытие статической неопределимости плоских рам		5
Выполнение второго этапа КР		10
Итого по разделу 7		20
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 (9) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3)	5
Устойчивость сжатой колонны. Подбор размеров поперечного сечения		7
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 экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- расчетно-графическая работа;
- лабораторная работа;
- курсовая работа;
- 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.

#### Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену размещены в УМК дисциплины

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Тестовые вопросы к дифф. зачету размещены в УМК дисциплины

#### Расчетно-графическая работа

1. Шкала оценивания: «отлично». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил индивидуальное практическое задание в полном объеме. Работа характеризуется полнотой проработки всех разделов содержательной части. Пояснительная записка индивидуального практического задания оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.
2. Шкала оценивания: «хорошо». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил индивидуальное практическое задание в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Пояснительная записка индивидуального практического задания оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно.
3. Шкала оценивания: «удовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил индивидуальное практическое задание в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения.
4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них. Шкалы оценивания «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» соответствуют отметке «зачтено». Шкала оценивания «не удовлетворительно» соответствует отметке «не зачтено»

#### Лабораторная работа

Требования по оформлению отчетов по ЛР :

Нумерация страниц обязательна, четкое соблюдение структуры и наличие грамотно оформленного титульного листа.

Процедура защиты ЛР:

На защиту допускают работу, в которой нет никаких ошибок и неточностей. На самой защите нужно представить небольшую презентацию — от 2 до 3 минут, а при необходимости ответить на вопросы.

В случае положительной защиты работа засчитывается, при отрицательной - назначается пересдача

### **Курсовая работа**

Варианты заданий для курсовой работы размещены в УМК дисциплины.

1. Шкала оценивания: «отлично». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовую работу в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части и оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.
2. Шкала оценивания: «хорошо». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовую работу в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части и оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно.
3. Шкала оценивания: «удовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил курсовую работу в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения.
4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них. Шкалы оценивания «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» соответствуют отметке «зачтено». Шкала оценивания «не удовлетворительно» соответствует отметке «не зачтено»

### **Экзамен**

Экзамен проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (25 шт.). Варианты тестовых вопросов расположены в УМК дисциплины. Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. Оценка за экзамен складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

85 - 100 «отлично»

75 – 84 «хорошо»

51 - 74 «удовлетворительно»

менее 51 «неудовлетворительно»

### **Дифференцированный зачет**

Основанием для сдачи зачета является наличие сданной курсовой работы.

Дифф. зачёт проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (25 шт.).

Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. Оценка за дифф. зачет складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

85 - 100 «зачтено-отлично»

75 – 84 «зачтено-хорошо»

51 - 74 «зачтено-удовлетворительно»

менее 51 «не зачтено»



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	3	Раздел 1. Основные понятия о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций. Введение в сопротивление материалов.	12	2	2	0	0	10	12	12	Вопросы к экзамену, Вопросы к дифференцированному зачету
2	3	Раздел 2. Растяжение и сжатие стержней. Механические свойства материалов.	32	17	5	4	8	15	12	12	Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы к экзамену, Расчетно-графическая работа, Лабораторная работа
2	3	Раздел 3. Кручение и сдвиг.	31	16	5	6	5	15	12	12	Вопросы к экзамену, Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа, Лабораторная работа
2	3	Раздел 4. Плоский изгиб стержней.	33	16	5	7	4	17	12	12	Вопросы к экзамену, Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа, Лабораторная работа
Всего за 3 семестр			108	51	17	17	17	57	48	48	
2	4	Раздел 5. Сложное сопротивление.	41	21	3	10	8	20	13	13	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа, Курсовая работа
2	4	Раздел 6. Основы теории напряженно-деформированного состояния.	12	7	5	0	2	5	13	13	Вопросы к дифференцированному зачету

2	4	<b>Раздел 7. Энергетические методы расчета упругих систем. Раскрытие статической неопределимости методом сил.</b>	33	13	5	4	4	20	13	13	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа, Курсовая работа
2	4	<b>Раздел 8. Устойчивость и колебания. Основные понятия.</b>	22	10	4	3	3	12	13	13	Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа, Лабораторная работа
<b>Всего за 4 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	52	52	
<b>Всего по дисциплине</b>			216	102	34	34	34	114	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-1

