

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шиломаева Ирина Алексеевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 09.10.2023 16:56:12  
Уникальный программный ключ:  
8b264d3408be5f4f2b4acb7cfae7e625f7b6d62e

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)  
Тучковский филиал Московского политехнического университета

УТВЕРЖДАЮ  
заместитель директора по УВР  
*Ирина Шиломаева*  
О.Ю. Педашенко



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.12 Сопротивление материалов

#### Направление подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин  
и комплексов

#### Профиль подготовки

Автомобильная техника и сервисное обслуживание

Квалификация (степень)  
выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**заочная**

Тучково 2023

Рабочая программа учебной дисциплины «Сопротивление материалов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 N 916 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 августа 2020 г., регистрационный № 59405).

**Организация-разработчик:** Тучковский филиал Московского политехнического университета

Разработчик: д.т.н. Козлов В.В.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины «Соппротивление материалов» является формирование у обучающихся системы компетенций, основанных на изучение основных теоретических положений сопротивления материалов, дающих представление о работе элементов различных конструкций и транспортно-технологических машин и комплексов, и применения их в инженерной практике.

Задачами изучения дисциплины является освоение расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Соппротивление материалов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, согласно ФГОС ВО для направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Планируемые результаты обучения
<p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p><b>ИУК- 1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.  <b>ИУК- 1.2.</b> Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.  <b>ИУК- 1.3.</b> Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки.</p>	<p><b>Знать:</b> методы формулирования и решения инженерных задач  <b>уметь:</b> выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин, механизмов и элементов конструкций  <b>владеть:</b> знаниями об основных группах и классов современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора</p>
<p><b>ОПК-1.</b> Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ИОПК-1.1</b> Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности  <b>ИОПК-1.2</b> Владеет естественнонаучными и общепрофессиональными знаниями и методами математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p><b>знать:</b>  понятия, определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин  <b>уметь:</b>  использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин  <b>владеть:</b>  принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин</p>
<p><b>ОПК-3.</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p><b>ИОПК-3.1</b> Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности  <b>ИОПК-3.2</b> Владеет навыками проведения измерений, обработки и представления экспериментальных</p>	<p><b>знать:</b>  понятия, определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин</p>

и результаты испытаний	данных и результатов испытаний	<b>уметь:</b> использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин <b>владеть:</b> принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин
------------------------	--------------------------------	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Объем в часах</b>
Общая трудоемкость дисциплины	<b>144 (4 зачетных единицы)</b>
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	16
Аудиторная работа (всего), в том числе:	16
Лекции	6
Семинары, практические занятия	6
Лабораторные работы	4
Внеаудиторная работа (всего):	
в том числе:	
консультация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	128
Вид промежуточной аттестации обучающегося	<b>Экзамен</b>

#### 4.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Компетенции	
		Всего	Из них аудиторные занятия			Самостоятельная работа	Курсовая работа		Контрольная работа
			Лекции	Лабораторные работы	Практические/семинары				
<b>Тема 1</b> Основные понятия		10,5	0,5	-	-	10		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 2.</b> Растяжение-сжатие	2	12,5	0,5	-	2	10		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 3.</b> Геометрические характеристики поперечных сечений	2	10,5	0,5	-	-	10		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 4.</b> Кручение прямого стержня	2	12,5	0,5	2	-	10		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 5.</b> Изгиб прямых стержней	2	12,5	0,5	-	2	10		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 6.</b> Основы теории напряженного и деформированного состояния	2	11,5	0,5	-	-	10		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 7.</b> Критерии пластичности и разрушения	2	8,5	0,5	-	-	8		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 8.</b> Перемещения в стержневой системе при произвольной нагрузке	2	10,5	0,5	-	2	8		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	
<b>Тема 9.</b> Статистически неопределимые стержневые системы	2	10,5	0,5	-	-	10		УК-1, ОПК-1, ОПК-3	

<b>Тема 10.</b> Балка на упругом основании	2	8,5	0,5	-	-	8			УК-1, ОПК-1, ОПК-3
<b>Тема 11.</b> Сложное сопротивление	2	8,5	0,5	-	-	8			УК-1, ОПК-1, ОПК-3
<b>Тема 12.</b> Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени	2	8,5	0,5	-	-	8			УК-1, ОПК-1, ОПК-3
<b>Тема 13.</b> Расчет на ударную нагрузку	2	8	-	-	-	8			УК-1, ОПК-1, ОПК-3
<b>Тема 14.</b> Устойчивость сжатых стержней	2	12	-	2	-	10			УК-1, ОПК-1, ОПК-3
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>144</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>128</b>			



## **4.3 Содержание дисциплины «Сопротивление материалов» по темам.**

### **Тема 1 Основные понятия**

Роль сопротивления материалов при проектировании зданий и сооружений, новых видов машин, механизмов, транспортных средств. Место науки о сопротивлении материалов среди других дисциплин инженерного цикла. Краткий экскурс в историю появления и развития этой науки, великие имена: Гук, Бернулли, Эйлер, Сен-Венан, Тимошенко.

Схематизация формы элементов конструкции: брус, оболочка, пластина. Внешние нагрузки и их моделирование при расчетах. Объемные (массовые) и поверхностные силы, погонная нагрузка, сосредоточенная сила, сосредоточенный момент. Допущения о свойствах материала: однородность, изотропность, упругость. Внутренние силы, метод сечений для определения характеристик внутренних сил. Внутренние силовые факторы в сечении бруса и их расчет при помощи метода сечений. Напряжение как характеристика интенсивности внутренних сил вблизи некоторой точки сечения. Напряжение полное, нормальное, касательное. Понятие о напряженном состоянии в точке тела. Деформируемое тело. Перемещение точки деформируемого тела, перемещения по осям. Линейная деформация в точке тела по заданному направлению. Линейные деформации по осям. Угловая деформация (угол сдвига).

### **Тема 2. Растяжение-сжатие**

Внутренние силы и напряжения в поперечных и наклонных сечениях. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Упругие константы материала модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Определение перемещений при растяжении-сжатии бруса. Испытание материалов на растяжение. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Механические характеристики материалов при растяжении: предел текучести, предел прочности, относительное остаточное удлинение после разрыва. Закон разгрузки и повторного нагружения. Испытание материалов на сжатие. Механические характеристики материалов при сжатии. Расчеты на прочность при растяжении-сжатии. Понятие о коэффициенте запаса прочности. Условие прочности при растяжении-сжатии. Статически неопределимые стержневые системы. температурные и монтажные напряжения.

### **Тема 3. Геометрические характеристики поперечных сечений**

Статические моменты, изменение статических моментов при параллельном переносе осей. Центр тяжести сечения. Осевые и центробежный моменты инерции сечения, изменение моментов инерции при параллельном переносе осей. Моменты инерции простых фигур - прямоугольника, треугольника, круга. Изменение моментов

инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции сечения. Моменты инерции сложных сечений.

#### **Тема 4. Кручение прямого стержня**

Напряженное состояние чистого сдвига. Закон Гука при сдвиге. Кручение бруса круглого поперечного сечения: внутренние силовые факторы, деформации, касательные напряжения. Момент сопротивления кручению, жесткость при кручении. Расчеты на прочность. Расчет углов поворота сечений. Кручение бруса прямоугольного поперечного сечения. Распределение касательных напряжений по сечению. Расчет максимального касательного напряжения, расчет на прочность и жесткость.

#### **Тема 5. Изгиб прямых стержней**

Основные типы опорных связей и балок. Внутренние силовые факторы, возникающие при изгибе. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью погонной нагрузки. Чистый изгиб бруса. Гипотеза плоских сечений и деформации продольных волокон. Напряжения в поперечном сечении: положение нейтральной линии, распределение напряжений по высоте сечения, максимальное напряжение в сечении. Связь между кривизной нейтрального слоя и изгибающим моментом, жесткость бруса при кручении. Момент сопротивления изгибу, рациональная форма сечения при изгибе. Условие прочности при изгибе. Поперечный изгиб. Расчет нормальных напряжений в поперечном сечении. Формула Журавского для расчета касательных напряжений в поперечном сечении. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Универсальное уравнение изогнутой оси балки.

#### **Тема 6. Основы теории напряженного и деформированного состояния**

Напряженное состояние в точке тела. Компоненты напряженного состояния, их обозначения. Главные площадки, главные напряжения. Трехосное, плоское и одноосное напряженные состояния. Напряжения на наклонной площадке. Графическое изображение напряженного состояния с помощью кругов Мора. Деформированное состояние в точке тела. Компоненты деформации. Общая линейная зависимость между компонентами напряжения и компонентами деформации для изотропного тела. Объемная деформация. Удельная потенциальная энергия деформации. Удельная энергия изменения объема и удельная энергия изменения формы.

#### **Тема 7. Критерии пластичности и разрушения**

Механическое состояние материала в процессе пропорционального нагружения. Предельное напряженное состояние. Коэффициент запаса при трехосном напряженном состоянии. Равноопасные напряженные состояния. Эквивалентное напряжение. Критерий пластичности максимальных касательных напряжений (третья теория прочности).

Критерий пластичности энергии формоизменения (четвертая теория прочности). Критерий пластичности Мора для материалов с различными пределами текучести при растяжении и сжатии.

#### **Тема 8. Перемещения в стержневой системе при произвольной нагрузке**

Потенциальная энергия стержня в общем случае нагружения. Теорема Кастилиано. Интеграл Мора. Вычисление интегралов Мора способом Верещагина и при помощи формулы Симпсона. Теорема о взаимности работ и принцип взаимности перемещений.

#### **Тема 9. Статистически неопределимые стержневые системы**

Анализ структуры простейших стержневых систем. Понятие о степенях свободы и связях. Степень статической неопределимости. Раскрытие статической неопределимости стержневых систем методом сил. Расчет статически неопределимых систем в связи с изменением температуры и наличием натягов при сборке

#### **Тема 10. Балка на упругом основании**

Винклерова модель упругого основания. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его общее решение. Бесконечная балка на упругом основании, нагруженная сосредоточенной силой, несколькими сосредоточенными силами, погонной нагрузкой.

#### **Тема 11. Сложное сопротивление**

Косой изгиб. Уравнение нейтральной линии. Расчет максимального напряжения. Внецентренное растяжение-сжатие. Уравнение нейтральной линии. Расчет максимального напряжения. Расчет на прочность при совместном изгибе и кручении.

#### **Тема 12. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени**

Современные представления о прочности материалов при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости. Влияние на выносливость качества поверхности, наклепа и окружающей среды. Концентрация напряжений и абсолютные размеры как факторы, влияющие на выносливость.

#### **Тема 13. Расчет на ударную нагрузку**

Понятие о динамическом нагружении и коэффициенте динамичности. Энергетический метод расчета коэффициентов динамичности при вертикальном и горизонтальном ударе.

#### **Тема 14. Устойчивость сжатых стержней**

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая нагрузка. Задача Эйлера. Влияние условий закрепления на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Зависимость критического напряжения от гибкости. Расчеты на устойчивость при напряжениях, превышающих предел

пропорциональности. Формула Ясинского. Расчет на устойчивость по коэффициенту уменьшения допускаемого напряжения. Продольно-поперечный изгиб

#### 4.4. Практическая подготовка

Практическая подготовка реализуется путем проведения практических и лабораторных занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Объем занятий в форме практической подготовки составляет 10 часов.