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Способность тела или конструкции не разрушаться при действии внешних нагрузок называется ...
- № 2 Допущение о том, что материал полностью заполняет объём тела называется гипотезой ...
- № 3 Чему равно максимальное нормальное напряжение в квадратном сечении со стороной 0.2 м при действии в стержне продольной растягивающей силы  $N = 120$  кН ?
- № 4 Нормальное напряжение при растяжении стержня равно 400 МПа, а продольная деформация составляет 0.002. Чему равен модуль упругости материала стержня ?
- № 5 Напряжение, при котором деформации материала увеличиваются без возрастания нагрузки, называется ...
- № 6 Во сколько раз увеличится угол закручивания стержня с круглым сечением, если диаметр сечения уменьшить в 2 раза ?
- № 7 Предел прочности материала стержня равен 480 МПа, коэффициент запаса прочности составляет 1.5. Чему равно допускаемое напряжение в стержне ?
- № 8 На какой угол отклонены от направлений максимального и минимального главных напряжений плоскости с максимальными касательными напряжениями ?
- № 9 Какие линейные и угловые перемещения равны нулю в подвижной шарнирной опоре при плоском изгибе стержня ?
- № 10 По закону какой степени изменяется прогиб на участках стержня с распределенной нагрузкой постоянной интенсивности ?

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Из каких соотношений определяются внутренние силы и моменты в стержне ?
  - А - уравнений равновесия отсеченной части стержня
  - В - уравнений равновесия всего стержня целиком
  - С - закона Гука
  - Д - уравнений совместности перемещений
- № 2 Механическое напряжение в материале это ...
  - А - внутренняя сила, действующая на единицу объёма тела
  - В - внутренняя сила, действующая на единицу площади сечения тела
  - С - внешняя сила, действующая на единицу длины стержня
  - Д - внешняя сила, действующая на малую часть поверхности тела
- № 3 В каких точках кольцевого сечения возникают максимальные касательные напряжения при кручении стержня ?
  - А - во всех точках сечения
  - В - в точках пересечения внешнего контура сечения с осями симметрии сечения
  - С - во всех точках внешнего контура сечения
  - Д - во всех точках внутреннего контура сечения
- № 4 На каких участках стержня эпюра изгибающего момента является квадратичной параболой ?
  - А - на участках с переменными размерами сечения
  - В - на участках приложения постоянной по величине распределенной нагрузки
  - С - на участках между сосредоточенными внешними силами

- № 5 D - на участках между сосредоточенными внешними моментами  
Изгибающий момент в сечении стержня при плоском изгибе равен  $8 \text{ кН}\cdot\text{м}$ . Чему равно максимальное нормальное напряжение в прямоугольном сечении со стороной  $0.1 \text{ м}$  ?
- A -  $80 \text{ МПа}$   
B -  $48 \text{ МПа}$   
C -  $24 \text{ МПа}$
- № 6 D -  $64 \text{ МПа}$   
В каких точках сечения при косом изгибе возникают максимальные нормальные напряжения ?
- A - во всех точках сечения  
B - в точках на нейтральной линии  
C - в самых близких к нейтральной линии точках
- № 7 D - в самых удаленных от нейтральной линии точках  
Какие напряженные состояния называются равнопрочными ?
- A - состояния, имеющие одинаковый запас прочности  
B - состояния, в которых отношения всех компонент напряжений одинаковые  
C - состояния, в которых присутствуют только касательные напряжения
- № 8 D - состояния, в которых присутствуют только нормальные напряжения  
Какие точки на круговой диаграмме напряжений соответствуют главным напряжениям ?
- A - центральная точка круговой диаграммы  
B - конечные точки диаметра круга, наклоненного на угол  $45^\circ$  к оси абсцисс  
C - крайние правая и левая точки диаграммы
- № 9 D - крайние верхняя и нижняя точки диаграммы  
Чему равна степень статической неопределимости конструкции ?
- A - количеству реакций опор  
B - сумме количества реакций опор и количества независимых уравнений равновесия  
C - разности между количеством реакций опор и количеством независимых уравнений равновесия
- № 10 D - количеству независимых уравнений равновесия  
Что понимается под критической силой потери устойчивости сжатого стержня ?
- A - сила, вызывающая появление пластических деформаций  
B - сила, при которой происходит разрушение материала стержня  
C - сила сжатия стержня, возникающая при эксплуатации конструкции  
D - сила, при которой возникает изгиб стержня

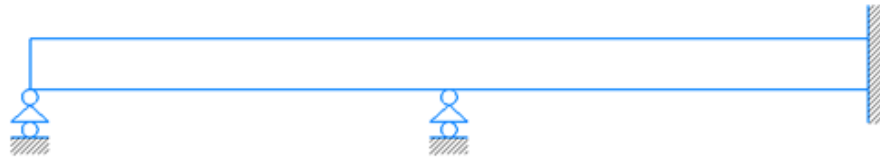
### ОПК-13

*Вопросы открытого типа:*

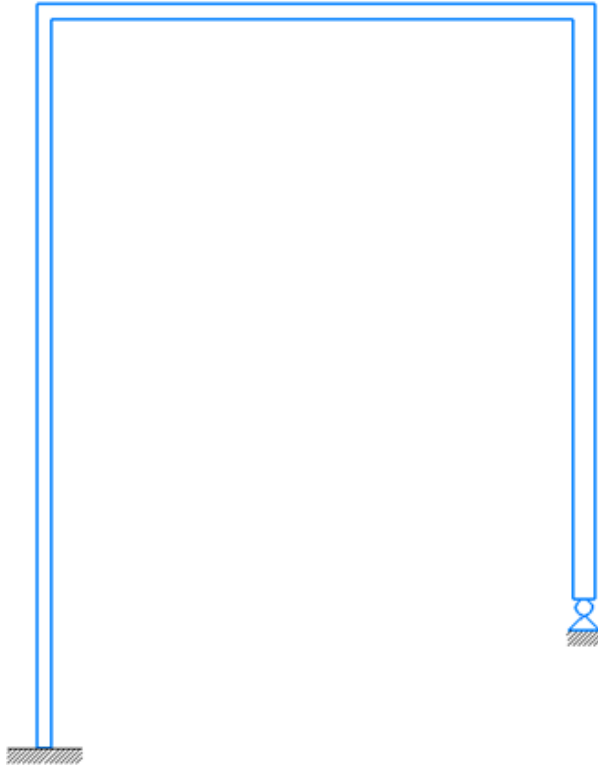
- № 1 Критерий максимальных касательных напряжений носит имя...

№ 2 На сколько увеличится степень статической неопределимости рамы из-за наличия замкнутого контура?

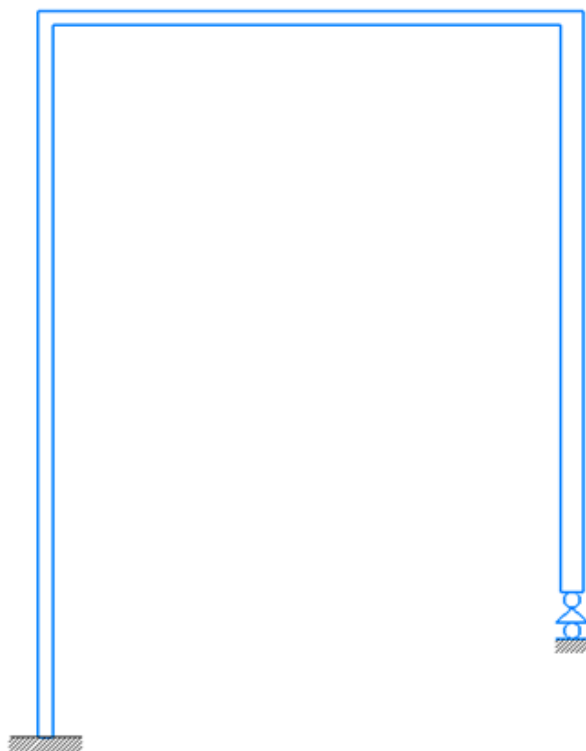
№ 3 Чему равна степень статической неопределимости системы?