Вид занятия	Тема занятия	Количество часов	Форма проведения	Коды компетенции
Практическое занятие 1	Расчет статически определимого бруса на прочность. Расчет статически неопределимого бруса на прочность. Растяжение-сжатие бруса.	2	Выполнение практического задания. Индивидуальная самостоятельная работа	УК-1, ОПК-1, ОПК-3
Лабораторная работа 1	Кручение бруса	2	Выполнение лабораторного задания. Индивидуальная самостоятельная работа	УК-1, ОПК-1, ОПК-3
Практическое занятие 2	Построение эпюр внутренних усилий в балках. Расчет статически определимых балок на прочность	4	Выполнение практического задания. Индивидуальная самостоятельная работа	УК-1, ОПК-1, ОПК-3
Практическое занятие 3	Расчет линейных и угловых перемещений в балках	4	Выполнение практического задания. Индивидуальная самостоятельная работа	УК-1, ОПК-1, ОПК-3
Лабораторная работа 2.	Расчет сжатых стержней на устойчивость	2	Выполнение лабораторного задания. Индивидуальная самостоятельная работа	УК-1, ОПК-1, ОПК-3

#### 4.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом по дисциплине в объеме 128 часов.

Самостоятельная работа реализуется в рамках программы освоения дисциплины в следующих формах:

- работа с конспектом занятия (обработка текста);

- проработка тематики самостоятельной работы;
- написание контрольной работы;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к сдаче зачета, экзамена.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний студентов;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию, учебную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- развитию исследовательских умений студентов.

Технология организации самостоятельной работы обучающихся включает использование информационных и материально-технических ресурсов филиала:

- библиотеку с читальным залом, компьютерные классы с возможностью работы в Интернет;
- аудитории для самостоятельной работы.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультирование по выполнению задания, который включает цель задания, его содержания, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки.

Во время выполнения обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы и при необходимости преподаватель может проводить индивидуальные и групповые консультации.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами обучающихся в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;

-валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);

-дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

-просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем;

-организация самопроверки, взаимопроверки выполненного задания в группе;

-обсуждение результатов выполненной работы на занятии;

-проведение письменного опроса;

-проведение устного опроса; организация и проведение индивидуального собеседования;

-организация и проведение собеседования с группой.

## **5. Оценочные материалы по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств по дисциплине приведён в Приложении 1 (фонд оценочных средств) к рабочей программе дисциплины.

## **6. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины**

6.1 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов для освоения дисциплины

### Основная литература:

1. Степин П. А. Сопротивление материалов: учебникСПб.: Лань, 2020[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3179](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3179)

### Дополнительная литература:

1. Лукьянов А. М., Лукьянов М. А. Сопротивление материалов: учебное пособие для бакалавров Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2017 <https://umczdt.ru/books/48/18762/>

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. База данных Росстандарта – <https://www.gost.ru/portal/gost/>

2. База данных Государственных стандартов: <http://gostexpert.ru/>

## 6.2 Перечень материально-технического, программного обеспечения

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.
Сопrotивление материалов	Кабинет сопrotивление материалов	Учебные места, оборудованные блочной мебелью. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с выходом в сеть интернет. Экран, мультимедийный проектор. Тематические стенды. Презентационный материал.	Microsoft Windows XP Professional Microsoft Office 2010 Kaspersky Endpoint
	Лаборатория	Учебная мебель, стенды, макеты (модели) рычажных, зубчатых, кулачковых механизмов, лабораторные установки; учебные наглядные пособия и презентации, микроскопы, печь муфельная, твердомер, стенд для испытания образцов на прочность, образцы для испытаний, набор измерительного инструмента, маятниковый копр; пресс Бринеля.	
	Аудитория для самостоятельной работы	Учебные места, оборудованные блочной мебелью, компьютерами с выходом в сеть Интернет, многофункциональное устройство	

## **7. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Обучение по дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Содержание образования и условия организации обучения, обучающихся с ограниченными возможностями здоровья определяются адаптированной образовательной программой, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии).

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

— в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);



- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## **8. Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

**Фонд оценочных средств  
для текущего контроля и промежуточной аттестации при изучении  
учебной дисциплины  
Б1.О.12 Сопротивление материалов**

Тучково 2023

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1 Основные понятия	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2</p>	<p>практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен</p>
Тема 2. Растяжение-сжатие	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2</p>	<p>практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен</p>
Тема 3. Геометрические характеристики поперечных сечений	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2</p>	<p>практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен</p>
Тема 4. Кручение	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и</p>	<p>ИУК- 1.1.</p>	<p>практические работы (отдельный</p>

<p>прямого стержня</p>	<p>синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2</p>	<p>материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен</p>
<p>Тема 5. Изгиб прямых стержней</p>	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2</p>	<p>практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен</p>
<p>Тема 6. Основы теории напряженного и деформированного состояния</p>	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2</p>	<p>практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен</p>
<p>Тема 7. Критерии пластичности и разрушения</p>	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2</p>	<p>практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен</p>

	проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний		
Тема 8. Перемещения в стержневой системе при произвольной нагрузке	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2	практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 9. Статистически неопределимые стержневые системы	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2	практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 10. Балка на упругом основании	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3. ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-3.1 ИОПК-3.2	практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 11. Сложное сопротивление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК- 1.1. ИУК- 1.2. ИУК- 1.3.	практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест,

	<p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИОПК-1.1</p> <p>ИОПК-1.2</p> <p>ИОПК-3.1</p> <p>ИОПК-3.2</p>	экзамен
Тема 12. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1.</p> <p>ИУК- 1.2.</p> <p>ИУК- 1.3.</p> <p>ИОПК-1.1</p> <p>ИОПК-1.2</p> <p>ИОПК-3.1</p> <p>ИОПК-3.2</p>	практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 13. Расчет на ударную нагрузку	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1.</p> <p>ИУК- 1.2.</p> <p>ИУК- 1.3.</p> <p>ИОПК-1.1</p> <p>ИОПК-1.2</p> <p>ИОПК-3.1</p> <p>ИОПК-3.2</p>	практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен
Тема 14. Устойчивость сжатых стержней	<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</p>	<p>ИУК- 1.1.</p> <p>ИУК- 1.2.</p> <p>ИУК- 1.3.</p> <p>ИОПК-1.1</p> <p>ИОПК-1.2</p> <p>ИОПК-3.1</p> <p>ИОПК-3.2</p>	практические работы (отдельный материал); лабораторные работы; устный опрос, собеседование; тест, экзамен

	экспериментальные данные и результаты испытаний		
--	---	--	--

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательной части образовательной программы бакалавриата. Данная дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками: Математика; Теоретическая механика; Детали машин и основы конструирования.

## **2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

### **2.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Силовые элементы конструкции. Нагрузка и деформация. Реальный объект и расчетная схема.
2. Определение напряжений в симметричных оболочках, уравнения
3. Внутренние силы. Метод сечений при исследовании внутренних сил.
4. Внутренние силовые факторы. Виды деформации.
5. Полное напряжение в точке сечения. Нормальное и касательное напряжения.
6. Перемещения. Абсолютная и относительная деформации, линейная и угловая деформации.
7. Закон Гука.
8. Общие принципы расчетов силовых элементов конструкций.
9. Центральное растяжение (сжатие). Положительные и отрицательные продольные силы. Расчетная схема растянутого (сжатого) стержня.
10. Вычисление продольных сил. Эпюра продольных сил.
11. Напряжение в поперечных сечениях стержня.
12. Продольные деформации при растяжении (сжатии). Абсолютное и относительное удлинения стержня.
13. Закон Гука при растяжении (сжатии). Модуль упругости первого рода. Жесткость стержня при растяжении (сжатии).
14. Поперечные деформации при растяжении (сжатии). Коэффициент Пуассона.
15. Диаграммы растяжения и сжатия. Упругие и пластические деформации. Хрупкие и пластичные материалы.
16. Основные механические характеристики материалов. Коэффициент запаса. Допускаемые напряжения.



17. Расчеты на прочность и жесткость при центральном растяжении (сжатии).
18. Статически неопределимые стержни и шарнирно-стержневые системы при растяжении (сжатии).
19. Чистый сдвиг, напряжения при чистом сдвиге.
20. Деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Модуль упругости второго рода.
21. Расчеты на прочность при сдвиге.
22. Крутящий момент. Правило знаков для крутящих моментов.
23. Вычисление крутящих моментов. Эпюра крутящих моментов.
24. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Относительный угол закручивания. Полярный момент инерции сечения. Жесткость стержня при кручении.
25. Касательные напряжения при кручении. Полярный момент сопротивления.
26. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.
27. Статически неопределимые стержни при кручении.
28. Внутренние силовые факторы при изгибе. Чистый изгиб, поперечный изгиб.
29. Вычисление поперечных сил и изгибающих моментов. Правила знаков для поперечных сил и изгибающих моментов. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом.
30. Деформации при чистом изгибе. Гипотеза плоских сечений, нейтральный слой. Напряжения при чистом изгибе. Нейтральная линия сечения. Статический момент сечения, осевой и центробежный моменты сечения. Прямой изгиб, косой изгиб.
31. Вычисление нормальных напряжений при чистом изгибе. Жесткость стержня при изгибе. Момент сопротивления сечения при изгибе. Основная формула расчета на прочность при изгибе.
32. Напряжения при поперечном изгибе. Формула Журавского.
33. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки и его интегрирование.
34. Метод начальных параметров определения перемещений при изгибе балки постоянного сечения.
35. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе.
36. Расчет статически неопределимых балок. Уравнения трех моментов.
37. Статические моменты и моменты инерции сечений.
38. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и при повороте осей.
39. Главные оси и главные моменты инерции.
40. Вычисление моментов инерции сложных сечений.
41. Косой изгиб. Чистый косой изгиб, поперечный косой изгиб.
42. Полный изгибающий момент и полные нормальные напряжения при косом изгибе. Эпюра полных нормальных напряжений.

43. Плоскость действия полного изгибающего момента и нейтральная ось при косом изгибе.
44. Опасные точки сечения и расчет на прочность при косом изгибе.
45. Внецентренное растяжение и сжатие стержня большой жесткости. Внутренние силовые факторы при внецентренном растяжении (сжатии).
46. Напряжения и нейтральная ось при внецентренном растяжении (сжатии). Опасные точки сечения.
47. Эпюра нормальных напряжений при внецентренном растяжении (сжатии).
48. Расчет на прочность. Ядро сечения при внецентренном растяжении (сжатии).
49. Изгиб с кручением стержня круглого сечения. Внутренние силовые факторы при изгибе с кручением.
50. Опасное сечение и опасные точки сечения при изгибе с кручением.
51. Напряжения при изгибе с кручением. Расчет на прочность с применением теорий прочности.
52. Общий случай действия сил на стержень круглого сечения.
53. Построение эпюр внутренних силовых факторов для пространственных брусьев с ломаной осью.
54. Устойчивость равновесия деформируемых систем. Потеря устойчивости. Критическая сила, критическая нагрузка, критические напряжения.
55. Продольный изгиб. Решение дифференциального уравнения упругой линии центрально-сжатого прямого стержня. Эйлера критическая сила.
56. Критическая сила при различных способах закрепления стержня, коэффициент приведения длины.
57. Критическое сжимающее напряжение. Гибкость стержня. Практические расчеты стержней на устойчивость.
58. Продольно-поперечный изгиб.
59. Переменные напряжения. Усталость материала.
60. Цикл напряжений, характеристики цикла. Предел выносливости.
61. Диаграмма предельных амплитуд напряжений, использование диаграммы. Диаграмма амплитуд для пластичных материалов.
62. Факторы, влияющие на предел выносливости.
63. Расчет на прочность при переменных напряжениях.
64. Статическое и динамическое нагружения. Расчеты на прочность элементов конструкций, движущихся с ускорением.
65. Ударная нагрузка. Динамический и статический прогибы, динамический коэффициент. Напряжения при ударе.
66. Основные расчетные случаи ударного действия нагрузки.
67. Механизм образования деформации.

68. Напряженное и деформированное состояние при растяжении (сжатии).
69. Напряженное состояние в точке в общем случае нагружения. Определение напряжений в произвольно ориентированной площадке. Главные оси и главные напряжения.
70. Плоское напряженное состояние. Исследование плоского напряженного состояния с помощью круга Мора.
71. Исследование пространственного напряженного состояния с помощью круга Мора.
72. Деформированное состояние в точке. Компоненты деформированного состояния. Главные оси деформированного состояния, главные деформации. Объемная деформация.
73. Обобщенный закон Гука. Потенциальная энергия деформации. Потенциальная энергия изменения объема, потенциальная энергия изменения формы.
74. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформации. Теорема Кастилиано.
75. Теорема о взаимности работ, теорема о взаимности перемещений.
76. Вычисление перемещений в стержневых системах. Интеграл Мора, правило Верещагина.
77. Лишние связи, замкнутый контур. Степень статической неопределимости стержневой системы.
78. Основная система. Канонические уравнения метода сил.
79. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил, проверка правильности их построения.
80. Разрушение путем отрыва, разрушение путем среза. Сопротивление материалов отрыву, сопротивление срезу.
81. Понятие о теориях прочности. Теория хрупкого разрушения, теория вязкого разрушения. Энергетическая теория прочности.
82. Расчетные напряжения по разным теориям прочности.
83. Оболочки. Осесимметричные оболочки. Безмоментная теория оболочек.

#### Критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал моно-графической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«хорошо»	оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«удовлетворительно»	оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«не удовлетворительно»	оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## 2.2 ТИПОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

Тема: «Основные положения, метод сечений, напряжения»

### Вариант 1.1

1. Прямой брус нагружается внешней силой  $F$ . После снятия нагрузки его форма и размеры полностью восстанавливаются. Какие деформации имели место в данном случае?

*Варианты ответов:*

1) незначительные, 2) пластические, 3) упругие, 4) остаточные.

2. Как называют способность конструкции сопротивляться упругим деформациям?

*Варианты ответов:*

1) пластичность, 2) упругость, 3) устойчивость, 4) выносливость.

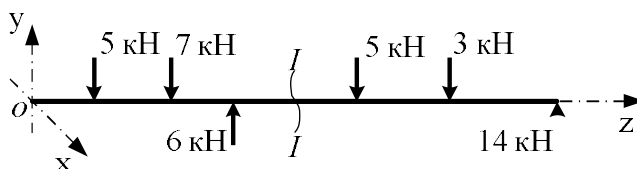
3. По какому из уравнений, пользуясь методом сечений, можно определить продольную силу в сечении?

*Варианты ответов:*

$$1) Q_x = \sum F_{kx}, 2) Q_y = \sum F_{ky}, 3) N = \sum F_{kz},$$

$$4) T = M_k = \sum M_z(F_k).$$

4. Пользуясь методом сечений определить величину поперечной силы в сечении  $I-I$ .

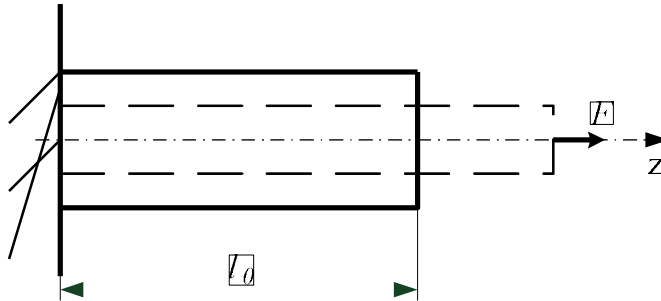


*Варианты ответов:*

1) 2 кН, 2) 4 кН, 3) -6 кН, 4) 7 кН.

### Вариант 1.2.

1. Прямой брус нагружен силой  $F$ . Какую деформацию получил брус, если после снятия нагрузки форма бруса восстановилась до исходного состояния?



Варианты ответов:

1) незначительную, 2) пластическую, 3) остаточную, 4) упругую.

2. В каком случае материал считается однородным?

А. Свойства материала не зависят от размеров.

Б. Материал заполняет весь объём.

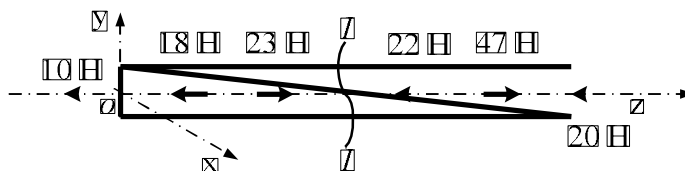
В. Физико – механические свойства материала одинаковы во всех точках.

Г. Температура материала одинакова во всём объёме.

Варианты ответов:

1) А, 2) Б, 3) В, 4) Г.

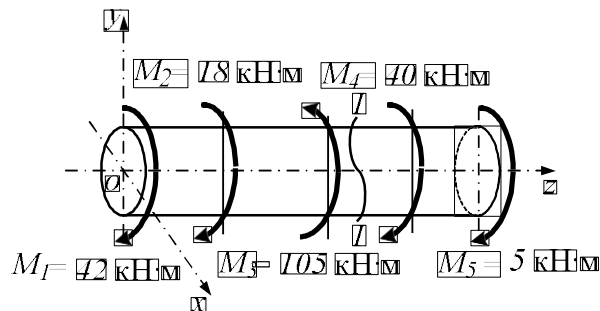
3. Установить вид нагружения в сечении  $I-I$



Варианты ответов:

1) брус сжат, 2) брус растянут, 3) брус закручен, 4) брус изогнут.

4. На брус действуют пары сил в плоскости  $uOx$ . Определить величину внутреннего силового фактора в сечении  $I-I$ .



Варианты ответов:

1) 40 кН·м, 2) 45 кН·м, 3) 105 кН·м, 4) 165 кН·м.

5. Какие внутренние силовые факторы вызывают возникновение нормальных напряжений в сечении бруса?  
 Варианты ответов: 1)  $N$ , 2)  $M_K = T$ , 3)  $Q_y$ , 4)  $Q_x$ .

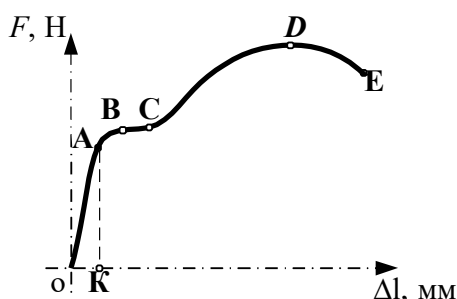
### Вариант 1.3

1. Как называется способность конструкции сопротивляться усилиям, стремящимся вывести её из исходного состояния равновесия?

Варианты ответов:

1) прочность, 2) жёсткость, 3) устойчивость, 4) выносливость.

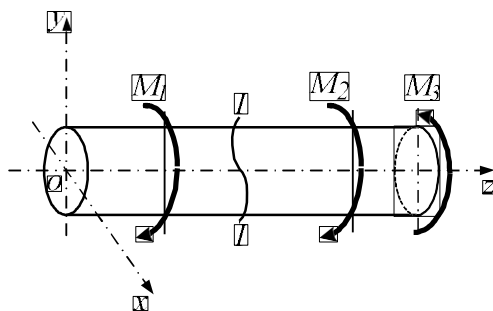
2. Представлена диаграмма растяжения материала. Указать участок пластических деформаций.



Варианты ответов:

1) OA, 2) BE, 3) CD, 4) DE.

3. Какое из уравнений равновесия нужно использовать для определения внутренних силовых факторов в сечении I-I методом сечений?

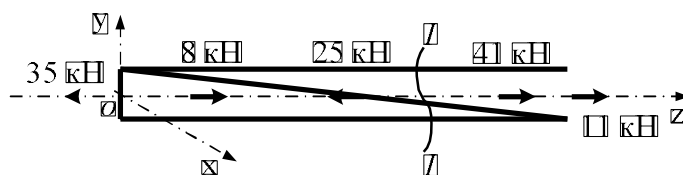


Варианты ответов:

1)  $N_z = \sum F_{kz}$ , 2)  $Q_y = \sum F_{ky}$ ,

3)  $M_y = \sum M_y(F_k)$ , 4)  $T = M_z = \sum M_z(F_k)$ .

4. Определить величину внутреннего силового фактора при указан ном нагружении бруса в сечении I-I



Варианты ответов:

- 1) 35 кН, 2) 45 кН, 3) 52 кН, 4) 11 кН.

5 Как обозначаются касательные механические напряжения?

Варианты ответов:

- 1)  $\tau$ , 2)  $p$ , 3)  $\sigma$ , 4)  $\sqrt{\tau^2 + \sigma^2}$

Коды правильных ответов:

Тема «Основные положения, метод сечений, напряжения»

Вопросы:	1	2	3	4	5
Вариант 1	3	2	3	3	1
Вариант 2	4	3	2	2	1
Вариант 3	3	2	4	3	1

Критерии оценивания

% верных решений (ответов)	Шкала оценивания
85-100%	«отлично»
70-84%	«хорошо»
51-69%	«удовлетворительно»
50% и менее	«не удовлетворительно»

### 3. ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ДОСТИЖЕНИЕ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач				
Этап (уровень)	Критерии оценивания			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

<b>Знать</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методов формулирования и решения инженерных задач	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методов формулирования и решения инженерных задач	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методов формулирования и решения инженерных задач	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методов формулирования и решения инженерных задач
<b>Уметь:</b>	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин, механизмов и элементов конструкций	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин, механизмов и элементов конструкций	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин, механизмов и элементов конструкций	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполнять расчеты на прочность и жесткость, расчеты деталей машин, механизмов и элементов конструкций
<b>Владеть:</b>	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет знаниями об основных группах и классов современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора	Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения знаниями об основных группах и классов современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора	Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет знаниями об основных группах и классов современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора	Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет знаниями об основных группах и классов современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора
<b>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>				
<b>Этап (уровень)</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>



<b>Знать</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: понятий, определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: понятий, определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: понятий, определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: понятия, определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям
<b>Уметь</b>	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий
<b>Владеть</b>	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования	Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования	Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования применения, принципы выбора	Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования принципы выбора
<b>ОПК 3. Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний</b>				
<b>Этап (уровень)</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>
<b>Знать</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: понятий,	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: понятий, определяющие	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: понятий,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: понятия, определяющие

	определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям	надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям	определяющие надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям	надежность и прочность конструкций в их сопротивлении внешним воздействиям
<b>Уметь</b>	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать методы и средства стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и изделий
<b>Владеть</b>	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования	Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования	Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования применения, принципы выбора	Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования принципы выбора

## 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Общие методические указания по изучению дисциплины

Методические указания по освоению дисциплины «Сопротивление материалов» предназначены для обучающихся на заочной форме обучения.

Цель методических рекомендаций - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы. Методические рекомендации по изучению дисциплины для студентов представляют собой комплекс рекомендаций и разъяснений, позволяющих студенту оптимальным образом организовать процесс изучения данной дисциплины.

Следует учитывать, что часть курса изучается студентом самостоятельно. Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- самостоятельная работа.

## **4.2. Методические рекомендации по изучению дисциплины в процессе аудиторных занятий.**

### **4.2.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям**

Работа на лекции – первый важный шаг к уяснению учебного материала, поэтому при изучении дисциплины следует обратить особое внимание на конспектирование лекционного материала. От умения эффективно воспринимать, а затем и усваивать подаваемый лектором материал во многом зависит успех обучения. Умение слушать и адекватно реагировать на получаемую информацию важно и при работе по организации того или иного процесса, при проведении различного рода семинаров, собраний, конференций и т.д.

Обучающимся необходимо:

- узнать тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора); перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- постараться уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции;
- записать возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Запись лекции – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Каждая учебная дисциплина как

наука использует свою терминологию, категориальный, графический материал которыми студент должен научиться пользоваться и применять по ходу записи лекции. Последующая работа над текстом лекции воскрешает в памяти ее содержание, позволяет развивать мышление.

Основная задача при слушании лекции – учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором. Большую помощь при этом может оказать конспект. Передача мыслей лектора своими словами помогает сосредоточить внимание, не дает перейти на механическое конспектирование. Механическая запись лекции приносит мало пользы. Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени. Некоторые обучающиеся полагают, что при наличии учебных пособий, учебников нет необходимости вести конспект. Такие обучающиеся нередко совершают ошибку, так как не используют конспект как средство, позволяющее активизировать свою работу на лекции или полнее и глубже усвоить ее содержание. Определенная часть обучающихся считает, что конспекты лекции могут заменить учебники, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции. Конспект ведется в тетради или на отдельных листах. Записи в тетради легче оформить, их удобно брать с собой на лекцию или практические занятия. Рекомендуется в тетради оставлять поля для дополнительных записей, замечаний и пунктов плана. Но конспектирование в тетради имеет и недостаток: в нем мало места для пополнения новыми материалами, выводами и обобщениями. В этом отношении более удобен конспект на отдельных листах (карточках). Из него нетрудно извлечь отдельную необходимую запись, конспект можно быстро пополнить листами, в которых содержатся новые выводы, обобщения, фактические данные.

При подготовке выступлений, докладов легко подобрать листки из различных конспектов и свести их вместе. В результате такой работы конспект может стать тематическим. Но вести конспект на отдельных листках или карточках более трудоемко, чем в тетради. Карточки легко рассыпать и перепутать, приходится обзаводиться ящичками для хранения карточек, возникает необходимость на каждом листке писать его порядковый номер. Но затрата труда и времени окупается преимуществами конспектирования на карточках перед конспектом в тетради. Рекомендуется делать такие карточки, которые

помещаются в обычный почтовый конверт. Карточки удобно тасовать, менять при необходимости их последовательность, раскладывать на столе для обзора. При конспектировании допускается сокращение слов, но необходимо соблюдать меру. Каждый студент обычно вырабатывает свои правила сокращения. Но если они не введены в систему, то лучше их не применять, т.к. случайные сокращения ведут к тому, что спустя некоторое время конспект становится непонятным. Следует знать, что не существует какого-либо единого, годного для всех метода конспектирования. Каждый ведет записи так, как ему представляется наиболее целесообразным и удобным. Собственный метод складывается по мере накопления опыта, но во всех случаях надо стремиться к тому, чтобы конспективные записи были краткими и наилучшим образом содействовали глубокому усвоению изучаемого материала.

#### **4.2.2. Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям**

Семинарские и практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Обучающимся следует при подготовке к практическим занятиям:

- ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;
- внимательно прочитать материал лекций, относящихся к данному семинарскому занятию, ознакомиться с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- выписать основные термины;
- ответить на контрольные вопросы по семинарским занятиям, готовиться дать развернутый ответ на каждый из вопросов;
- уяснить, какие учебные элементы остались для вас неясными и постараться получить на них ответ заранее (до семинарского занятия) во время текущих консультаций преподавателя;
- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;
- рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована вами в качестве ориентира в организации обучения.

Подготовка к практическому занятию включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой основной и дополнительной

литературы; групповые и индивидуальные консультации; самостоятельное решение ситуационных задач, изучение нормативно-правовых документов.

Работу с литературой рекомендуется делать в следующей последовательности: беглый просмотр (для выбора глав, статей, которые необходимы по изучаемой теме); беглый просмотр содержания и выбор конкретных страниц, отрезков текста с пометкой их расположения по перечню литературы, номеру страницы и номеру абзаца; конспектирование прочитанного.

Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Рекомендуется регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам. Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару обучающиеся имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем обучающиеся вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы. Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает в конце семинара, выставляя в рабочий журнал текущие оценки. Обучающийся имеет право ознакомиться с ними. Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Обучающиеся, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

### **4.3. Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных заданий**

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению. Студентам следует: - руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным рабочей программой дисциплины; - выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы; - использовать при подготовке нормативные документы университета.

#### **4.3.1. Методические рекомендации по работе с литературой.**

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, написание реферата, курсовой работы, доклада и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы. К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература, которая указана в соответствующем разделе рабочей программы.

Основная литература - это учебники и учебные пособия.

Дополнительная литература - это монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, интернет ресурсы. Рекомендации студенту: - выбранную монографию или статью целесообразно внимательно просмотреть. В книгах следует ознакомиться с оглавлением и научно-справочным аппаратом, прочитать аннотацию и предисловие. Целесообразно ее пролистать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения. Такое поверхностное ознакомление позволит узнать, какие главы следует читать внимательно, а какие прочитать быстро; - в книге или журнале, принадлежащие самому студенту, ключевые позиции можно выделять маркером или делать пометки на полях. При работе с Интернет -источником целесообразно также выделять важную информацию; - если книга или журнал не являются собственностью студента, то целесообразно записывать номера страниц, которые привлекли внимание. Позже следует возвратиться к ним, перечитать или переписать нужную информацию. Физическое действие по записыванию помогает прочно заложить данную информацию в «банк памяти».

Выделяются следующие виды записей при работе с литературой:

Конспект - краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата - точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника.

Тезисы - концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация - очень краткое изложение содержания прочитанной работы.

Резюме - наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки ясного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

#### **4.4. Методические указания по выполнению контрольной работы**

Цель данных методических указаний состоит в оказании помощи студентам заочной формы обучения при подготовке и сдаче контрольной работы по дисциплине "Теоретическая механика".

К задачам, решаемым с помощью данных методических указаний можно отнести:

- сформировать у студентов системный подход при решении контрольных заданий;
- показать, как правильно определить структуру и качественно выполнить задания контрольной работы с учетом требований нормативных документов и требований;
- сформировать основные требования к оформлению контрольной работы и т.д.

##### **4.4.1. Структура, содержание и оформление контрольной работы .**

Вариант задания для выполнения контрольной работы выбирается согласно двум последним цифрам зачетной книжки и таблицы вариантов.

Контрольная работа предоставляется для проверки в электронном или печатном (рукописном) виде.

##### **Контрольная работа в электронном виде состоит из файла Word.**

Контрольная работа должна содержать (в файле **Word**):

- титульный лист, оформленный согласно требованиям;
- содержание;
- теоретическая часть в виде ответов на вопросы всего курса по вариантам;
- практическая часть по вариантам (решение задач по темам курса);
- выводы;
- список используемой литературы (источников)



Текст работы набирается в файле **Word** на одной стороне стандартного листа формата А4 (210 × 297 мм).

Страницы должны иметь поля: левое – 30 мм, остальные по – 20 мм. При наборе текста использовать следующие установки:

- шрифт – Times New Roman;
- кегль шрифта – 14;
- междустрочный интервал – полуторный,
- выравнивание текста - по ширине строки;
- абзац – отступ первой строки абзаца (1,25 см)
- интервал между абзацами (до и после) – 0 пт.

Нумерация страниц проставляется внизу справа, на титульном листе нумерация не проставляется, но учитывается как первая страница работы.

Контрольная работа должна быть представлена точно в установленные графиком сроки, соответствовать заданному варианту и быть оформлена в соответствии с указанными выше требованиями.

Текст ответа на первое задание может быть поделен на разделы, подразделы, пункты. В этом случае заголовки разделов следует писать симметрично тексту прописными буквами, заголовки подразделов – с абзаца (т.

е. с отступом 1,25 см) строчными буквами (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Подчеркивание заголовка не допускается.

Расстояние между заголовками и текстом должно быть равно 6 пт., а между основными заголовками (введение, главы и т.д.) и текстом 12 пт.

Каждый раздел начинают с новой страницы.

В начале работы помещается титульный лист. Затем следует содержание работы. Заголовки в содержании и тексте должны совпадать. Далее последовательно размещаются основные разделы работы, список использованных источников и приложения.

Титульный лист работы должен содержать название образовательного учреждения, подразделения, в котором выполнена работа, название темы, фамилию, имя, отчество автора, фамилию, инициалы и ученую степень (звание) научного руководителя, год выполнения (см. приложение 1).

Оглавление представляет собой составленный в последовательном порядке список всех заголовков разделов работы с указанием страниц, на которых соответствующий раздел начинается.

Все страницы работ нумеруются. На титульном листе номер не ставится, на последующих страницах номер проставляется вверху по центру без точек арабскими цифрами. Положение верхнего колонтитула относительно верхнего края должно быть 1,25 см. Номера присваиваются всем страницам, начиная с содержания.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой.

Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела должна быть точка, например: «1.3.» – третий подраздел первого раздела.

Иллюстрации (таблицы, схемы, графики, диаграммы, фотографии), которые расположены на отдельных страницах работы, включаются в общую нумерацию. Все они (кроме таблиц) обозначаются словом «Рисунок» и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела, за исключением иллюстраций, приведённых в приложении. Слово «Рисунок» и название рисунка должны иметь размер 12 пт и расстояние до текста и самого рисунка 6 пт. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделённых точкой. Например, «Рисунок 2.3.» – третий рисунок второго раздела. Если в работе приведена одна иллюстрация, то её не нумеруют.

Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами (за исключением таблиц, приведённых в приложении) в пределах раздела.

В правом верхнем углу таблицы помещают надпись «Таблица» с указанием номера. Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделённых точкой, например: «Таблица 1.1» – первая таблица первого раздела. Если в работе одна таблица, то её не нумеруют. При переносе части таблицы на другую страницу слово "Таблица" и её номер указывают один раз справа над первой частью таблицы; над другими частями пишут «Продолжение табл. 1.1» или «Окончание табл. 1.1». Формулы в работе (если их более одной) нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделённых точкой.

Номер указывают в правой стороне листа на уровне формулы в круглых скобках, например: «(2.2)» – вторая формула второго раздела.

Таблицы со всех сторон ограничиваются линиями. Графу «№ п.п.» в таблицу включать не следует. Таблицу размещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Примечания. Если примечаний несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие.

Если примечание одно, то его не нумеруют и после слова «Примечание» ставят точку.

Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагаются после первой ссылки на них. Иллюстрации должны иметь название. При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими данными (подрисовочный текст).

Ссылки. На все цитаты и материалы из первоисточников необходимо оформлять ссылки.

Ссылка проставляется в квадратных скобках в конце цитаты с указанием порядкового номера источника из библиографического списка. Например: [5] или [3, с.15].

**Список использованных источников.** Список использованных источников должен содержать перечень литературы и электронных источников, использованных при написании работы. Сначала в хронологической последовательности указываются нормативно-правовые акты. Далее источники располагаются в алфавитном порядке по первой букве первого слова в названии. Все источники нумеруются. Для каждого источника указываются: фамилия и инициалы авторов; полное название книги; название журнала или сборника статей; название города (все названия городов указываются полностью, сокращению подлежат только Москва и Санкт-Петербург (Ленинград), сокращенно соответственно, М. Или СПб (Л)); название издательства (для книг); год издания; номер журнала (для статей из периодической печати).

#### 4.4.2 Таблица вариантов контрольной работы

		Последняя цифра номера зачетной книжки (шифра)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра номера зачетной книжки (шифра)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2	21	22	23	24	25	1	2	3	4	5
	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	4	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	6	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	7	21	22	23	24	25	1	2	3	4	5
	8	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	9	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

## ВАРИАНТ 1

### Задача 1

Жесткий стержень  $OB$  шарнирно закреплен в точке  $O$ , а в точке  $B$  поддерживается стержнем  $BD$  (рис. 1). Используя метод сечений, определите внутренние силовые факторы в стержне  $BD$ , который вследствие шарнирного соединения в узлах  $B, D$  испытывает деформацию растяжения.

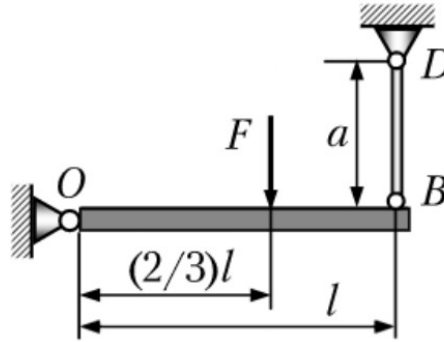


Рис. 1

### Задача 2

Определите усилие резания  $F$  при чистовой обработке на токарном станке длинного вала диаметром  $d = 30$  мм (рис. 2). Примите допускаемый относительный угол закручивания  $[\theta] \leq 1/30$  град/м, модуль сдвига материала  $G = 0,8 \cdot 10^5$  МПа.

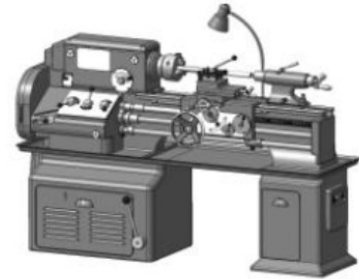
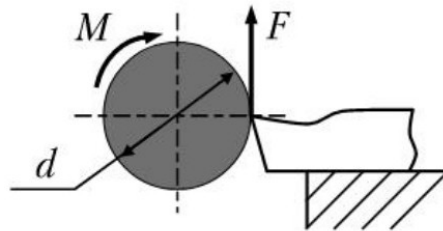


Рис. 2

### Задача 3

Сферический сосуд находится под действием внутреннего давления  $p$ . Радиус сосуда равен  $R = 0,2$  м, толщина стенки  $h = 4$  мм, предел прочности материала  $\sigma = 1000$  МПа. Вычислите разрушающее давление для сосуда, используя критерий Мора.

## ВАРИАНТ 2

### Задача 1

На двухопорную балку между точками  $B$  и  $C$  действуют сосредоточенная сила  $F = 2$  кН и сосредоточенный момент  $M = 12$  кН·м (рис. 1). Балка испытывает деформацию изгиба. Определите внутренние силовые факторы – перерезывающие силы  $Q_y$  и изгибающие моменты  $M_2$  в сечениях  $K$  и  $E$  балки.

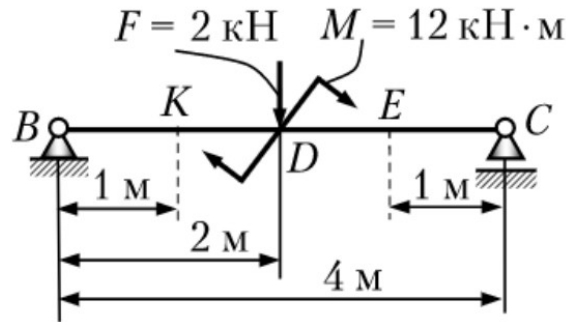


Рис. 1

### Задача 2

Круглый вал закручивается моментом  $M_k = 31,4$  Н·м. Длина вала  $l = 62,8$  см. Угол закручивания не должен превышать угла закручивания  $\varphi = 0,9^\circ$ . Модуль сдвига материала  $G = 8 \cdot 10^{10}$  Па. Определите диаметр вала из условия жесткости.

### Задача 3

Каким соотношением будет определяться величина допускаемой нагрузки  $F$  для заданной сжатой стойки квадратного поперечного сечения ( $\lambda > \lambda_{пред}$ ) при  $[n]_y = 4,0$  (рис. 2).

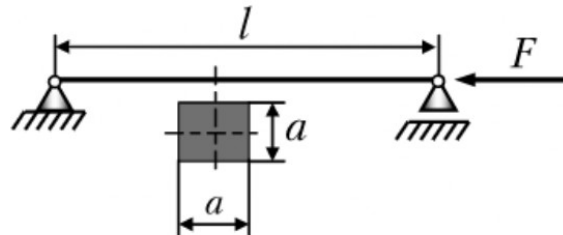


Рис. 2

### ВАРИАНТ 3

#### Задача 1

Для напряженного состояния (рис. 1) определите главные напряжения (напряжения в МПа).

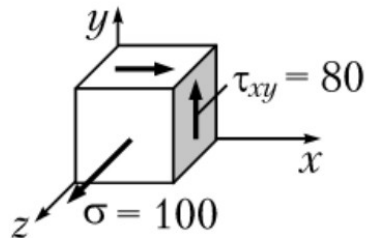


Рис. 1

#### Задача 2

Круглый вал закручивается моментом  $M_k = 10 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Допускаемое касательное напряжение равно  $[\tau] = 50 \text{ МПа}$ . Полярный момент сопротивления поперечного сечения вычисляется по формуле  $W_p = 0,2d^3$ . Определите диаметр круглого вала из условия прочности.

#### Задача 3

Для заданного стержня (рис. 2) найдите величину критической нагрузки  $F_{кр}$  при условии, что  $\lambda > \lambda_{пр}$  (принять  $a = 0,25l$ ).

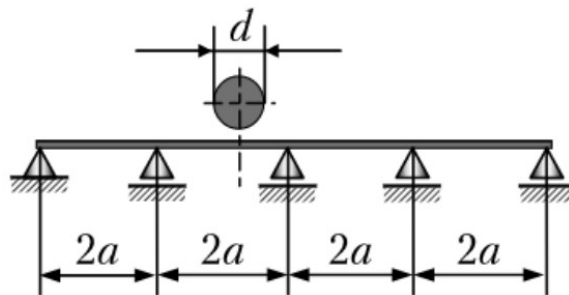


Рис. 2

## ВАРИАНТ 4

### Задача 1

Из приведенных на рис. 1 малых элементов укажите напряженное состояние точки  $B$ .

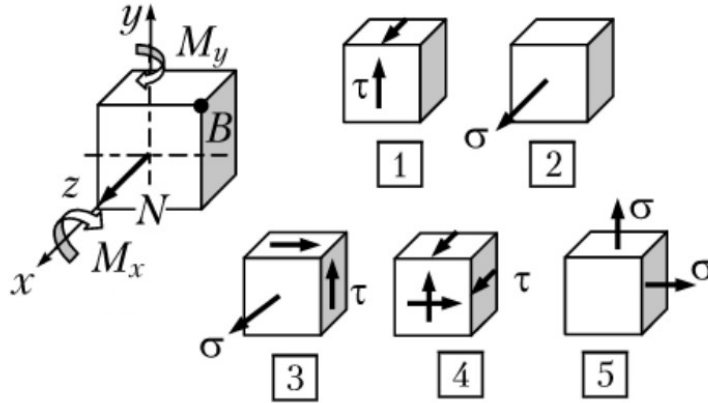


Рис. 1

### Задача 2

Сплошной круглый вал передает мощность  $640\pi$  Вт при угловой скорости вала  $\omega = 90$  рад/с. Полярный момент инерции круга вычисляется по формуле  $I_p = 0,1d^4$ . Модуль сдвига материала  $G = 8 \cdot 10^{10}$  Па. Если допускаемый относительный угол закручивания равен  $\theta = 1$  град/м, то чему равно вычисленное из условия жесткости минимальное значение диаметра  $d$  вала?

### Задача 3

Стержень круглого поперечного сечения закреплен так, как показано на рис. 2,  $l = 2$  м,  $d = 4$  см. Вычислите гибкость стержня  $\lambda$  (по формуле  $\lambda = \mu l / i_{min}$ ).

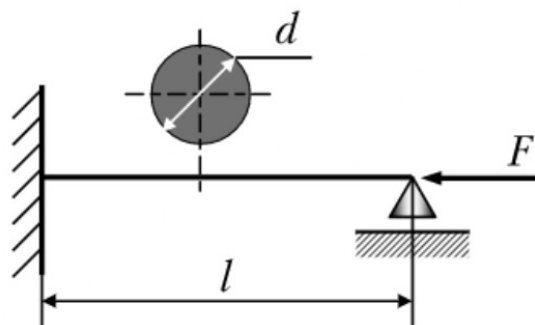


Рис. 2

## ВАРИАНТ 5

### Задача 1

Стержень нагружен двумя сосредоточенными силами  $F_1$  и  $F_2$  (рис. 1). В предположении малых перемещений его точек на основе принципа независимости действия сил запишите выражение для перемещения  $\delta_B$  свободного торца стержня.

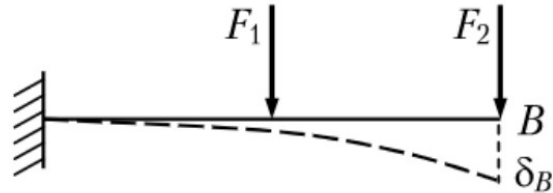


Рис. 1

### Задача 2

Стальной валик диаметром  $d = 60$  мм и длиной  $l = 180$  мм подвергается обточке резцом (рис. 2). Если усилие резания  $F = 4800$  Н,  $I_p = 0,1d^4$ , модуль сдвига  $G = 0,8 \cdot 10^5$  МПа, то чему равен угол закручивания валика в месте закрепления его в патроне?

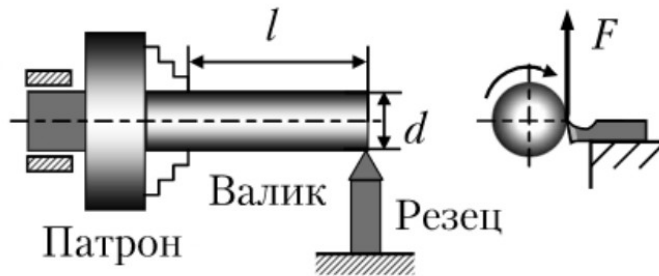


Рис. 2

### Задача 3

Сферический тонкостенный сосуд радиусом  $R = 1,5$  м находится под действием внутреннего давления  $p = 6$  МПа. Допускаемое напряжение  $[\sigma] = 100$  МПа. Определите требуемую толщину стенки сосуда (при расчете используйте критерий максимальных касательных напряжений).



## ВАРИАНТ 6

### Задача 1

Используя принцип Сен-Венана, предложите расчетную схему для средней части стержня, закрепленного в захватах испытательной машины (рис. 1). Стержень растягивается сосредоточенными силами  $F$ , приложенными к захватам машины.



Рис. 1

### Задача 2

Определите диаметр валика поводково-рычажного механизма токарного станка для переключения скорости (рис. 2), если сила, которая прикладывается к рукоятке валика  $F = 100$  Н, длина рукоятки  $l = 250$  мм. При расчете примите  $[\tau] = 50$  МПа.

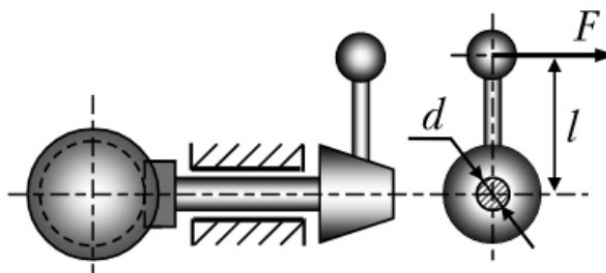


Рис. 2

### Задача 3

Как изменится критическая сила сжатого стержня  $F_{кр}$  при  $\lambda > \lambda_{пр}$ , если его длину уменьшить в два раза?

## ВАРИАНТ 7

### Задача 1

Определите величину коэффициента Пуассона, если продольная деформация равна  $20,1 \cdot 10^{-5}$ , а поперечная деформация  $-5,6 \cdot 10^{-5}$ .

### Задача 2

Определите осевой момент инерции относительно оси  $z$  сварной балки, составленной из трех двутавров (рис. 1).

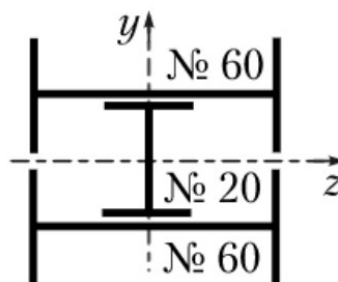


Рис. 1

### Задача 3

Определите действительный коэффициент запаса устойчивости сжатой стальной стойки (рис. 2, материал – сталь Ст3), если  $F = 450$  кН, длина стойки  $l = 4$  м (при расчете принять  $\lambda_{\text{пред}} = 100$ ,  $\pi^2 = 10$ ).

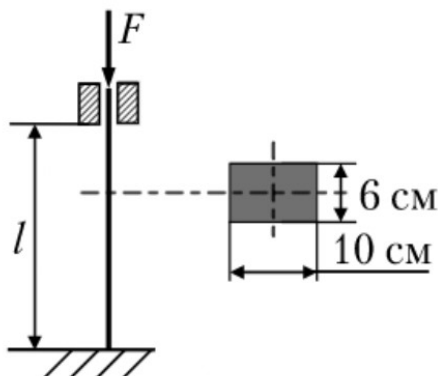


Рис. 2

## ВАРИАНТ 8

### Задача 1

При испытании на растяжение образца диаметром  $d = 10$  мм получены следующие значения нагрузки для характерных точек диаграммы растяжения:  $F_{\text{пц}} = 15,7$  кН,  $F_{\text{T}} = 18,8$  кН,  $F_{\text{B}} = 28,3$  кН. Вычислите значения предела пропорциональности  $\sigma_{\text{пц}}$ , предела текучести  $\sigma_{\text{T}}$ , предела прочности  $\sigma_{\text{B}}$ .

### Задача 2

Определите для заданного сечения (рис. 1) осевой момент инерции  $I_z$ .

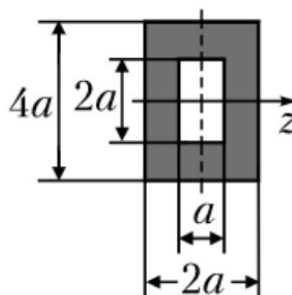


Рис. 1

### Задача 3

Для стержня малой кривизны определите угловое перемещение и сечение, в котором приложена сила  $F$  (рис. 2). Жесткость сечения стержня  $EI = \text{const}$ .

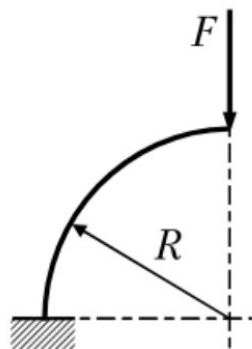


Рис. 2

## ВАРИАНТ 9

### Задача 1

Определите наиболее опасное напряженное состояние для малых элементов, показанных на рис. 1. Для сравнения используйте критерий максимальных касательных напряжений (напряжения заданы в МПа).

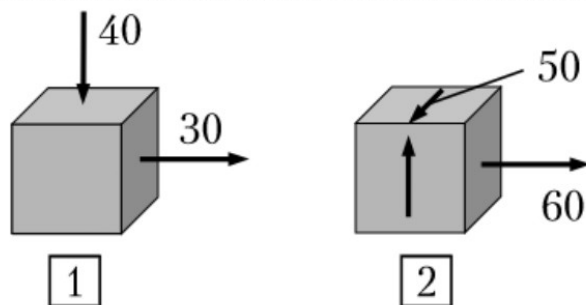


Рис. 1

### Задача 2

Если осевой момент инерции балки квадратного поперечного сечения равен  $108 \text{ см}^4$ , то чему равна величина стороны квадрата?

### Задача 3

Определите вертикальное перемещение точки  $B$  (рис. 2), используя интеграл Максвелла – Мора либо способ Верещагина. Жесткость сечения балки  $EI = \text{const}$ .

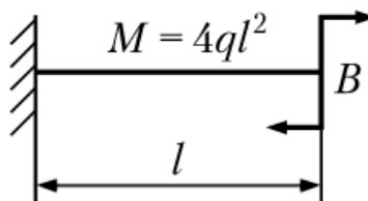


Рис. 2

## ВАРИАНТ 10

### Задача 1

Для малого элемента (рис. 1) определите рабочий коэффициент запаса прочности, если  $\sigma_T = 320$  МПа. Расчет произведите с помощью критерия максимальных касательных напряжений (напряжения заданы в МПа).

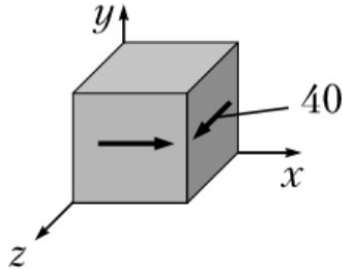


Рис. 1

### Задача 2

Определите положение центра тяжести таврового сечения, имеющего вертикальную ось симметрии (рис. 2).

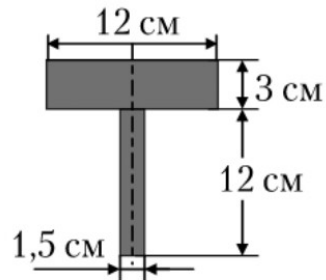


Рис. 2

### Задача 3

Определите наибольшие нормальные напряжения, возникающие в заданной раме (рис. 3), если сечение рамы – квадрат со стороной  $a = (1/10)l$ .

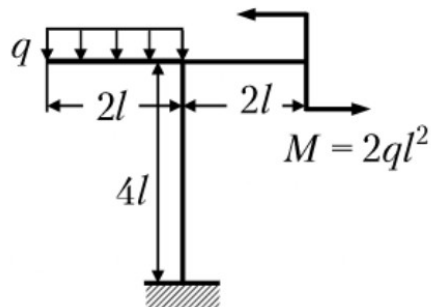


Рис. 3

## ВАРИАНТ 11

### Задача 1

Определите, какой из элементов, приведенных на рис. 1, имеет наименьший коэффициент запаса прочности, если  $\sigma_T = 320$  МПа. Используйте критерий максимальных касательных напряжений для вычисления  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$  (напряжения заданы в МПа).

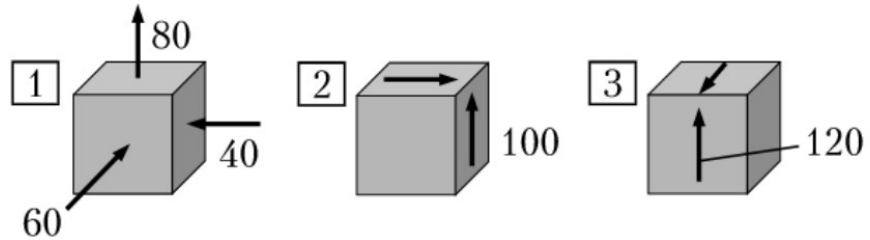


Рис. 1

### Задача 2

Для заданных балок (рис. 2) постройте эпюры перерезывающих сил  $Q_y$  и изгибающих моментов  $M_z$ . Проверьте правильность построения эпюр.

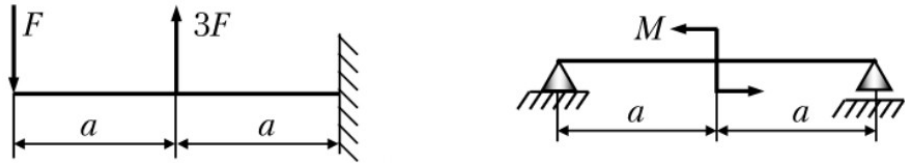


Рис. 2

### Задача 3

Найдите величину изгибающего момента в сечении 1 заданной плоской рамы (рис. 3).

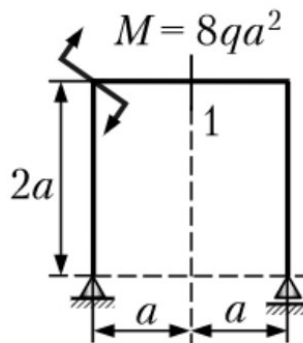


Рис. 3

## ВАРИАНТ 12

### Задача 1

Для заданного малого элемента (рис. 1) определите эквивалентное напряжение по критерию максимальных касательных напряжений (напряжения заданы в МПа).

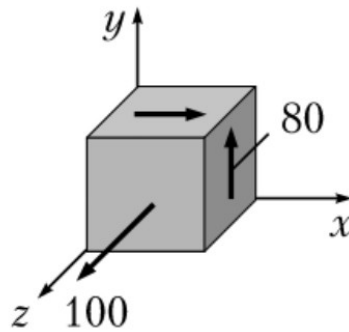


Рис. 1

### Задача 2

Подберите номер двутавра для балки (рис. 2), если допускаемое напряжение  $[\sigma] = 100$  МПа,  $g = 20$  кН/м,  $F = 20$  кН.

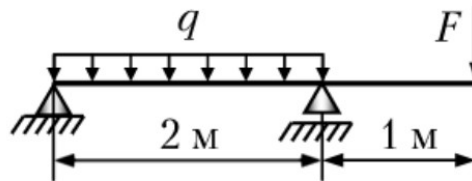


Рис. 2

### Задача 3

Для заданной рамы с размерами поперечного сечения  $b \cdot h = 6 \cdot 12$  см (рис. 3) определите максимальное нормальное напряжение, если  $F = 3,6$  кН,  $g = 3,6$  кН/м,  $a = 1$  м.

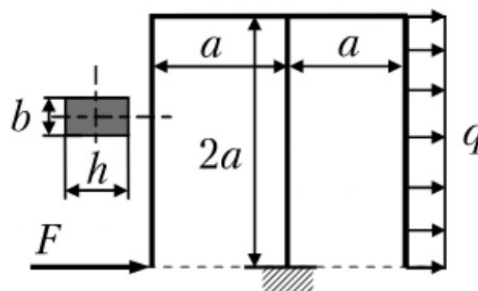


Рис. 3

### ВАРИАНТ 13

#### Задача 1

Постройте эпюру нормальных сил по длине стержня постоянного поперечного сечения для заданной нагрузки (рис. 1).

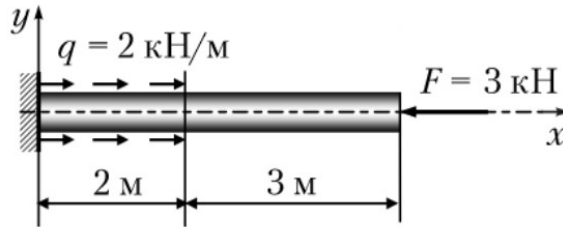


Рис. 1

#### Задача 2

Балка прямоугольного поперечного сечения с размерами  $b \cdot h = 40 \cdot 60 \text{ мм}$  на двух шарнирных опорах нагружена посередине силой  $F = 1200 \text{ Н}$  (рис. 2). Предел текучести материала балки  $\sigma_T = 250 \text{ МПа}$ . Определите коэффициент запаса прочности, который имеет заданная конструкция.

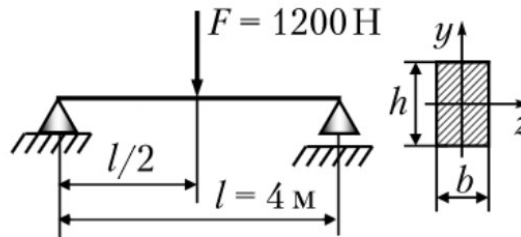


Рис. 2

#### Задача 3

Определите угловое перемещение сечения  $B$  заданной плоской рамы (рис. 3). Жесткость сечения всех элементов рамы  $EI = \text{const}$ .

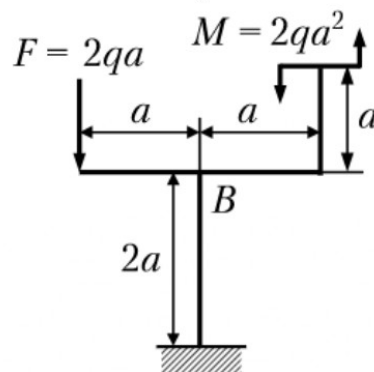


Рис. 3



## ВАРИАНТ 14

### Задача 1

Медный стержень закреплен левым торцом и нагружен силой  $F$  (рис. 1). Между правым торцом и жесткой опорной поверхностью имеется зазор  $\Delta = 1$  мм. Пусть  $l = 0.5$  м, модуль Юнга  $E = 1 \cdot 10^5$  МПа. Чему будет равно значение напряжения в поперечных сечениях левой части стержня (длиной  $2l$ ) в момент касания правым торцом опорной поверхности?

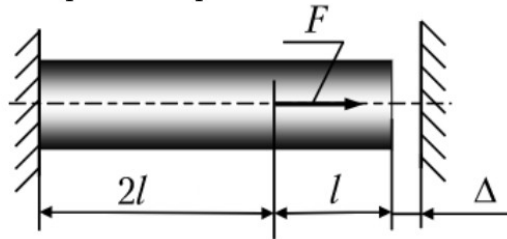


Рис. 1

### Задача 2

Балка на двух шарнирных опорах нагружена посередине силой  $F = 1,92$  кН (рис. 2). Длина балки  $l = 1$  м. Сечение имеет размеры  $h = 1,5b$ . Допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160$  МПа. Из условия прочности по нормальным напряжениям определите, чему равны размеры прямоугольного поперечного сечения.

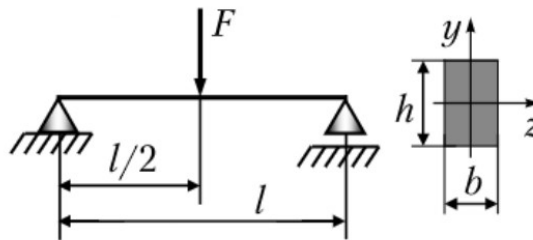


Рис. 2

### Задача 3

Вычислите горизонтальное перемещение сечения  $B$  заданной рамы (рис. 3). Жесткость сечения всех элементов рамы  $EI = const$ .

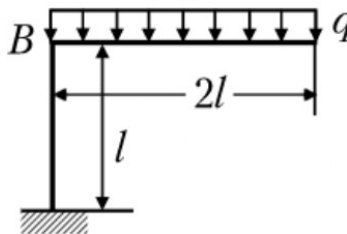


Рис. 3

## ВАРИАНТ 15

### Задача 1

Определите на основе принципа независимости действия сил, чему равно перемещение свободного торца стержня (рис. 1).

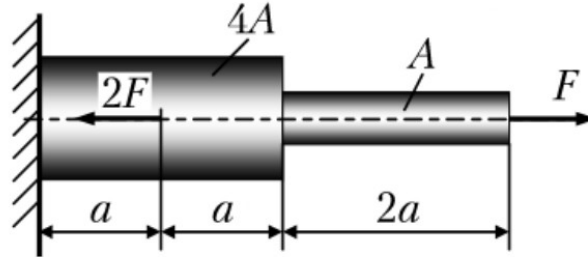


Рис. 1

### Задача 2

Балка двутаврового сечения пролетом  $l = 4$  м нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью  $g = 25$  кН/м (рис. 2). Если нормальное допускаемое напряжение  $[\sigma] = 160$  МПа, то какой двутавр следует выбрать для сечения балки?

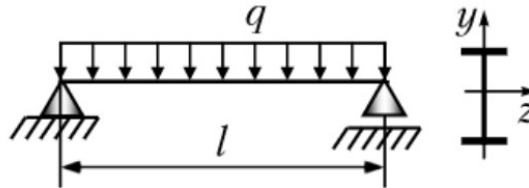


Рис. 2

### Задача 3

Найдите величину опорной реакции  $R_B$  балки постоянного поперечного сечения (рис. 3), если  $EI = const$ .

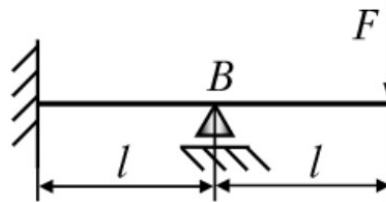


Рис. 3

## ВАРИАНТ 16

### Задача 1

Ступенчатый стержень нагружен силами  $F$  и  $3F$ , действующими вдоль оси стержня (рис. 1). Левый конец стержня закреплен. Площадь поперечного сечения правого участка стержня равна  $A$ , а левого –  $2A$ . Определите, чему равно удлинение стержня  $\Delta l$ , если модуль продольной упругости одинаков и равен  $E$ .

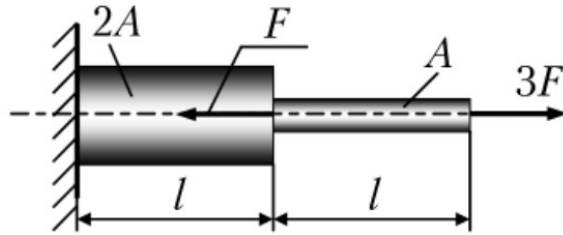


Рис. 1

### Задача 2

Балка-консоль нагружена силой  $F$ . Поперечное сечение балки – круг диаметром  $d = 20$  мм, длина балки  $l = 0,5$  м (рис. 2). Предел текучести материала балки равен  $\sigma_T = 240$  МПа, коэффициент запаса прочности  $n = 1,5$ . Определите значение силы  $F$  из условия прочности по нормальным напряжениям.

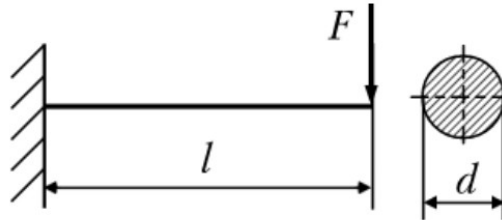


Рис. 2

### Задача 3

По известным грузовой и единичной эпюрам (рис. 3) найдите коэффициент  $\Delta_{1F}$ . Жесткость сечения всех элементов рамы –  $EI$ .

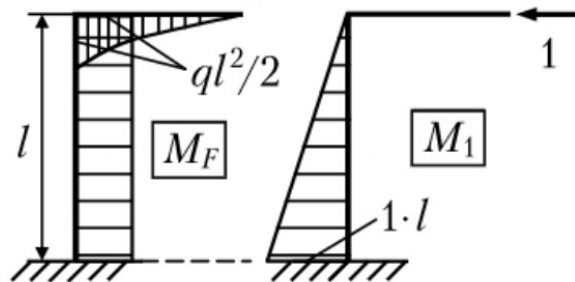


Рис. 3

## ВАРИАНТ 17

### Задача 1

В стержневой системе все соединения шарнирные (рис. 1). Площади поперечных сечений стержней равны  $A_1 = A_2 = 1,41 \text{ см}^2$ ,  $\alpha = 45^\circ$ . Допускаемое напряжение для стержня  $BC$  равно  $[\sigma]_1 = 160 \text{ МПа}$ , для стержня  $CD$   $[\sigma]_2 = 100 \text{ МПа}$ . Найдите из условий прочности стержней допускаемое значение силы  $F$ .

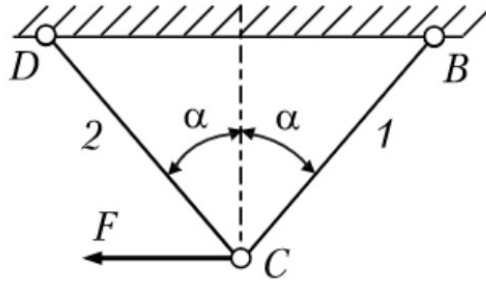


Рис. 1

### Задача 2

Во сколько раз увеличится прогиб свободного торца балки, если длину балки (рис. 2) увеличить в три раза?

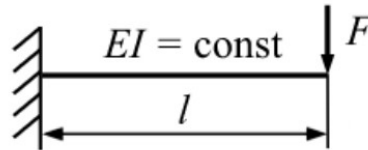


Рис. 2

### Задача 3

Найдите величину опорной реакции  $R_B$  плоской рамы (рис. 3). Жесткость всех элементов  $EI = const$ .

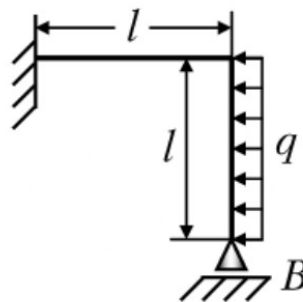


Рис. 3

## ВАРИАНТ 18

### Задача 1

Сталь марки СТ3 имеет предел прочности  $\sigma_b = 450$  МПа. Детали, выполненные из этой марки стали, должны работать с запасом прочности  $n = 3$ . Чему равно наибольшее напряжение растяжения, которое можно допустить при этом условии?

### Задача 2

Определите вертикальное перемещение точки  $B$  (рис. 1). Жесткость сечения балки  $EI_z = const$ .

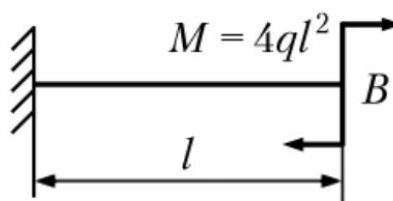


Рис. 1

### Задача 3

Определите наибольший прогиб балки (рис. 2), используя способ Верещагина. Жесткость сечения балки  $EI = const$ .

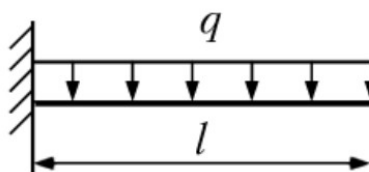


Рис. 2

## ВАРИАНТ 19

### Задача 1

Если допускаемое напряжение для стали  $[\sigma] = 120$  МПа, то какую нагрузку можно приложить к стальному стержню сечением  $A = 2.5$  см<sup>2</sup>?

### Задача 2

Для заданной балки (рис. 1) выявите правильную эпюру прогиба. Жесткость сечения балки  $EI = const$ .

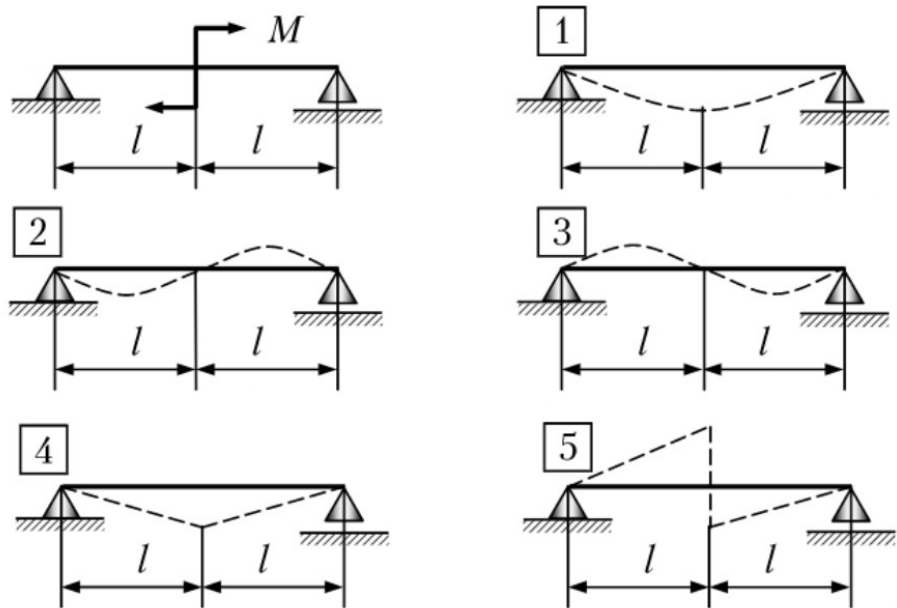


Рис. 1

### Задача 3

Постройте эпюру изгибающего момента  $M_z$  для заданной рамы с криволинейным и прямолинейным участками (рис. 2).

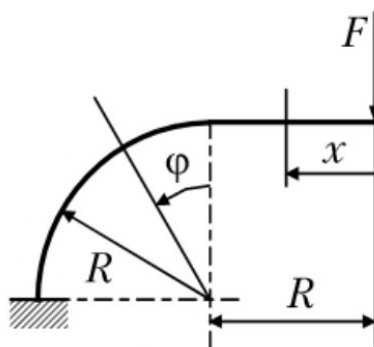


Рис. 2

## ВАРИАНТ 20

### Задача 1

Если  $[\sigma] = 160$  МПа,  $F = 40$  кН, то чему равна требуемая площадь сечения стержня  $BC$  из условия прочности (рис. 1)?

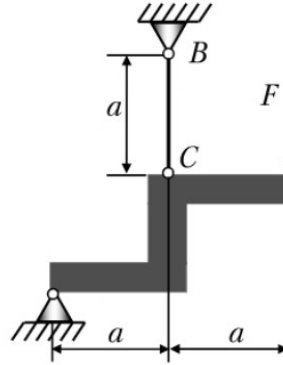


Рис. 1

### Задача 2

Стержень прямоугольного поперечного сечения нагружен на свободном конце двумя силами  $F$ : одна параллельна  $Oy$ , другая –  $Oz$ . Другой конец стержня жестко закреплен (рис. 2). Как изменится напряжение в точке  $B$ , если силу  $F$ , параллельную оси  $Oz$  убрать?

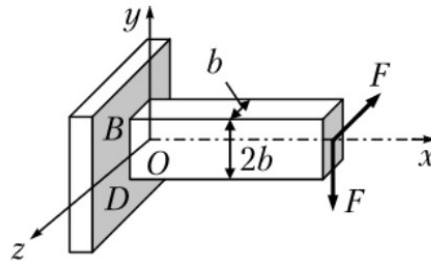


Рис. 2

### Задача 3

В клапанной пружине двигателя возникают переменные напряжения, изменяющиеся по симметричному циклу (рис. 3). Определите коэффициент запаса прочности при переменных напряжениях, если  $\tau_{max} = 50$  МПа,  $\tau_{-1p} = 500$  МПа,  $K_\sigma = 2,0$ ,  $K_{d\sigma} = 1,0$ ,  $K_{F\sigma} = 1,0$ .

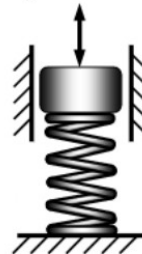


Рис. 3

## ВАРИАНТ 21

### Задача 1

Определите, какой из двух растягиваемых стержней испытывает большее напряжение, если диаметр первого стержня равен  $d_1 = 2$  мм, а груз, подвешенный на стержне,  $F_1 = 100$  Н, диаметр второго стержня равен  $d_2 = 4$  мм и  $F_2 = 400$  Н.

### Задача 2

Определите наибольшее растягивающее напряжение, возникшее в точке  $B$  заданного стержня (рис. 1).

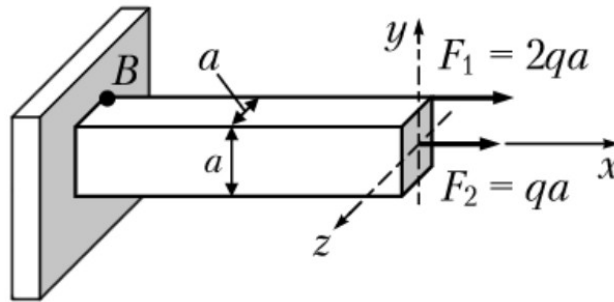


Рис. 1

### Задача 3

Для рамы (рис. 2) постройте эпюры внутренних силовых факторов.

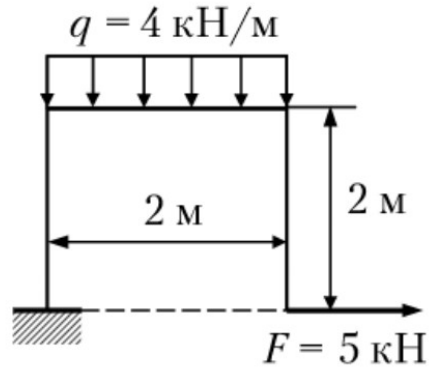


Рис. 2



## ВАРИАНТ 22

### Задача 1

Составная конструкция, медная втулка и внутри втулки стальной стержень, нагружена сжимающей силой  $F$ , передающейся через абсолютно жесткую плиту  $BC$  (рис. 1). Дано: площади поперечных сечений  $A_{\text{стерж}} = (1/4)A_{\text{втул}}$ ,  $E_{\text{стерж}} = 2 \cdot 10^5$  МПа,  $E_{\text{втул}} = 1 \cdot 10^5$  МПа. Определите усилия в стальном стержне и медной втулке.

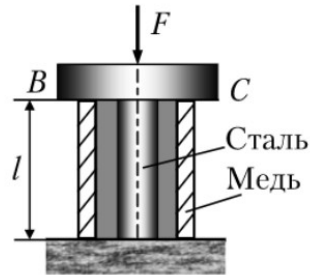


Рис. 1

### Задача 2

Чугунный стержень квадратного поперечного сечения со стороной  $a = 10$  мм подвергается изгибу с растяжением силами  $F$  (рис. 2). Предел прочности при растяжении  $\sigma_B = 190$  МПа. При каком значении сил  $F$  максимальное нормальное напряжение равно пределу прочности?

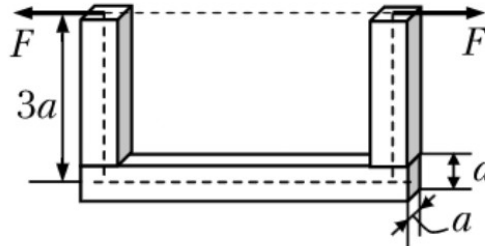


Рис. 2

### Задача 3

Сила  $F = 27$  кН мгновенно, но без удара (высота  $h = 0$ ) приложена в узле  $C$  кронштейна (рис. 3). Известно:  $A_1 = 4 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>,  $A_2 = 100 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>,  $\sigma_{B(1)} = 400$  МПа,  $\sigma_{B(2)} = 30$  МПа. Определите коэффициент запаса прочности конструкции.

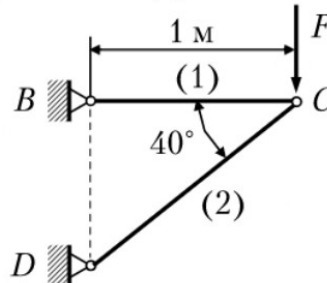


Рис. 3

## ВАРИАНТ 23

### Задача 1

Стальной стержень ( $E = 2 \cdot 10^5$  МПа) постоянного поперечного сечения необходимо разместить между двумя жесткими стенками (рис. 1). Расстояние между стенками  $l = 1$  м. Так как стержень изготовлен на 2 мм длиннее, то при монтаже в стержне возникает напряжение. Определите, какое.

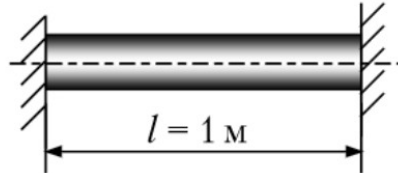


Рис. 1

### Задача 2

Кулачок нагружен силой  $F = 10$  кН, направленной перпендикулярно к оси стержня (рис. 2). Диаметр части стержня круглого сечения равен  $d = 5$  см. Примите осевой момент сопротивления сечения равным  $W \approx 0,1d^3$ . Если использовать критерий максимальных касательных напряжений, то чему равна величина эквивалентного напряжения  $\sigma_{\text{экр}}$  в заделке?

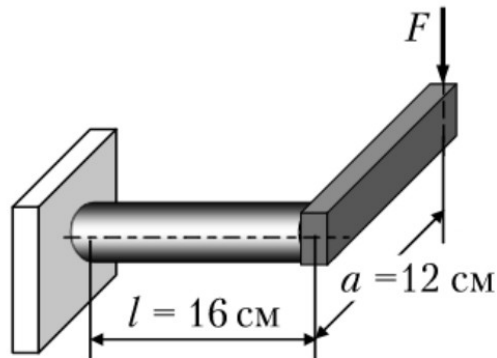


Рис. 2

### Задача 3

Определите частоту собственных колебаний груза массой  $m$  в горизонтальном направлении, не учитывая массу рамы (рис. 3). Принять  $EI = \text{const}$ .

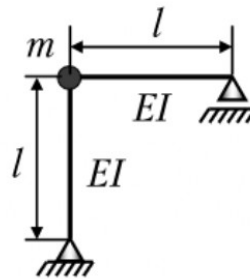


Рис. 3

## ВАРИАНТ 24

### Задача 1

Определите напряжения, возникающие в стальных рельсах (трамвайный или железнодорожных) летом при  $t = 40^\circ\text{C}$ , если рельсы были уложены зимой при  $t = -40^\circ\text{C}$  без зазоров. Принять для стали  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа, температурный коэффициент линейного расширения  $\alpha = 125 \cdot 10^{-7}$   $1/^\circ\text{C}$ .

### Задача 2

Левый конец стержня жестко закреплен, а правый свободен и нагружен силами:  $F$  – вертикальной,  $2F$  – горизонтальной, а также скручивающим моментом  $M = 4Fl/\sqrt{3}$ ;  $F = 80$  Н (рис. 1). Длина стержня  $l = 0,5$  м, диаметр  $d = 2$  см. Моменты сопротивления сечения стержня при изгибе  $W$  и при кручении  $W_p$  вычислите по формуле  $W_p = 2W = 0,2d^3$ . Определите, чему равно наибольшее значение эквивалентного напряжения  $\sigma_{\text{экв}}$  при использовании критерия удельной потенциальной энергии формоизменения.

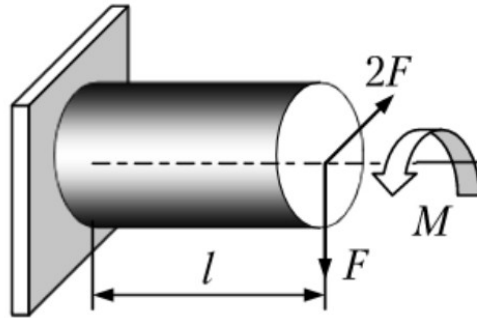


Рис. 1

### Задача 3

Постройте эпюру изгибающего момента  $M_z$  для заданной рамы (рис. 2).

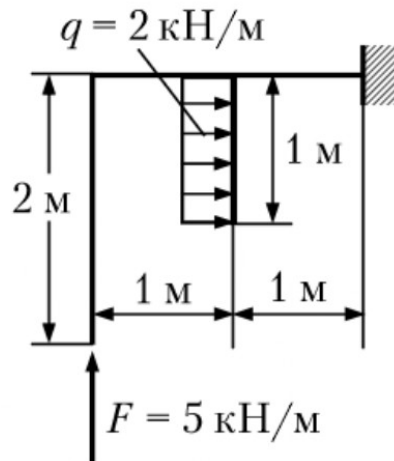


Рис. 2

## ВАРИАНТ 25

### Задача 1

Вал сплошного сечения  $d_0 = 50$  мм заменили равнопрочным валом трубчатого сечения при соотношении диаметров  $\alpha = d/D = 0.6$ . Определите размеры  $d$  и  $D$  вала трубчатого сечения из условия равнопрочности и сравните веса валов.

### Задача 2

Стержневая система состоит из круглого стержня диаметра  $d$ , длины  $l$  и стержня  $ABC$  ( $AB = BC = 2l$ ), перпендикулярного круглому стержню (рис. 1). На концах стержня  $ABC$  приложены силы  $F$ , как показано на рисунке. Как изменится наибольшее значение эквивалентного напряжения  $\sigma_{\text{экв}}$ , вычисляемого по критерию удельной потенциальной энергии формоизменения в опасном сечении круглого стержня, если одну силу убрать?

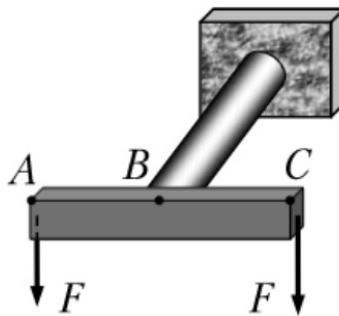


Рис. 1

### Задача 3

Определите величину изгибающего момента в опасном сечении рамы (рис. 2).

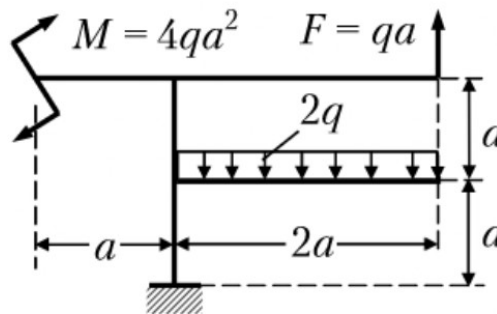


Рис. 2

### Критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	обучающийся ясно изложил условие задачи, решение обосновал
«хорошо»	обучающийся ясно изложил условие задачи, но в обосновании решения имеются сомнения;
«удовлетворительно»	обучающийся изложил решение задачи, но обосновал его формулировками обыденного мышления;
«не удовлетворительно»	обучающийся не уяснил условие задачи, решение не обосновал либо не сдал работу на проверку (в случае проведения решения задач в письменной форме).