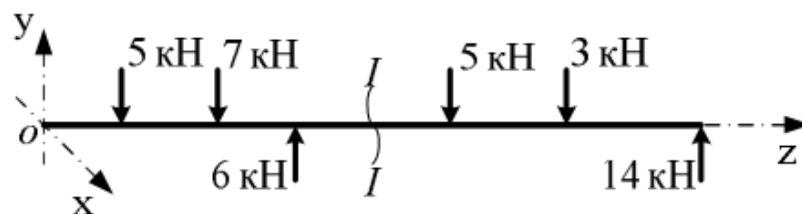
№ 4 Чему равна степень статической неопределимости рамы?



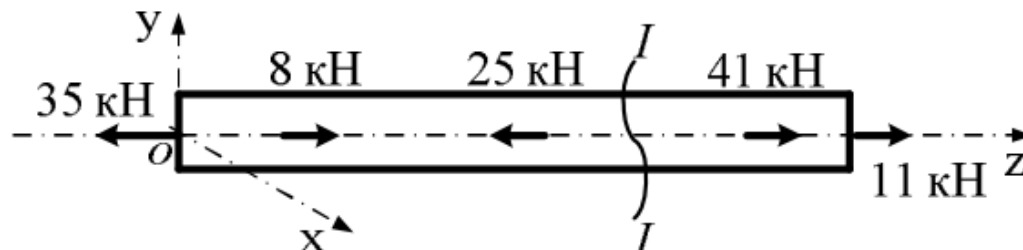
№ 5 Чему равна степень статической неопределимости рамы?



№ 6 Пользуясь методом сечений определить величину поперечной силы в сечении I-I



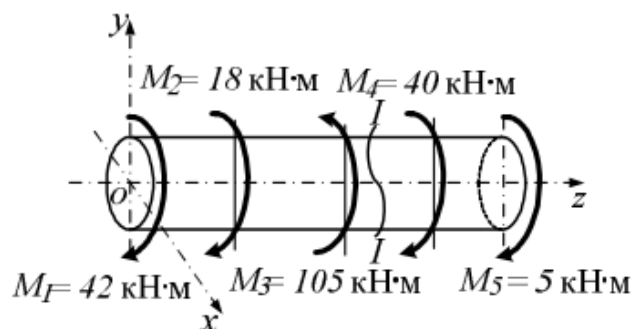
№ 7 Определить величину внутреннего силового фактора при указанном нагружении бруса в сечении I-I



№ 8 В каких единицах измеряется механическое напряжение в системе единиц СИ?

№ 9 В законе Гука при кручении буквой  $G$  обозначается...

№ 10 Определить крутящий момент в сечении I-I бруса



*Вопросы закрытого типа:*

№ 1 В каком случае материал считается однородным?

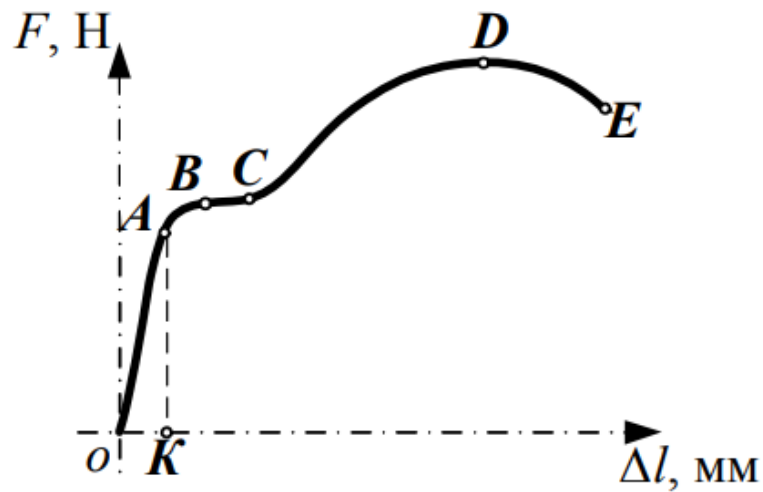
свойства материала не зависят от размеров

материал заполняет весь объем

физико-механические свойства материала одинаковы во всех точках

температура материала одинакова во всем объеме

№ 2 Представлена диаграмма растяжения материала. Указать участок пластических деформаций



OA

BE

CD

DE

№ 3 Коэффициент Пуассона не может принимать значение большее, чем...

0.3

0.5

1

0

№ 4 Что называется изотропностью материала?

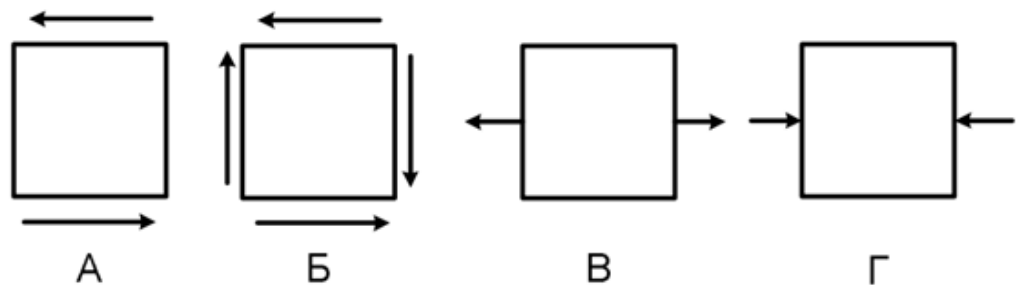
Материал заполняет весь объем тела

свойства материала одинаковы во всех точках

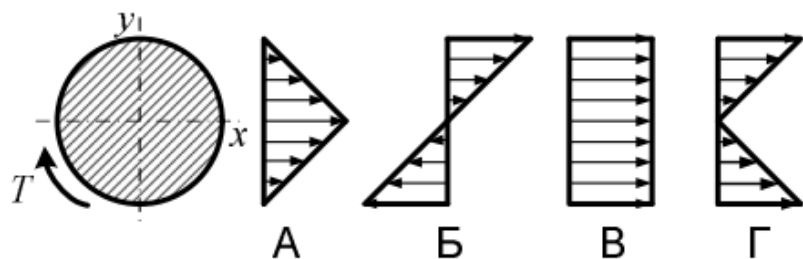
материал способен возвращать исходные размеры и форму после снятия нагрузок

свойства материала одинаковы во всех направлениях

№ 5 Какое из приведенных напряженных состояний называется «чистым сдвигом»?



№ 6 Как распределяются напряжения в поперечном сечении вала при кручении?



№ 7 Тип напряженного состояния в окрестности какой-либо точки зависит от...

ориентации главных напряжений

величин и направлений главных напряжений

числа главных напряжений

формы тела

№ 8 Что такое критическая сила?

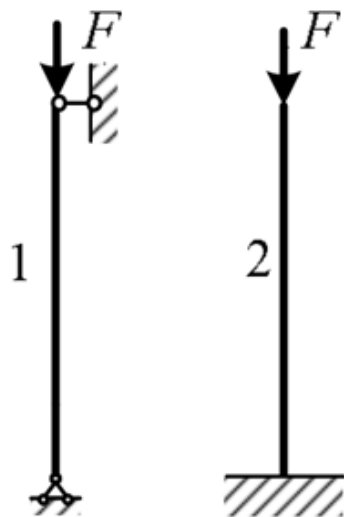
максимальная сжимающая сила, при которой стержень сохраняет свою прочность

максимальная сжимающая сила, при которой стержень теряет упругость

сила, при которой стержень сохраняет устойчивость

сила, при которой в стержне появляются пластические деформации

№ 9 Как изменится критическая сила потери устойчивости при замене первого способа крепления на второй?



увеличится в 4 раза

уменьшится в 4 раза

увеличится в 2 раза

уменьшится в 2 раза

не изменится

№ 10 При сжатии упругого стержня, показанного на рисунке, форма потери устойчивости имеет вид:



