

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан инженерно-технологического  
факультета

 С.Д. Шепелёв

« 06 » марта 2017 г.

Кафедра «Прикладная механика»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.Б.24 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки **23.03.03 Эксплуатация транспортно-  
технологических машин и комплексов**

Профиль **Сервис транспортных и технологических машин и оборудования**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск  
2017

Рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 14.12.2015 г. № 1470. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль – Сервис транспортных и технологических машин и оборудования.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная механика» Житенко И.С.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Прикладная механика» «01» марта 2017 г. (протокол № 01).

И.О. зав. кафедрой «Прикладная механика»,  
кандидат технических наук

И.С. Житенко

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета «06» марта 2017 г. (протокол № 05).

Председатель методической комиссии  
инженерно-технологического факультета  
кандидат технических наук, доцент

А.П. Зырянов

Директор научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП .....	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины .....	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций) .....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП .....	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы .....	5
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам .....	5
4.	Структура и содержание дисциплины .....	6
4.1.	Содержание дисциплины .....	6
4.2.	Содержание лекций .....	7
4.3.	Содержание лабораторных занятий .....	8
4.4.	Содержание практических занятий .....	9
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	9
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	10
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины .....	10
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	11
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	11
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12.	Инновационные формы образовательных технологий .....	12
	Приложение № 1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	13
	Лист регистрации изменений .....	39

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: производственно-технологической, экспериментально-исследовательской, сервисно-эксплуатационной деятельности.

**Цель дисциплины** – сформировать у студентов систему знаний, умений, навыков профессиональной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие профессионального мышления, приобретение знаний для изучения последующих дисциплин, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

### **Задачи дисциплины:**

– овладеть теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности бакалавров;

– ознакомиться с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

## 1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-41 способен использовать современные конструкционные материалы, в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	Обучающийся должен знать: методологию курса «Сопrotивление материалов» (Б1.Б.24-3.1)	Обучающийся должен уметь: выполнять стандартные виды прочностных расчетов (Б1.Б.24-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач (Б1.Б.24-Н.1)
ОПК-3 готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	Обучающийся должен знать: основные расчетные формулы, алгоритмы расчетов элементов конструкций на прочность, которые используются для решения инженерных задач - (Б1.Б.24-3.2)	Обучающийся должен уметь: оценивать полученные результаты с точки зрения их правдоподобия, экономичности и надежности при решении инженерных задач - (Б1.Б.24-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач - (Б1.Б.24-Н.2)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сопrotивление материалов» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 (Б1.Б.24) основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль – Сервис транспортных и технологических машин и оборудования.

**Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции		
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
<b>Предшествующие дисциплины</b>				
1	-			
<b>Последующие дисциплины</b>				
1	Инженерные сооружения и экологическая безопасность предприятий автосервиса	ПК-41	ПК-41	ПК-41
2	Основы работоспособности технических систем	ОПК-3	ОПК-3	ОПК-3

**3. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов (далее часов). Дисциплина изучается в 3 семестре.

**3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>48</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	16
Практические занятия (ПЗ)	16
Лабораторные занятия (ЛЗ)	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>33</b>
<b>Контроль</b>	<b>27</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>

**3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам**

№ тем ы	Наименование раздела и темы	Всего	в том числе				
			контактная работа			СРС	Контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ/СЗ		
<b>Раздел 1 Расчеты на прочность и жесткость при простых видах деформирования</b>							
1.1	Введение	3	1	-	-	1	x
1.2	Центральное растяжение-сжатие	8	1	2	2	3	x
1.3	Геометрические характеристики поперечных сечений стержня	8	1	2	2	3	x
1.4	Сдвиг и кручение	9	2	2	2	3	x
1.5	Прямой поперечный изгиб	9	2	2	2	4	x

Раздел 2 Расчеты на прочность при сложном сопротивлении							
2.1	Напряженное и деформированное состояние в точке тела	9	1	2	2	4	x
2.2	Теории прочности	9	2	2	2	4	x
2.3	Виды сложного сопротивления	9	2	-	2	4	x
Раздел 3 Устойчивость, динамическое и усталостное нагружение							
2.4	Устойчивость сжатых стержней	9	2	2	2	4	x
2.5	Динамические нагрузки, удар	9	2	2	-	4	x
	Контроль	27	x	x	x	x	27
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>33</b>	<b>27</b>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Расчеты на прочность и жесткость при простых видах деформирования

##### Введение

Цель курса «Сопротивление материалов». Сопротивление материалов как раздел механики деформируемого тела. Связь курса с изучаемыми по профилю общенаучными, инженерными и специальными дисциплинами. Основные понятия, гипотезы, определения и принципы сопротивления материалов. Объекты изучения. Реальный объект и расчетная схема. Опорные устройства. Внешние нагрузки и их классификация. Внутренние силы и внутренние силовые факторы. Метод сечений. Правила построения эпюр внутренних силовых факторов. Напряжения, деформации – понятие и виды. Механические свойства материалов. Диаграмма деформирования материала. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Основное условие прочности, допускаемые напряжения, коэффициент запаса.

##### Центральное растяжение-сжатие

Понятие о растяжении и сжатии. Примеры элементов конструкций перерабатывающего с/х производства, испытывающих растяжение и сжатие. Напряжения при растяжении-сжатии. Расчет на прочность. Деформации и перемещения при растяжении-сжатии. Расчет жесткости.

##### Геометрические характеристики поперечных сечений стержня

Понятие о геометрических характеристиках плоских сечений. Статический момент сопротивления сечения. Определение центра тяжести сечения. Момент инерции сечения. Изменение момента инерции при параллельном переносе осей координат. Изменение момента инерции при повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции. Момент сопротивления сечения. Связь момента сопротивления и момента инерции. Геометрические характеристики характерных видов сечений.

##### Сдвиг и кручение

Расчет заклепочных соединений. Понятие о кручении. Примеры элементов конструкций перерабатывающего с/х производства, испытывающих кручение. Напряжения при кручении круглых валов. Расчет на прочность. Деформации и перемещения при кручении. Расчет жесткости.

##### Прямой поперечный изгиб

Понятие об изгибе. Примеры элементов конструкций перерабатывающего с/х производства, испытывающих изгиб. Напряжения при изгибе балок. Расчет на прочность. Рациональные формы поперечных сечений балок при изгибе. Деформации и перемещения при изгибе балок. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Определение перемещений методом Мора.

#### Раздел 2. Расчеты на прочность при сложном сопротивлении

### **Напряженное и деформированное состояние в точке тела**

Понятие о напряженном состоянии в точке. Виды напряженного состояния. Плоское напряженное состояние. Главные площадки и главные напряжения. Максимальные касательные напряжения. Исследование напряженного состояния в простейших случаях. Обобщенный закон Гука. Компоненты деформированного состояния в точке тела. Виды деформированных состояний.

### **Теории прочности**

Понятие о прочности материалов и конструкций при сложном напряженном состоянии. Предельные напряженные состояния. Теории начала пластического течения. Теория прочности Мизеса. Теория прочности Мора.

### **Виды сложного сопротивления**

Расчет на прочность при косом изгибе. Расчет на прочность при внецентренном растяжении-сжатии. Расчет на прочность при кручении с изгибом. Общий случай сложного сопротивления.

## **Раздел 3. Устойчивость, динамическое и усталостное нагружение**

### **Устойчивость сжатых стержней**

Понятие об устойчивости сжимаемого стержня. Критическая сила. Задача Эйлера, учет условий закрепления концов стержней в формуле Эйлера. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского.

### **Динамические нагрузки, удар**

Понятие о динамической нагрузке и примеры действия ее в конструкциях перерабатывающего с/х производства. Понятие об ударной нагрузке упругих линейных систем. Динамический коэффициент при ударе. Понятие об усталости металлов. Особенности усталостного разрушения. Примеры усталостного разрушения конструкций перерабатывающего с/х производства.

## **4.2. Содержание лекций**

№ п/п	Наименование лекции	Кол-во часов
1.	Цель курса «Сопротивление материалов». Сопротивление материалов как раздел механики деформируемого тела. Связь курса с изучаемыми по профилю общенаучными, инженерными и специальными дисциплинами. Основные понятия, гипотезы, определения и принципы сопротивления материалов. Объекты изучения – элементы конструкций: стержень, пластина, оболочка. Реальный объект и расчетная схема. Опорные устройства.	1
2.	Внешние нагрузки и их классификация. Внутренние силы и внутренние силовые факторы. Метод сечений. Правила построения эпюр внутренних силовых факторов.	1
3.	Напряжения, деформации – понятие и виды. Механические свойства материалов. Диаграмма деформирования материала.	1
4.	Основное условие прочности, допускаемые напряжения, коэффициент запаса. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.	1
5.	Понятие о растяжении и сжатии. Примеры элементов конструкций перерабатывающего с/х производства, испытывающих растяжение и сжатие. Напряжения при растяжении-сжатии. Расчет на прочность. Деформации и перемещения при растяжении-сжатии. Расчет жесткости.	1
6.	Понятие о геометрических характеристиках плоских сечений. Статический момент сопротивления сечения. Определение центра тяжести сечения. Момент инерции сечения. Изменение момента инерции при параллельном переносе осей координат. Изменение момента инерции при повороте осей координат.	1
7.	Главные оси и главные моменты инерции. Момент сопротивления сечения. Связь момента сопротивления и момента инерции. Геометрические характеристики характерных видов сечений.	1

8.	Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Механические свойства материала при сдвиге. Понятие о кручении. Примеры элементов конструкций перерабатывающего с/х производства, испытывающих кручение. Напряжения при кручении круглых валов. Расчет на прочность. Деформации и перемещения при кручении. Расчет жесткости. Расчет заклепочных соединений на срез и смятие.	1
9.	Понятие об изгибе. Примеры элементов конструкций перерабатывающего с/х производства, испытывающих изгиб. Напряжения при изгибе балок. Расчет на прочность. Рациональные формы поперечных сечений балок при изгибе.	1
10.	Деформации и перемещения при изгибе балок. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Определение перемещений методом Мора. Статически неопределимые системы.	1
11.	Понятие о напряженном состоянии в точке. Виды напряженного состояния. Плоское напряженное состояние. Главные площадки и главные напряжения. Максимальные касательные напряжения.	1
12.	Исследование напряженного состояния в простейших случаях. Обобщенный закон Гука. Компоненты деформированного состояния в точке тела. Виды деформированных состояний.	1
13.	Понятие о прочности материалов и конструкций при сложном напряженном состоянии. Предельные напряженные состояния. Теории начала пластического течения. Теория прочности Мизеса. Теория прочности Мора.	1
14.	Расчет на прочность при кручении с изгибом.	1
15.	Понятие об устойчивости сжимаемого стержня. Критическая сила. Задача Эйлера, учет условий закрепления концов стержней в формуле Эйлера. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского.	1
16.	Понятие о динамической нагрузке и примеры действия ее в конструкциях с/х машин и оборудования. Понятие об ударной нагрузке упругих линейных систем. Динамический коэффициент при ударе. Динамический коэффициент при переменных нагрузках. Понятие об усталости металлов. Особенности усталостного разрушения. Примеры усталостного разрушения конструкций перерабатывающего с/х производства.	1
	<b>Итого</b>	<b>16</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Кол-во часов
1	Испытание стального образца на растяжение	2
2	Определение коэффициента Пуассона	2
3	Определение модуля сдвига при кручении	2
4	Исследование напряженного состояния балки при прямом изгибе	2
5	Исследование напряженного состояния вала при изгибе с кручением	2
6	Определение перемещений при косом изгибе балок	2
7	Устойчивость сжатого стержня	2
8	Ударное нагружение линейной упругой системы	2
	<b>Итого</b>	<b>16</b>

#### 4.4. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Кол-во часов
1	Центральное растяжение-сжатие. Построение эпюр внутренних силовых факторов.	1
2	Кручение. Построение эпюр внутренних силовых факторов.	1
3	Прямой поперечный изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.	1
4	Построение эпюр внутренних силовых факторов в плоской раме.	1
5	Центральное растяжение-сжатие. Расчет на прочность и жесткость.	1
6	Геометрические характеристики плоских сечений.	1
7	Кручение. Расчет на прочность и жесткость.	1
8	Прямой поперечный изгиб. Расчет на прочность и жесткость.	1
9	Напряженное состояние в точке тела	1
10	Расчет на прочность при косом изгибе.	1
11	Внецентренное растяжение (сжатие)	1
12	Расчет на прочность при кручении с изгибом.	1
13	Расчет на прочность в случае общего сопротивления	1
14	Расчет сжатого стержня на устойчивость	1
15	Расчет на прочность при ударе	2
	<b>Итого</b>	<b>16</b>

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	8
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	8
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	8
Домашнее задание	9
<b>Итого</b>	<b>33</b>

##### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем или вопросов	Кол-во часов
1.	Домашнее задание «Построение эпюр внутренних силовых факторов при простых видах деформирования»	3
2.	Домашнее задание «Расчеты на прочность и жесткость при простых видах деформирования»	3
3.	Домашнее задание «Расчеты на прочность при сложном сопротивлении»	3
4.	Подготовка к практическим занятиям	8
5.	Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	9
6.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при простых видах деформирования. Расчеты на прочность и жесткость при простых видах деформирования. Расчеты на прочность при сложном сопротивлении	7
	<b>Итого</b>	<b>33</b>

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Неклюдова Т.Н. Методические указания по выполнению внеаудиторной работы по дисциплине «Сопротивление материалов» [Электронный ресурс]: Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. 69 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/80.pdf>.

2. Смагин Н.К. , Шатруков В.И. Сопротивление материалов. Эпюры внутренних силовых факторов [Электронный ресурс]: метод. указания к семестровому заданию. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2015. 28 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/73.pdf>.

3. Смагин Н.К. , Шатруков В.И. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : метод. указания к семестровому заданию. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ. Ч. 2. Геометрические характеристики плоских сечений. 2015. 10 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/72.pdf>.

4. Игнатьев А.Г. Контрольные задания для расчетно-графических работ по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016. 40 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/66.pdf>.

5. Игнатьев А.Г. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 . 118 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/62.pdf>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении № 1.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### **Основная литература**

1. Жилкин В. А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Челябинск: ЧГАА, 2011. 524 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/50.pdf>.

2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П.А. Павлов, Л.К. Паршин, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев; под ред. Б.Е. Мельникова. СПб.: Лань, 2007. 560 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=86018](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=86018).

3. Смагин Н.К. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие. Челябинск: ЧГАУ, 2008. 76 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/2.pdf>.

### **Дополнительная литература**

1. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов. Практикум по решению задач [Электронный ресурс]. Минск: Вышэйшая школа, 2009. 688 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143572>.

2. Кудрявцев С.Г., Сердюков В.Н. Сопротивление материалов. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс]: учебное пособие. М.: Лань, 2013. 176 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5247](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5247).

### **Периодические издания:**

«Проблемы прочности», «Прикладная математика и механика», «Механика твердого тела», «Инженер. Наука, промышленность, международное сотрудничество», «Справочник. Инженерный журнал».

### **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Смагин Н.К. , Шатруков В.И. Сопротивление материалов. Эпюры внутренних силовых факторов [Электронный ресурс]: метод. указания к семестровому заданию. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2015. 28 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/73.pdf>.

2. Смагин Н.К. , Шатруков В.И. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : метод. указания к семестровому заданию. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ. Ч. 2. Геометрические характеристики плоских сечений. 2015. 10 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/72.pdf>.

3. Игнатьев А.Г. Контрольные задания для расчетно-графических работ по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016. 40 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/66.pdf>.

4. Игнатьев А.Г. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 . 118 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/62.pdf>.

5. Жилкин В.А. Построение эпюр внутренних силовых факторов в балках и рамах в программных продуктах SCAD и MathCAD [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: Б.и., 2006. 49 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/11.pdf>.

6. Жилкин В.А. Определение геометрических характеристик поперечных сечений брусьев в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 и MathCAD [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007. 69 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/6.pdf>.

7. Жилкин В.А. Расчет на прочность и проверка жесткости статически определимых балок в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс]: методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007. 76 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/10.pdf>.

8. Жилкин В.А. Определение перемещений в упругих системах в программных продуктах MathCAD, SCAD и MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2008. 66 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/7.pdf>.

### **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: Structure CAD, «Сопротивление материалов. Виртуальные лабораторные работы.

## 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов

1. Лаборатория 002, оснащенная оборудованием для проведения лабораторных работ.
2. Специализированные аудитории 023, 024 для проведения практических занятий.
3. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом ауд. 018, 423.

### Перечень основного учебно-лабораторного оборудования

1. Машины для испытаний на растяжение.
2. Универсальные лабораторные стенды.
3. Установка для лабораторных работ.
4. Тензометрические приборы.
5. Комплекты плакатов по основным разделам сопротивления материалов.
6. Персональные компьютеры.
7. Мультимедийный комплекс.

## 12. Инновационные формы образовательных технологий

Формы работы \ Вид занятия	Лекции	ЛЗ	ПЗ
Компьютерные симуляции	-	+	+

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **Б1.Б.24 Сопротивление материалов**

Направление подготовки **23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Профиль **Сервис транспортных и технологических машин и оборудования**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП .....	15
2.	Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций .....	15
3.	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП .....	16
4.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций .....	17
4.1.	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости .....	17
4.1.1.	Устный ответ на практическом занятии .....	17
4.1.2.	Отчет по лабораторной работе .....	18
4.1.3.	Тестирование .....	18
4.1.4.	Домашнее задание .....	33
4.1.5.	Компьютерные симуляции .....	34
4.2.	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации..	36
4.2.1.	Экзамен .....	36

## 1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-41 способен использовать современные конструкционные материалы, в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	Обучающийся должен знать: методологию курса «Сопротивление материалов» (Б1.Б.24-3.1)	Обучающийся должен уметь: выполнять стандартные виды прочностных расчетов (Б1.Б.24-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач (Б1.Б.24-Н.1)
ОПК-3 готовность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов	Обучающийся должен знать: основные расчетные формулы, алгоритмы расчетов элементов конструкций на прочность, которые используются для решения инженерных задач - (Б1.Б.24-3.2)	Обучающийся должен уметь: оценивать полученные результаты с точки зрения их правдоподобия, экономичности и надежности при решении инженерных задач - (Б1.Б.24-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач - (Б1.Б.24-Н.2)

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.Б.24-3.1	Обучающийся не знает методологию курса «Сопротивление материалов»	Обучающийся слабо знает методологию курса «Сопротивление материалов»	Обучающийся с значительными ошибками и отдельными пробелами знает методологию курса «Сопротивление материалов»	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает методологию курса «Сопротивление материалов»
Б1.Б.24-3.2	Обучающийся не знает основные расчетные формулы, алгоритмы расчетов элементов конструкций на прочность, которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся слабо знает основные расчетные формулы, алгоритмы расчетов элементов конструкций на прочность, которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся с значительными ошибками и отдельными пробелами знает основные расчетные формулы, алгоритмы расчетов элементов конструкций на прочность, которые используются для решения инженерных задач	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные расчетные формулы, алгоритмы расчетов элементов конструкций на прочность, которые используются для решения инженерных задач
Б1.Б.24-У.1	Обучающийся не умеет выполнять стандартные виды	Обучающийся слабо умеет вы-	Обучающийся с значительными затрудне-	Обучающийся умеет выполнять стандартные виды прочностных расчетов

	прочностных расчетов	полнять стандартные виды прочностных расчетов	ниями умеет выполнять стандартные виды прочностных расчетов	
Б1.Б.24-У.2	Обучающийся не умеет оценивать полученные результаты с точки зрения их правдоподобия, экономичности и надежности при решении инженерных задач	Обучающийся слабо умеет оценивать полученные результаты с точки зрения их правдоподобия, экономичности и надежности при решении инженерных задач	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет оценивать полученные результаты с точки зрения их правдоподобия, экономичности и надежности при решении инженерных задач	Обучающийся умеет оценивать полученные результаты с точки зрения их правдоподобия, экономичности и надежности при решении инженерных задач
Б1.Б.24-Н.1	Обучающийся не владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач	Обучающийся слабо владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач	Обучающийся свободно владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач
Б1.Б.24-Н.2	Обучающийся не владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач	Обучающийся слабо владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач	Обучающийся свободно владеет навыками практического использования методов расчета конструкций на прочность при решении инженерных задач

### 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Смагин Н.К. , Шатруков В.И. Сопротивление материалов. Эпюры внутренних силовых факторов [Электронный ресурс]: метод. указания к семестровому заданию. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2015. 28 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/73.pdf>.

2. Смагин Н.К. , Шатруков В.И. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : метод. указания к семестровому заданию. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ. Ч. 2. Геометрические характеристики плоских сечений. 2015. 10 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/72.pdf>.

3. Игнатъев А.Г. Контрольные задания для расчетно-графических работ по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016. 40 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/66.pdf>.

4. Игнатъев А.Г. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 . 118 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/62.pdf>.

5. Жилкин В.А. Построение эпюр внутренних силовых факторов в балках и рамах в программных продуктах SCAD и MathCAD [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: Б.и., 2006. 49 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/11.pdf>.

6. Жилкин В.А. Определение геометрических характеристик поперечных сечений брусьев в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 и MathCAD [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007. 69 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/6.pdf>.

7. Жилкин В.А. Расчет на прочность и проверка жесткости статически определимых балок в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс]: методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007. 76 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/10.pdf>.

8. Жилкин В.А. Определение перемещений в упругих системах в программных продуктах MathCAD, SCAD и MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2008. 66 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/7.pdf>.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих продвинутый этап формирования компетенций по дисциплине «Соппротивление материалов», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

##### **4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

###### **4.1.1. Устный ответ на практическом занятии**

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов;</li> <li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>- продемонстрировано умение решать задачи;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в решении задач допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>

#### 4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

#### 4.1.3. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов. По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

### Тестовые задания

#### Тема 1: Основные понятия, определения, допущения и принципы

- 1.1. Основным объектом, изучаемым в сопротивлении материалов, является ...
- 1.2. Тело не разрушается под воздействием внешних сил, если его материал обладает свойством...
- 1.3. Материал, у которого при переходе от одной точки к другой свойства не изменяются, называется ...
- 1.4. Сталь – материал ...
- 1.5. Материал стержня (см. рисунок) – однонаправленный стеклопластик – является \_\_\_\_\_ материалом.
- 1.6. Напряжение – это сила, ...
- 1.7. Древесина – материал ...
- 1.8. В недеформированном теле расстояние между точками А и В равно  $S$ . В результате изменения формы и размеров тела точки А и В переместились в пространстве в положения А' и В'. Расстояние между ними изменилось на величину  $\Delta S$ . Линейной деформацией в точке А по направлению АВ называется величина ...
- 1.9. На рисунках показана одна и та же балка, нагруженная силами  $F_1$  и  $F_2$  (рис. 1), силой  $F_1$  (рис. 2), силой  $F_2$  (рис. 3).  $\delta, \delta_1, \delta_2$  – прогибы концевых сечений. Исходя из принципа независимости действия сил можно записать ...
- 1.10. Для того чтобы перемещения отдельных точек конструкции не превышали определенных наперед заданных величин, конструкция должна обладать свойством ...
- 1.11. Прогиб сечения С равен сумме прогибов, вызванных силой  $F$  и моментом  $M$ , приложенных по отдельности. Данное утверждение записано на основании принципа ...
- 1.12. Свойство материала сохранять некоторую часть деформации после снятия нагрузки называется ...
- 1.13. На рисунке показаны два стержня с одинаковой площадью поперечного сечения, работающие на растяжение. Нормальные напряжения в сечениях обоих стержней, достаточно удаленных от мест приложения сил, равны согласно ...
- 1.14. Материал, у которого при переходе от одной точки к другой свойства, в зависимости от направления, изменяются по одному и тому же закону, является ...
- 1.15. Объемные силы имеют размерность ...

#### Тема 2: Модели прочностной надежности

- 2.1. На рисунке показана балка постоянного поперечного сечения площадью  $A$ , находящаяся под действием собственного веса ( $\gamma$  – удельный вес материала балки). Моделью нагружения балки является ...
- 2.2. Первым этапом при расчете конструкции является ...
- 2.3. В курсе «Сопротивление материалов» все материалы, независимо от особенностей их микроструктуры, принято рассматривать как ...
- 2.4. В сопротивлении материалов все тела считаются ...
- 2.5. Моделью формы купола цирка является ...
- 2.6. Нагрузка, медленно растущая во времени, называется \_\_\_\_\_ нагрузкой.

2.7. В сопротивлении материалов основным методом расчета на прочность является метод расчета по ...

2.8. Колонна здания относится к классу ...

2.9. Стержень изготовлен из пластичного материала с одинаковыми пределами текучести на растяжение и сжатие. Значения  $M$  и осевого момента сопротивления  $W$  заданы. Фактический коэффициент запаса прочности равен ...

2.10. Материал полностью заполняет объем тела и имеет беспустотную, бездефектную структуру. Данная гипотеза называется гипотезой ...

2.11. На балке покоится шар весом  $Q$  (см. рисунок). Моделью нагружения балки является

2.12. Правый конец балки (см. рисунок) необходимо закрепить так, чтобы сечение  $C$  не перемещалось вдоль координатных осей  $z$  и  $y$ , но могло бы поворачиваться в плоскости  $zy$ . Опора, отвечающая таким требованиям, называется ...

2.13. Моделью формы столешницы стола (см. рисунок) является ...

### Тема 3: Внутренние силы и напряжения

3.1. Полное напряжение в точке сечения определяется как  $\text{lin}(\Delta R/\Delta A)$ . Предельный переход позволила осуществить гипотеза ...

3.2. Крутящий момент  $M_z$  ( $M_{кр}$ ) и изгибающие моменты  $M_y$  и  $M_x$  лежат в плоскостях ...

3.3. В естественном состоянии (при отсутствии внешних сил) между частицами материала действуют силы взаимодействия, которые ...

3.4. В процессе нагружения тела внешними силами между частицами материала возникают дополнительные внутренние силы, которые ...

3.5. Дополнительные внутренние силы, действующие в сечении тела, в общем случае образуют ...

3.6. При кручении круглого стержня дополнительные внутренние силы, действующие в поперечном сечении, образуют ...

3.7. Полное напряжение в точке сечения определяется как ...

3.8. Если известно нормальное и касательное напряжения в точке сечения, то полное напряжение в этой точке определяется по формуле  $p = \dots$

3.9. Числовой мерой распределения внутренних сил по сечению является ...

3.10. Интегральная связь между изгибающим моментом  $M_y$  и нормальными напряжениями имеет вид  $M_y = \dots$

3.11. Значения полного и касательного напряжений в точке сечения соответственно равны 5 МПа и 3 МПа. Значение нормального напряжения в этой же точке сечения равно \_\_\_\_\_ МПа.

3.12. Интегральная связь между крутящим моментом  $M_z$  ( $M_{кр}$ ) и касательными напряжениями имеет вид ...

3.13. При растяжении-сжатии прямого стержня дополнительные внутренние силы, действующие в поперечном сечении, образуют ...

3.14. Размерность напряжения ...

3.15. Значения полного и нормального напряжений в точке сечения соответственно равны 10 МПа и 8 МПа. Значение касательного напряжения в этой же точке сечения равно \_\_\_\_\_ МПа.

### Тема 4: Перемещение и деформация

4.1. В процессе деформации точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$  деформируемого тела перемещаются в плоскости  $хоу$ , а прямолинейные отрезки  $AB$  и  $AC$  поворачиваются по часовой стрелке соответственно на углы  $2\alpha$  и  $\alpha$ . Угловая деформация в точке  $A$  между направлениями  $AB$  и  $AC$  когда длины отрезков стремятся к нулю, равна ...

4.2. Если известны углы поворота малого прямолинейного отрезка в трех координатных плоскостях ( $\varphi_{xy}$ ,  $\varphi_{yz}$ ,  $\varphi_{zx}$ ) то полный угол поворота определяется по формуле  $\varphi = \dots$

4.3. Совокупность линейных и угловых деформаций по множеству направлений и плоскостей, проходящих через точку, называется \_\_\_\_\_ состоянием в точке.

4.4. В процессе нагружения рамы силой  $F$  точка  $K$  перемещается вдоль оси  $x$  на 3 мм, а вдоль оси  $y$  на 2 мм (см. рисунок). Полное перемещение точки  $K$  равно \_\_\_\_\_ мм.

4.5. В процессе деформации точки А, В, С деформируемого тела перемещаются в плоскости  $xOy$ , а прямолинейные отрезки АВ и АС поворачиваются по часовой стрелке на угол  $\alpha$ . Угловая деформация в точке А между направлениями АВ и АС, когда длины отрезков стремятся к нулю, равна ...

4.6. Размерность линейной деформации – ...

4.7. Угловая деформация – это ...

4.8. Точка К принадлежит деформируемому телу и перемещается в плоскости  $xOy$  (см. рисунок). Полное перемещение точки  $\delta = 5$  мм. Перемещение вдоль оси  $x$   $u = 3$  мм. Перемещение вдоль оси  $y$  равно \_\_\_\_ мм.

4.9. Точка К деформируемого тела перемещается в пространстве. Известны полное перемещение  $\delta$  и перемещения вдоль координатных осей  $x$ ,  $y$  ( $u$  и  $v$ ). Величина перемещения вдоль оси  $z$  ( $w$ ) определяется по формуле ...

4.10. Точка К деформируемого тела перемещается в плоскости  $xOy$ . Полное перемещение равно 5 мм. В направлении оси  $y$  точка переместилась на величину 3 мм. Перемещение точки в направлении оси  $x$  равно \_\_\_\_ мм.

4.11. Если известны перемещения точки А (см. рисунок) вдоль координатных осей ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ), то полное перемещение определяется по формуле ...

4.12. До приложения к стержню сил  $F$  (см. рисунок) его длина равнялась 10 см. После приложения сил  $F$  длина стержня стала равна 9,95 см. Продольная линейная деформация стержня равна ...

4.13. На рисунке показано положение двух точек В и С до приложения к телу внешней нагрузки. После нагружения тела точки перемещаются в новое положение В' и С'. Расстояние  $S$  между точками изменяется на величину  $\Delta S$ . Линейная деформация в точке В по направлению отрезка ВС определяется как ...

4.14. В процессе деформации точки А, В, С деформируемого тела перемещаются в плоскости  $xOy$  и занимают положения А', В', С'. Прямолинейные отрезки АВ и АС поворачиваются на углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Угловая деформация в точке А между направлениями АВ и АС, когда длины отрезков стремятся к нулю, равна ...

4.15. Вектор полного линейного перемещения точки в общем случае ...

## **Тема 5: Продольная сила. Напряжения и деформации**

5.1. Стержень нагружен тремя осевыми силами. Форма и размеры поперечного сечения на каждом участке показаны на рисунке. Максимальные нормальные напряжения действуют в поперечных сечениях участка(-ов) ...

5.2. Продольная линейная деформация стержня 1 равна  $\epsilon$ . Модуль упругости материала  $E$  и площадь поперечного сечения  $A$  стержня – известны. Значение силы  $F$  равно ...

5.3. Абсолютно жесткий элемент (заштрихованный) поддерживается упругим стержнем 1. Сила  $F$ , длина  $L$ , диаметр  $d$  и модуль упругости материала стержня  $E$  известны. Линейная продольная деформация стержня 1 равна ...

5.4. Внутренний силовой фактор в сечении С-С стержня 1 равен ...

5.5. Значение продольной силы в сечении С-С равно ...

5.6. Для определения продольной силы в поперечном сечении стержня используется метод ...

5.7. Колонна высотой  $h$  (см. рисунок) находится под действием силы  $F$ , приложенной в центре тяжести поперечного сечения, и собственного веса. Удельный вес материала колонны  $\gamma$  (вес единицы объема), площадь поперечного сечения  $A$  – известны. Эпюра продольной силы имеет вид ...

5.8. На рисунке показан стержень, нагруженный силами  $F$ . Площадь поперечного сечения  $A$ , модуль упругости материала  $E$  – известны. Продольная линейная деформация на левом грузовом участке стержня равна ...

5.9. Колонна высотой  $H$  (см. рисунок) находится под действием собственного веса и силы  $F$ . Удельный вес материала колонны  $\gamma$  (вес единицы объема), площадь поперечного сечения  $A$  – известны. Максимальные нормальные напряжения в поперечном сечении колонны равны ...

5.10. Продольная сила есть равнодействующая ...

5.11. На рисунке показан стержень, растянутый силами, направленными вдоль оси стержня. Равномерное распределение линейных продольных деформаций в поперечном сечении, достаточно удаленных от мест приложения сил, является следствием ...

5.12. Стержень длиной  $l$  (см. рисунок) находится под действием собственного веса. Вес стержня  $Q$ , площадь поперечного сечения  $A$ , модуль упругости материала стержня  $E$  – известны. Продольная линейная деформация в среднем сечении стержня равна ...

5.13. Стержень изготовлен из изотропного материала (см. рисунок) и работает в линейно-упругой области. Связь между продольной деформацией и нормальными напряжениями в поперечном сечении имеет вид ...

5.14. Отношение значений продольных сил в сечениях С-С и К-К (см. рисунок) равно ...

### **Тема 6: Испытание конструкционных материалов на растяжение и сжатие**

6.1. При испытании образца на растяжение силами  $F$  (см. рисунок) стрелка тензометра  $A$  с базой, равной 60 мм, переместилась с деления 5 на деление 9. Цена деления шкалы тензометра 0,001 мм. Модуль упругости материала образца  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа. Напряжение в крайнем правом слое равно \_\_\_\_ МПа.

6.2. При определении модуля упругости материала  $E$  используется образец в виде узкой полосы растягиваемой силами  $F$  (см. рисунок). Для измерения продольной деформации к образцу крепятся не один, а два тензометра  $A$  и  $B$  с целью ...

6.3. Вид образца после испытания показан на рисунке. Испытание проводилось по варианту

6.4. Вид образца из пластичного материала после испытаний на сжатие показан на рисунке

6.5. Вид образца после испытания показан на рисунке. Испытание проводилось по варианту

6.6. Стрелка рычажного тензометра показывает на шкале ...

6.7. Металлический образец, предназначенный для испытаний на сжатие, имеет форму короткого цилиндра, для того чтобы ...

6.8. Вид образца после испытаний показан на рисунке. Испытание проводилось по варианту

6.9. Базой рычажного тензометра называется ...

6.10. Цилиндрический образец при испытании на сжатие принимает бочкообразную форму вследствие ...

6.11. Вид образца после испытаний показан на рисунке. По форме образца и характеру разрушения можно сказать, что испытание проводилось по варианту ...

6.12. Диаграммой напряжений хрупкого материала при сжатии является диаграмма ...

6.13. Основными видами испытаний материалов являются испытания на ...

6.14. Характер разрушения образца из хрупкого материала при растяжении показан на рисунке ...

6.15. При испытании образца на сжатие (см. рисунок) между образцом и плитами испытательной машины устанавливаются резиновые прокладки с целью ...

### **Тема 7: Механические свойства и механические характеристики материалов**

7.1. Способность материала восстанавливать свою первоначальную форму и размеры после снятия нагрузки называется ...

7.2. При нагружении образца прямоугольного сечения силами  $F = 0,04$  МН стрелки тензометров  $A$  и  $B$  переместились на 6 и 4 деления соответственно. Базы тензометров – 20 мм. Цена деления шкалы тензометров – 0,001 мм. Модуль упругости материала образца равен \_\_\_\_ МПа.

7.3. Для хрупких материалов за опасное (предельное) напряжение принимается предел ...

7.4. На рисунке показана диаграмма растяжения стального образца диаметром 0,01 м. Масштаб нагрузки – 1 деление – 0,007 МН. Предел текучести материала \_\_\_\_ МПа.

7.5. Коэффициент Пуассона  $\mu$  для изотропного материала изменяется в пределах ...

7.6. Материал, механические характеристики которого не зависят от направления, называется ...

7.7. Наибольшее напряжение, до которого материал подчиняется закону Гука, называется пределом ...

7.8. Большинство пластичных материалов при испытаниях на растяжение и сжатие ...

7.9. Формула, которая связывает упругие постоянные изотропного материала, имеет вид...

7.10. Способность материала сопротивляться разрушению при действии на него внешней нагрузки называется ...

7.11. При нагружении образца силами  $F$  стрелки тензометров А и В переместились на 10 делений, а стрелка тензометра С – на 3 деления. Базы тензометров – 20 мм. Цена деления шкалы тензометров – 0,001 мм. Коэффициент Пуассона материала образца по абсолютной величине равен ...

7.12. На рисунке показана диаграмма растяжения образца диаметром 0,01 м. Масштаб нагрузки – 1 деление – 0,007 МН. Предел прочности материала равен \_\_\_\_ МПа.

7.13. Для пластичных материалов за опасное (предельное) напряжение принимается предел

7.14. На рисунке показана диаграмма сжатия чугунного образца диаметром 15 мм. Масштаб нагрузки – 1 деление – 0,02 МН. Предел прочности чугуна при сжатии равен \_\_\_\_ МПа.

### **Тема 8: Расчеты стержней на прочность и жесткость**

8.1. Стержень растянут осевыми силами (см. рисунок). Задана допустимая величина нормального напряжения  $[\sigma]$  для материала стержня. Условие прочности имеет вид ...

8.2. На рисунке показан стержень, верхний конец которого закреплен. Объемный вес ( $\gamma = 0,078 \text{ МН/м}^3$ ) и предел прочности ( $\sigma_{\text{в}} = 400 \text{ МПа}$ ) материала стержня известны. Длина  $l$ , при которой стержень разорвется, равна \_\_\_\_ м.

8.3. Элемент КСД закреплен с помощью шарнирно неподвижной опоры и стержня с жесткостью поперечного сечения на растяжение  $EA$  (см. рисунок). Система нагружена равномерно распределенной нагрузкой с интенсивностью  $q$ . Допустимая величина удлинения стержня  $[\Delta l]$  задана. Условие жесткости имеет вид ...

8.4. На стержень действует равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью  $q$  (см. рисунок). Заданы величины:  $E, A, l, [\Delta l]$  – допустимая величина удлинения стержня. Максимально допустимое значение интенсивности распределенной нагрузки равно ...

8.5. Колонна находится под действием собственного веса и силы  $F$ , приложенной в центре тяжести поперечного сечения (см. рисунок). Известны величины:  $F, H, t, \gamma$  – объемный вес материала колонны,  $\sigma_{\text{вс}}$  – предел прочности на сжатие. Выражение для коэффициента запаса прочности имеет вид ...

8.6. Стержни фермы (см. рисунок) изготовлены из хрупкого материала. Условие прочности по допускаемым напряжениям в общем виде имеет вид ...

8.7. На рисунке показан стержень, нагруженный равномерно распределенной нагрузкой с интенсивностью  $q$ . Величины  $H, E, q$  известны.  $[\delta]$  – допускаемое перемещение верхнего поперечного сечения стержня задано. Минимально допустимая площадь поперечного сечения при этом равна ...

8.8. На рисунке показан стержень, нагруженный двумя силами  $F$ .  $[\delta_{\text{с}}]$  – допустимое перемещение сечения С задано. Величины:  $E, A, L$  – известны. Максимально допустимое значение силы  $F$  равно ...

8.9. Стержни фермы (см. рисунок) изготовлены из пластичного материала с одинаковыми пределами текучести на растяжение и сжатие. Условие прочности фермы, из расчета по допускаемым напряжениям, имеет вид ...

8.10. Ступенчатый стержень нагружен осевыми силами. Известны:  $[\sigma]_{\text{р}} = 100 \text{ МПа}$  – допускаемое напряжение на растяжение,  $[\sigma]_{\text{с}} = 500 \text{ МПа}$  – допускаемое напряжение на сжатие, линейный размер  $t = 2 \text{ см}$ . Максимально допустимое значение параметра  $F$  равно \_\_\_\_ МН.

8.11. На рисунке показана симметричная ферма, нагруженная силой  $F$ . Величины  $E, A, L, \alpha$  известны.  $[\delta_{\text{с}}]$  – допустимое перемещение сечения С задано. Максимально допустимое значение силы  $F$  равно ...

8.12. Ступенчатый стержень (см. рисунок) нагружен осевыми силами. Дано:  $t = 10 \text{ см}$ ,  $[\sigma] = 100 \text{ МПа}$ . Максимально допустимое значение параметра  $F$  равно \_\_\_\_ МН.

8.13. Известны величины:  $E, A, l, \Delta$  (см. рисунок). Зазор  $\Delta$  полностью перекрывается, когда сила  $F$  становится равной ...

8.14. Абсолютно жесткий элемент СК подвешен на двух стержнях и нагружен силой  $F$  (см. рисунок). Известны величины: сила  $F$ , линейный размер  $l$ ,  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение для материала стержней. Вес элемента СК в расчетах не учитывается. Минимально допустимые размеры поперечных сечений стержней имеют значения:  $d = \underline{\quad}$ ,  $t = \underline{\quad}$ .

8.15. Стержни фермы (см. рисунок) изготовлены из пластичного материала с одинаковыми пределами текучести на растяжение и сжатие. Условие прочности фермы, из расчета по допускаемым напряжениям, имеет вид ...

### Тема 9: Чистый сдвиг. Расчет на сдвиг (срез)

9.1. Два вала диаметрами  $d_1$  соединены между собой с помощью муфты, состоящей из втулки и двух штифтов диаметрами  $d_2$ . Соединение передает крутящий момент, равный  $M$ . При некотором значении  $M$  возможен срез штифтов по сечениям, которые обозначены волнистыми линиями. Значения  $M$ ,  $d_1$ ,  $[\tau_{ср}]$  известны. Минимально допустимый диаметр штифта  $d_2$  из условия прочности на срез равен ...

9.2. Напряженное состояние «чистый сдвиг» имеет место при нагружении тонкостенной трубки по схеме, показанной на рисунке ...

9.3. Закон Гука при чистом сдвиге – это ...

9.4. Три металлические полосы (см. рисунок) соединены штифтом.  $[\tau_{ср}]$  – значение допускаемого касательного напряжения на срез для материала штифта. Условие прочности штифта на срез имеет вид ...

9.5. На деревянную деталь действует сила  $F$  (см. рисунок). При некотором значении силы происходит скалывание элемента  $abcd$ . Известны величины:  $b$ ,  $h$ ,  $l$ ,  $t$ ,  $\tau_{ск}$  – предел прочности при скалывании вдоль волокон. Значение силы  $F$  в момент скалывания определяется выражением...

9.6. Размерность модуля сдвига – ...

9.7. На рисунке показано клеевое соединение втулки с валом, передающее крутящий момент. Задано:  $M$ ,  $d$ ,  $l$ ,  $[\tau_{ср}]$  – допускаемое касательное напряжение на срез клеевого слоя. Условие прочности на срез клеевого слоя имеет вид ...

9.8. На рисунке показано соединение двух листов с помощью ряда заклепок. Соединение нагружено равномерно распределенной по кромкам листов нагрузкой с интенсивностью  $q$ . Известны величины:  $q$ ,  $l$ ,  $d$  – диаметр тела заклепки,  $[\tau_{ср}]$  – допускаемое касательное напряжение на срез для заклепки. Из расчета заклепок на срез минимально допустимое число заклепок определяется выражением ...

9.9. Напряженное состояние «чистый сдвиг» показано на рисунке ...

9.10. Аналитическое выражение закона Гука при чистом сдвиге имеет вид ...

9.11. На рисунке показан болт, нагруженный силой  $F$ . Дано:  $d = 1$  см,  $F = 0,01$  МН,  $[\tau_{ср}] = 40$  МПа – допускаемое касательное напряжение на срез головки болта. Минимально допустимая высота головки болта из расчета на срез равна \_\_\_ см.

9.12. На рисунке показана диаграмма напряжений при чистом сдвиге. Закон Гука выполняется на участке ...

9.13. Напряженное состояние «чистый сдвиг» показано на рисунке. Штриховыми линиями показан характер деформации. Углом сдвига называется угол ...

9.14. На рисунке показано клеевое соединение трех листов. Известно:  $b = 2$  см,  $l = 3$  см,  $[\tau_{ср}] = 1,2$  кН/см<sup>2</sup> – допускаемое касательное напряжение на срез клеевого слоя. Максимально допустимое значение силы  $F$  из расчета на срез клеевого слоя равно \_\_\_ кН.

### Тема 10: Крутящий момент. Деформации и напряжения

10.1. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Известны величины:  $M = 0,01$  МН\*м,  $d = 10$  см. Значение максимальных касательных напряжений в сечении С-С равно \_\_\_ МПа.

10.2. При кручении стержня круглого поперечного сечения напряженное состояние материала во всех точках, за исключением точек на оси стержня, – ...

10.3. На рисунке показан ступенчатый стержень, работающий на кручение. Величины  $L$ ,  $M$ ,  $d$ ,  $G$  заданы. Взаимный угол поворота поперечных сечений А и D равен ...

10.4. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Максимальное растягивающее напряжение в точке К действует в направлении ...

10.5. Пусть значение касательного напряжения  $\tau$  в точке 1 поперечного сечения равно 10 МПа, тогда касательное напряжение в точке 2 равно \_\_\_ МПа.

10.6. Стержень, работающий на кручение, нагружен равномерно распределенным по длине моментом с интенсивностью  $m$  и сосредоточенными моментами  $M$ . Крутящий момент в среднем сечении стержня, по абсолютной величине, равен ...

10.7. При кручении стержня круглого поперечного сечения угол сдвига изменяется вдоль радиуса по ...

10.8. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Крутящий момент на среднем грузовом участке равен ...

10.9. В самых напряженных точках поперечного сечения вала касательные напряжения достигнут предела текучести тогда, когда значение момента  $M$  равно ...

10.10. Размерность касательного напряжения ...

10.11. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Крутящий момент в сечении С-С, по абсолютной величине, равен ...

10.12. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Известны величины:  $d$ ,  $\tau_T$  – предел текучести при чистом сдвиге,  $n$  – коэффициент запаса по текучести в самых напряженных точках. Значение  $M$  равно ...

10.13. При кручении стержня с кольцевым поперечным сечением эпюра касательных напряжений показана на рисунке ...

10.14. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Максимальные касательные напряжения в поперечном сечении стержня равны ...

10.15. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Максимальное растягивающее напряжение в точке К действует в направлении ...

10.16. Стержень скручивается моментом  $M$ . Образующая АВ занимает положение АВ'. Углом сдвига является угол ...

### **Тема 11: Расчет на прочность при кручении**

11.1. Труба скручивается двумя моментами. Величины  $M$  и  $[\tau]$  заданы. Минимально допустимое значение параметра  $d$  из расчета на прочность по допускаемым напряжениям равно ...

11.2. На рисунке показан стержень, нагруженный тремя моментами. Величины  $\tau_T$ ,  $d$ ,  $M$  известны. Фактический коэффициент запаса прочности из расчета по напряжениям равен ...

11.3. Стержень круглого поперечного сечения из пластичного материала работает на кручение. В расчетах по допускаемым напряжениям условие прочности имеет вид ...

11.4. Левый конец стержня АВ круглого поперечного сечения диаметром  $d$  (см. рисунок) жестко зашплен, правый установлен в подшипнике скольжения. К стержню под прямым углом прикреплен рычаг длиной  $l$ . Система нагружена силой  $F$ . Известны величины:  $d$ ,  $l$ ,  $\tau_T$  – предел текучести при чистом сдвиге для материала стержня АВ,  $n$  – коэффициент запаса по текучести. Из расчета по допускаемым напряжениям максимально допустимое значение силы  $F$  равно ...

11.5. Стержень с круглым поперечным сечением, изготовленный из пластичного материала, работает на кручение. Опасным (предельным) напряжением для стержня является ...

11.6. Стержень круглого поперечного сечения из хрупкого материала работает на кручение. При расчете по допускаемым напряжениям за предельное напряжение принимается..

11.7. Стержень круглого поперечного сечения из пластичного материала работает на кручение. При расчете по допускаемым касательным напряжениям за предельное напряжение принимается ...

11.8. На рисунке показан стержень, работающий по кручение. Известны величины:  $M = 0,01$  МН\*м,  $[\tau] = 50$  МПа – допускаемое касательное напряжение. Из расчета на прочность по допускаемым касательным напряжениям минимально допустимый диаметр стержня равен \_\_\_ см.

11.9. На рисунке показана труба, работающая на кручение. Заданы величины:  $M = 0,05$  МН\*м,  $D = 20$  см,  $d = 15$  см, предел текучести при чистом сдвиге  $\tau_T = 100$  МПа. Фактический коэффициент запаса из расчета по текучести в самых напряженных точках равен ...

11.10. На рисунках показаны четыре варианта нагружения одного и того же вала моментами  $M$ ,  $2M$ ,  $3M$  и  $6M$ . Вал будет иметь наименьший диаметр при его нагружении по варианту ...

11.11. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Если направление момента  $M_1$  изменить на противоположное, то прочность стержня из расчета по максимальным касательным напряжениям ...

11.12. Стержень работает на кручение. Величины  $M$  и  $d$  заданы. Из условия равнопрочности по напряжениям диаметр вала на правом грузовом участке равен ...

11.13. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Заданы величины:  $d = 10$  см, предел текучести при чистом сдвиге  $\tau_t = 120$  МПа, коэффициент запаса по текучести  $n_t = 2$ . Из расчета по допускаемым касательным напряжениям максимально допустимое значение момента  $M$  равно \_\_\_\_ кН\*м.

11.14. Стержень круглого поперечного сечения из хрупкого материала работает на кручение. Допускаемое напряжение определяется по формуле ...

11.15. Допускаемое напряжение для пластичного материала при чистом сдвиге определяется по формуле  $[\tau] =$

## Тема 12: Расчет на жесткость при кручении

12.1. Относительный угол закручивания для стержня с круглым сечением определяется по формуле ...

12.2. Стержень скручивается двумя моментами (см. рисунок).  $d = 10$  см,  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа,  $[\tau] = 50$  МПа,  $[\theta] = 0,0017$  рад/м. Из расчетов на прочность и жесткость максимально допустимая величина момента  $M$  равна \_\_\_\_ МН\*м.

12.3. На рисунке показаны два стержня из одного материала, работающие на кручение. Поперечное сечения стержня I – круг. Стержень II пустотелый с поперечным сечением в форме кольца. Отношение жесткости поперечного сечения стержня I к жесткости поперечного сечения стержня II равно ...

12.4. На рисунке показан стержень, испытывающий деформацию кручение. Известные величины:  $M$ ,  $d$ ,  $G$  – модуль сдвига материала стержня,  $[\theta]$  – допустимый относительный угол закручивания. Условие жесткости для стержня имеет вид ...

12.5. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Величины  $L$ ,  $G$ ,  $J_p$ ,  $[\varphi_c]$  (допускаемый угол поворота сечения  $C$ ) заданы. Максимально допустимое значение момента  $M$  равно ...

12.6. На рисунке показан стержень, работающий на кручение. Известны величины:  $l$ ,  $GJ_p$ ,  $M$ . Угол поворота сечения  $C$  равен нулю, когда момент  $M_1$  имеет значение ...

12.7. Размерность относительного угла закручивания ...

12.8. На рисунке показан вал, скручиваемый моментами  $2M$ ,  $M$ ,  $M$ . Величины  $d$ ,  $G$  и  $[\theta]$  известны. Если  $[\theta]$  – допустимый угол закручивания, то максимальное касательное напряжение в поперечном сечении вала равно ...

12.9. На рисунке показан стержень длиной  $l = 15$  см, работающий на кручение. Концевые сечения стержня повернулись относительно друг друга на угол  $\varphi = 0,017$  рад. Относительный угол закручивания равен ...

12.10. Стержень, показанный на рисунке, испытывает деформацию кручение. Известны величины:  $M$ ,  $l$ ,  $[\varphi_c]$  – допустимый угол поворота поперечного сечения  $C$  в радианах,  $G$  – модуль сдвига материала стержня. Минимально допустимое значение диаметра  $d$  равно ...

12.11. Левый конец стержня АВ (см. рисунок) жестко зашпелен, правый установлен в подшипнике скольжения. Элемент ВС абсолютно жесткий. Известны величины:  $l$ ,  $GJ_p$  – жесткость поперечного сечения стержня АВ на кручение,  $[\delta]$  – допускаемая величина вертикального перемещения точки  $C$ . Максимально допустимое значение силы  $F$  равно ...

12.12. Максимальный относительный угол закручивания для стержня, показанного на рисунке, равен ... Известны величины:  $M$ ,  $d$ ,  $G$  – модуль сдвига материала стержня.

12.13. На рисунке показан стержень, скручиваемый тремя моментами. Величины  $M$ ,  $G$ ,  $d$ ,  $[\varphi]_{A-C}$  (допустимый взаимный угол поворота концевых сечений стержня) известны. Из расчета на жесткость максимально допустимое значение  $L$  равно ...

12.14. На рисунке показан опасный участок вала, работающий на кручение при значениях:  $M = 8 \text{ кН*м}$ ,  $[\tau] = 35 \text{ МПа}$ ,  $[\theta] = 0,5 \text{ град/м}$ ,  $G = 0,8 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ .

По результатам проверочных расчетов на жесткость и прочность можно сказать, что ...

### **Тема 13: Поперечная сила, изгибающий момент и их эпюры**

13.1. Однопролетная консольная балка нагружена силой  $F$ . Размер  $l$  задан. Значения изгибающего момента и поперечной силы по абсолютной величине в сечении I–I равны ...

13.2. Балка длиной  $l$  нагружена моментом  $M$ . Поперечная сила по длине балки ...

13.3. Двухпролетная консольная балка с шарниром нагружена силой  $F = 2 \text{ кН}$ . Линейный размер  $l = 0,5 \text{ м}$ . Максимальное значение изгибающего момента в балке по абсолютной величине равно ... (кН\*м)

13.4. Схема нагружения консольной балки внешней нагрузкой показана на рисунке. Значение максимального изгибающего момента при переносе пары сил с моментом  $M = Fl$  из сечения А в сечение В ...

13.5. На схеме показана отсеченная часть балки и нагрузка, действующая на нее. Неверным является утверждение, что изгибающий момент ...

13.6. Эпюра изгибающих моментов показана на рисунке. В отношении действующей на балку нагрузки, неверным является утверждение, что ...

13.7. Однопролетная балка ВС длиной  $3l$  нагружена силой  $F$  и моментом  $M$ . Поперечная сила в сечении I–I будет равна нулю, если значение  $M$  равно ...

13.8. На рисунке показана эпюра поперечных сил. Правильным является утверждение, что..

13.9. На схеме показана отсеченная часть стержня и нагрузка, действующая на нее. Неверным является утверждение, что изгибающий момент ...

13.10. На рисунке показана отсеченная часть балки и нагрузка, действующая на нее. Неверным является утверждение, что поперечная сила ...

13.11. Однопролетная балка ВС длиной  $3l$  нагружена силой  $ql$  и равномерно распределенной нагрузкой интенсивности  $q$ . Максимальные значения изгибающего момента и поперечной силы по абсолютной величине соответственно равны ...

13.12. На рисунке показана эпюра поперечных сил. Неверным является утверждение, что..

13.13. На схеме показана отсеченная часть балки и нагрузка, действующая на нее. Неверным является утверждение, что изгибающий момент ...

13.14. Консольная балка длиной  $2l$  нагружена силами  $F_1$  и  $F$ . Сечение I–I расположено бесконечно близко в заделке. Изгибающий момент в сечении I–I равен нулю, если значение силы  $F_1$  равно ...

13.15. Эпюра изгибающих моментов показана на рисунке. Неверным является утверждение, что поперечная сила ...

### **Тема 14: Напряжения в поперечном сечении стержня при плоском изгибе**

14.1. Максимальные касательные напряжения в балке прямоугольного сечения, когда форма и размеры поперечного сечения по длине не меняются, возникают в точках поперечного сечения, в котором ...

14.2. Эпюра распределения касательных напряжений по высоте прямоугольного поперечного сечения балки показана на схеме ...

14.3. Для определения нормальных напряжений в точках поперечного сечения балки при плоском изгибе используется формула ...

14.4. Консольная балка прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $h$  нагружена силами  $F$ . Линейный размер  $l = 10h$ . Отношение максимального нормального напряжения к максимальному касательному напряжению в балке ( $\sigma_{\max}/\tau_{\max}$ ) равно ...

14.5. При определении наибольшего нормального напряжения в поперечном сечении балки, при плоском изгибе, используют формулу ...

14.6. Консоль длиной  $l$  прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $h$  нагружена силой  $F$ . При увеличении линейных размеров балки в два раза максимальное нормальное напряжение ...

14.7. На консольную ступенчатую балку длиной  $2l$  действует равномерно распределенная нагрузка интенсивности  $q$ . Поперечное сечение левой ступени – квадрат с размерами  $b \times b$ , правая

– имеет прямоугольное сечение с размерами  $b$  и  $2b$ . Максимальное значение нормального напряжения в балке равно ... (Концентрацию напряжений не учитывать).

14.8. Однопролетная консольная балка прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  нагружена силой  $F$ . Линейные размеры  $b$  и  $l = 20b$  заданы. В сечении I–I значение максимального касательного напряжения равно  $\tau$ . Максимальное нормальное напряжение в балке равно ...

14.9. Эпюра распределения нормальных напряжений при чистом изгибе балки, показанной на схеме, имеет вид ...

14.10. Геометрическое место точек в поперечном сечении стержня при изгибе, в которых нормальные напряжения равны нулю, называется ...

14.11. При плоском поперечном изгибе в точках поперечного сечения в общем случае возникают \_\_\_\_\_ напряжения.

14.12. Эпюра распределения нормальных напряжений по высоте сечения балки I–I с размерами  $b$  и  $h$  имеет вид ...

14.13. Консоль длиной  $l$  прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $h$  нагружена силой  $F$ . Если высоту  $h$  увеличить в два раза, а ширину  $b$  уменьшить в два раза, максимальное нормальное напряжение в балке ...

14.14. Консольная балка длиной  $l$  имеет два варианта расположения прямоугольного поперечного сечения. Сила  $F$ , линейные размеры  $b$  и  $h$  заданы. В опасном сечении балки отношение наибольших нормальных напряжений  $\sigma_A \setminus \sigma_B$  равно ...

14.15. Для определения касательных напряжений в точках поперечного сечения балки, при плоском поперечном изгибе, используют формулу ...

#### **Тема 15: Расчет балок на прочность**

15.1. Однопролетная деревянная балка длиной  $l = 6$  м нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности  $q$ . Диаметр поперечного сечения  $d = 30$  см. Значение допускаемого нормального напряжения  $[\sigma] = 10$  МПа. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям максимально допустимое значение интенсивности нагрузки  $q$  равно \_\_\_\_ (кН/м)

15.2. Консольная балка длиной \_\_\_\_\_ нагружена силой  $F$ . Сечение прямоугольное с размерами  $b$  и  $h$ . В сечении I–I максимальное нормальное напряжение равно  $\sigma$ . Предел текучести для материала балки  $\sigma_T$  задан. Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям равен..

15.3. Балка имеет прямоугольное поперечное сечение с размерами  $2b$  и  $3b$ . При повороте поперечного сечения из положения А в положение В грузоподъемность балки, из расчета по нормальным напряжениям, ...

15.4. При расчете балки на прочность по касательным напряжениям, когда форма и размеры поперечного сечения по длине не меняются, опасным считается сечение ...

15.5. Однопролетная балка длиной  $l$  нагружена в середине пролета моментом  $M$ . Форма и размеры поперечного сечения по длине балки не меняются. Значение допускаемого нормального напряжения для материала балки  $[\sigma]$  задано. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям момент сопротивления поперечного сечения при изгибе  $W_x$  должен быть не меньше ...

15.6. Консольная балка прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  нагружена равномерно распределенной нагрузкой. Допускаемое нормальное напряжение для материала балки  $[\sigma]$  задано. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям максимально допустимое значение интенсивности нагрузки  $q$  равно ...

15.7. При плоском изгибе максимальные нормальные напряжения действуют в точках поперечного сечения, ...

15.8. Однопролетная двухконсольная балка нагружена силой  $F$ . К балке дополнительно прикладывается сила  $F_1 = F$ . С изменением схемы нагружения прочность балки ...

15.9. Консольная балка прямоугольного сечения нагружена силой  $F = 3$  кН. Допускаемое нормальное напряжение для материала балки  $[\sigma] = 160$  МПа, линейный размер  $b = 20$  мм. Наибольшая длина консоли  $l$  из расчета на прочность по нормальным напряжениям равна \_\_\_\_ см.

15.10. Две балки одинакового поперечного сечения изготовлены из одного материала и нагружены равномерно распределенной нагрузкой с интенсивностью  $q$ . Балки будут равнопрочны, когда длина консоли  $l_1$  равна \_\_\_\_\_. Влиянием касательных напряжений пренебречь.

15.11. Консольная балка длиной  $l$  нагружена моментом  $M$ . Значение допускаемого нормального напряжения  $[\sigma]$  известно. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям минимально допустимое значение диаметра поперечного сечения  $d$  равно ...

15.12. Консольная балка длиной  $l = 1,5$  м нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности  $q = 640$  Н/м. Поперечное сечение – равнобедренный треугольник. Допускаемое нормальное напряжение для материала балки  $[\sigma] = 160$  МПа. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям размер поперечного сечения балки  $b$  равен \_\_\_\_ (см).

15.13. При расчете балки на прочность по нормальным напряжениям, когда форма и размеры поперечного сечения по длине балки не меняются, опасным считается сечение ...

15.14. Однопролетная балка длиной  $l$  нагружена моментом  $M$ . К балке дополнительно прикладывается момент  $M_1 = M$ . С изменением схемы нагружения прочность балки ... Учтены только нормальные напряжения.

15.15. Однопролетная балка длиной  $l$  нагружена силой  $F$ . Сечение прямоугольное с размерами  $2b$  и  $3b$ . Предел текучести для материала балки  $\sigma_T$  задан. Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям равен ...

### Тема 16: Перемещения при изгибе. Расчет балок на жесткость

16.1. Консольная балка длиной  $l = 80$  см нагружена моментом  $M = 40$  Нм. Поперечное сечение балки прямоугольник:  $b = 4$  см,  $h = 0,6$  см. Модуль упругости материала  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа. Радиус кривизны балки в сечении I–I равен \_\_\_\_ (м).

16.2. Консольная балка длиной  $l$  нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью  $q$ . Модуль упругости материала  $E$ . Сечение круглое диаметром  $d$ . Радиус кривизны оси балки в опасном сечении равен ...

16.3. Стержень из однородного материала нагружен моментами  $M$ . Жесткость поперечного сечения на изгиб  $EI_x$  по длине постоянна. Радиус кривизны  $\rho$  оси стержня равен ...

16.4. Стержень длиной  $l$  нагружен моментами  $M$ . Жесткость поперечного сечения на изгиб  $EJ_x$  по длине постоянна. При увеличении длины стержня в два раза радиус кривизны  $\rho$  оси стержня ...

16.5. Деревянная балка прямоугольного сечения шириной  $b = 6$  см высотой  $h = 4$  см изогнута на дуге окружности радиусом 40 м. Модуль упругости дерева  $E = 10^4$  МПа. Максимальное напряжение в балке равно \_\_\_\_ МПа.

16.6. Однопролетная балка длиной  $l$  в середине пролета нагружена силой  $F$ . Жесткость поперечного сечения на изгиб  $EJ_x$  постоянна по длине. При увеличении длины пролета в два раза максимальный прогиб ...

16.7. Консоль длиной  $2l$  нагружена двумя моментами. Жесткость поперечного сечения на изгиб  $EJ_x$  по длине постоянна. Прогиб свободного конца консоли равен  $\delta$ , если значение момента  $M$  равно ...

16.8. На рисунке показан примерный вид изогнутой оси балки. Схема нагружения балки, соответствующая представленной форме изгиба, показана на схеме ...

16.9. Консоль на половине длины нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности  $q = 20$  кН/м. Модуль упругости материала балки  $E = 10^4$  МПа, размер  $l = 2$  м. Прогиб на свободном конце консоли не должен превышать  $[\delta] = 1$  см. Из условия жесткости диаметр поперечного сечения  $d$  равен \_\_\_\_ (см).

16.10. Консольная балка длиной  $2l$  нагружена силой  $F$  и моментом  $M = Fl$ . Размеры поперечного сечения по длине балки не меняются. Модуль упругости материала  $E$ . Форма изогнутой оси балки на первом участке описывается кривой \_\_\_\_\_ порядка, а на втором \_\_\_\_\_ порядка.

16.11. Однопролетная балка длиной  $l$ , высотой  $h$  нагружена равномерно распределенной нагрузкой. Радиус кривизны нейтрального слоя балки в середине пролета равен  $\rho$ . Жесткость поперечного сечения на изгиб  $EJ_x$  по всей длине постоянна. Максимальное нормальное напряжение в балке равно ... (Влияние поперечной силы на изменение кривизны не учитывать).

16.12. Участок балки нагружен равномерно распределенной нагрузкой интенсивности  $q$ . Модуль упругости материала  $E$ . По длине участка размеры поперечного сечения не меняются. Форма оси изогнутой балки на данном участке описывается кривой \_\_\_\_\_ порядка.

16.13. Консоль длиной  $l$  нагружена силой  $F$ . Сечение балки прямоугольное с размерами  $b$  и  $h$ . Модуль упругости материала  $E$ . При увеличении линейных размеров ( $l, b, h$ ) в два раза значения максимального прогиба ...

16.14. Консольная балка длиной  $2l$  нагружена силами  $F$ . Модуль упругости материала  $E$ , осевой момент инерции сечения  $J_x$  заданы. Прогиб концевого сечения примет значение  $\delta$ , когда значение силы  $F$  равно ...

16.15. Консоль нагружена внешними моментами. Примерный вид изогнутой оси балки показан на схеме ...

### **Тема 17: Виды нагружения стержня**

17.1. При заданном варианте нагружения рамы внешними силами участок I работает на ...

17.2. Оценку прочности материала при заданном напряженном состоянии в опасной точке стержня с круглым сечением проводят с использованием теорий прочности при:

17.3. При данном варианте нагружения стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  испытывает ...

17.4. Рама круглого сечения нагружена силой  $F$ . Кручение и плоский поперечный изгиб испытывает(-ют) участок(-ки) ...

17.5. Схема нагружения стержня квадратного сечения внешними силами показана на рисунке (одна сила лежит в плоскости чертежа, вторая – перпендикулярно плоскости). Деформации (растяжение, кручение и плоский поперечный изгиб) одновременно возникают на участке (-ах) ...

17.6. Схема нагружения стержня внешними силами представлена на рисунке. Длины участков одинаковы и равны  $l$ . Третий участок стержня испытывает деформации ...

17.7. Схема нагружения рамы показана на рисунке. Первый участок испытывает \_\_\_\_\_, второй \_\_\_\_\_.

17.8. При данном варианте нагружения стержень I работает на деформацию растяжение. Если удалить одну силу  $F$ , то стержень I будет испытывать ...

17.9. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  нагружен силами  $F$  и  $F_1$ . Стержень работает на чистый кривой изгиб, когда значение силы  $F_1$  равно ...

17.10. При заданном варианте нагружения внешними силами стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  испытывает ...

17.11. Рама круглого поперечного сечения нагружена силами  $F$  и  $2F$ . Участок рамы I испытывает ...

17.12. Схема нагружения рамы внешними силами показана на рисунке. Участок рамы I будет испытывать деформацию кручение, когда значение силы  $F_1$  равно ...

17.13. Схема нагружения рамы круглого поперечного сечения показана на рисунке. Участок рамы I испытывает ...

17.14. На стержень действуют внешние силы  $F$  и  $2F$ . Сечение прямоугольное с размерами  $b$  и  $2b$ . Участки стержня испытывают: а) 1 – кручение, 2 – кривой изгиб; б) 1 – плоский поперечный изгиб, 2 – кручение и плоский поперечный изгиб; в) 1 – кручение и плоский поперечный изгиб, 2 – кривой изгиб; г) 1 – кручение и плоский поперечный изгиб, 2 – кручение и кривой изгиб.

### **Тема 18: Пространственный и кривой изгиб**

18.1. Поперечное сечение стержня прямоугольник с размерами  $b$  и  $2b$ . Плоскость действия изгибающего момента  $M$  расположена над углом  $45^\circ$  к главным центральным осям. Значение максимального нормального напряжения в данном сечении равно ...

18.2. Стержень квадратного сечения нагружен внешними силами  $F$  и  $2F$ . Линейные размеры  $b$  и  $l = 10b$  заданы. Значение нормального напряжения в точке В равно ...

18.3. Стержень длиной  $l$  прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  нагружен моментом  $M$ . Плоскость действия момента расположена под углом  $60^\circ$  к оси  $y$ . Модуль упругости материала  $E$ , размер  $b$  известны. Линейная деформация в точке В, в направлении оси стержня, достигнет значения  $\epsilon$ , если момент  $M$  будет равен ...

18.4. Стержень нагружен силой  $F$ , которая расположена над углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикальной оси симметрии и лежит в плоскости сечения. Линейные размеры  $b$  и  $l$  заданы. Нормальное напряжение в точке В сечения I–I равно ...

18.5. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$ , длиной  $l$  нагружен моментом  $M$ . Плоскость действия момента расположена под углом  $45^\circ$  к главным центральным осям сечения. Отношение значений нормальных напряжений в точках В и С равно ...

18.6. Стержень квадратного сечения нагружен внешними силами  $F$  и  $F_1$ . Линейные размеры  $l$  и  $b$  заданы. Нормальное напряжение в точке В равно нулю, когда сила  $F_1$  равна ...

18.7. При косом изгибе полный прогиб сечения стержня определяется как ...

18.8. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $b = 2$  см,  $h = 3$  см, длиной  $l = 40$  см нагружен внешними силами. Материал стержня одинаково работает на растяжение и сжатие. Допускаемое напряжение для материала  $[\sigma] = 160$  МПа. Из расчета на прочность по напряжениям значение силы  $F$  равно \_\_\_\_ Н.

18.9. Стержень длиной  $l$  прямоугольного сечения с размерами  $2b$  и  $3b$  нагружен силами  $F_1$  и  $F_2$ . Измеренные линейные деформации в точках В и С по направлению оси стержня оказались одинаковы. Следовательно, отношение  $F_1/F_2$  равно ...

18.10. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $2b$  и  $b$  нагружен силой  $F$ , лежащей в плоскости сечения  $xu$  под углом  $30^\circ$  к оси  $y$ . Модуль упругости материала  $E$  и размер  $l$  заданы. Линейная деформация в точке В по направлению оси стержня равна ...

18.11. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  нагружен силой  $F$ , лежащей в плоскости  $xu$ . Размер  $l$  задан. Нормальное напряжение в точке А равно ...

18.12. Стержень квадратного сечения нагружен внешними силами  $F$  и  $2F$ . Линейные размеры  $l$  и  $b$  заданы. Значение максимального растягивающего нормального напряжения в стержне равно ...

18.13. В поперечном прямоугольном сечении стержня с размерами  $b$  и  $2b$  определены значения изгибающих моментов  $M_x = 2M$  и  $M_y = M$ . Нормальное напряжение в точке В равно ...

18.14. Консольная балка нагружена моментами  $M$  и  $2M$ . Сечение прямоугольное с осевыми моментами сопротивления  $W_x = 2W$ ,  $W_y = W$ . Материал балки одинаково работает на растяжение-сжатие. Допускаемое нормальное напряжение  $[\sigma]$  задано. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям минимально допустимое значение параметра  $M$  равно ...

18.15. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$ , длиной  $l$  нагружен внешними силами  $F_1$  и  $F_2$ . Значение нормального напряжения в точке В будет равно значению нормального напряжения в точке С, когда отношение  $F_1/F_2$  равно ...

#### **Тема 19: Изгиб с растяжением-сжатием**

19.1. Стержень круглого сечения диаметром  $d$  нагружен силой  $F$ . Значение максимального нормального напряжения равно ...

19.2. Ступенчатый стержень нагружен силой  $F$ . Линейный размер  $b$  задан. Значение максимального нормального напряжения в стержне равно ...

19.3. Схема нагружения стержня силами  $F$  и  $F_1 = F$  показана на рисунке. Поперечное сечение – равнобедренный треугольник с размером основания  $b$  и высотой  $h$ . При смене направления силы  $F_1$  на противоположное максимальное растягивающее напряжение в поперечном сечении стержня ...

19.4. Стержень круглого сечения диаметром  $d$  нагружен силами  $F$  и  $F_1 = F$ . При смене направления силы  $F_1$  на противоположное максимальное нормальное напряжение ...

19.5. Стержень нагружен силами  $F$  и  $2F$ . Линейный размер  $b$  задан. Значение нормального напряжения в точке К поперечного сечения равно ...

19.6. Стержень квадратного сечения со стороной  $b$  нагружен двумя силами  $F$ . Если изменить направление одной из сил на противоположное, то значение максимального нормального напряжения ...

19.7. Стержень квадратного сечения со стороной  $b$  нагружен внешними силами. Значение нормального напряжения в точке В равно ...

19.8. Стержень круглого сечения диаметром  $d$  нагружен двумя силами  $F$  и  $F_1 = F$ . При смене направления силы  $F_1$  на противоположное значение максимального нормального напряжения в поперечном сечении стержня ...

19.9. Стержень имеет прямоугольное сечение с размерами  $b$  и  $2b$ . Координаты точки приложения силы  $F$  заданы:  $x_F = b/4$ ,  $y_F = b/2$ . Значение максимального нормального напряжения по абсолютной величине равно ...

19.10. Стержень нагружен силами  $F$ . Поперечное сечение равнобедренный треугольник с размером основания  $b$  и высотой  $2b$ . Максимальное растягивающее напряжение в стержне равно ...

19.11. Стержень круглого сечения диаметром  $d$  нагружен внешними силами. Значение максимального нормального напряжения в поперечном сечении стержня равно ...

19.12. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  нагружен внешними силами  $F$  и  $2F$ . В сечении I–I значение нормального напряжения в точке С равно ...

19.13. Сила приложена в центре тяжести поперечного сечения по направлению оси стержня. При перемещении силы от центра тяжести, параллельно начальному положению, нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения ...

19.14. Стержень квадратного сечения со стороной  $b$  нагружен внешними силами. Значение максимального нормального напряжения в стержне равно ...

19.15. Стержень квадратного сечения с размерами  $b \times b$ , длиной  $l = 10b$  нагружен внешними силами  $2F$  и  $F$ . Значение нормального напряжения в точке С равно ...

### Тема 20: Изгиб с кручением

20.1. Схема нагружения стержня круглого сечения диаметром  $d$ , длиной  $l$  показана на рисунке. Значение допускаемого напряжения для материала  $[\sigma]$  задано. Значение параметра внешней нагрузки  $M$ , по теории наибольших касательных напряжений, равно ...

20.2. Стержень круглого поперечного сечения диаметром  $d$ , длиной  $l = 10d$  нагружен силой  $F$ . Напряженное состояние, которое показано на рисунке, соответствует точке ...

20.3. В поперечном сечении стержня действуют изгибающие моменты  $M_x = M$ ,  $M_y = 2M$  и крутящий момент  $M_k = 2M$ . Сечение круглое диаметром  $d$ . Значение эквивалентного напряжения в опасной точке, по теории наибольших касательных напряжений, равно ...

20.4. В опасном сечении круглого стержня заданы: изгибающие моменты  $M_x = M$ ,  $M_y = 2M$ , крутящий момент  $M_k = M$ . Допускаемое напряжение для материала стержня равно  $[\sigma]$ . Минимально допустимое значение диаметра  $d$ , по теории наибольших касательных напряжений, равно ...

20.5. Стержень круглого сечения диаметром  $d$  нагружен силой  $F$ . Значение эквивалентного напряжения в опасных точках, по теории наибольших касательных напряжений, равно ...

20.6. Стержень диаметром  $d$ , длиной  $l$  нагружен силами через абсолютно жесткий элемент длиной  $2l$ . При удалении одной из сил грузоподъемность стержня \_\_\_\_\_. При решении задачи воспользоваться теорией наибольших касательных напряжений (III теория прочности).

20.7. Стержень прямоугольного сечения с размерами  $b$  и  $2b$  нагружен силой  $F$ . Опасными являются точки ...

20.8. Схема нагружения круглого стержня диаметром  $d = 2$  см, длиной  $l = 20$  см показана на рисунке. Значение допускаемого нормального напряжения для материала, одинаково работающего на растяжение и сжатие,  $[\sigma] = 160$  МПа. Максимальное значение силы  $F$ , которую можно приложить к стержню, из расчета по напряжениям равно \_\_\_\_\_ Н. При решении задачи использовать теорию наибольших касательных напряжений (III теорию прочности).

20.9. В поперечном сечении стержня действуют изгибающие моменты  $M_x = 2M$ ,  $M_y = 3M$  и крутящий момент  $M_k = 4M$ . Сечение круглое диаметром  $d$ . Значение эквивалентного напряжения в опасной точке, по теории удельной потенциальной энергии формоизменения, равно ...

20.10. Стержень круглого сечения работает на кручение и изгиб. В опасных точках напряженное состояние ...

20.11. Стержень длиной  $l$  квадратного сечения со стороной  $b$  нагружен как показано на рисунке. В точке «К», поперечного сечения расположенного вблизи заделки, напряженное состояние показано на схеме ...

20.12. Стержень круглого сечения диаметром  $d$  длиной  $l = 10d$  нагружен силой  $F$ . Значение эквивалентного напряжения в опасной точке стержня, по теории удельной потенциальной энергии формоизменения, равно ...

20.13. Стержень круглого сечения диаметром  $d$  нагружен на свободном конце силой  $F$ . На расстоянии  $l$  от свободного конца приложена, перпендикулярно оси стержня, пара сил с моментом  $Fl$ . Значение эквивалентного напряжения в опасной точке стержня равно ... При решении задачи воспользоваться теорией удельной потенциальной энергии формоизменения (IV теория прочности).

20.14. Стержень квадратного сечения со стороной  $b$  нагружен моментами. Значение эквивалентного напряжения в опасных точках, по теории наибольших касательных напряжений, равно \_\_\_\_\_. При решении принять  $W_k = 0,2b^3$ .

20.15. Стержень круглого сечения диаметром  $d$ , длиной  $l$  нагружен силой  $F$ . Напряженное состояние в точке С показано на рисунке ...

#### 4.1.4. Домашнее задание

Домашнее задание используется для оценки качества освоения обучающимся образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Домашнее задание оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи каждой задачи домашнего задания.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	- задание решено правильно
Оценка «не зачтено»	- задание решено неправильно

Перечень тем индивидуальных задач домашнего задания:

1. Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении (сжатии),
2. Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении,
3. Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе,
4. Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе с использованием уравнений сил и моментов,
5. Построение эпюр внутренних силовых факторов в плоской раме,
6. Расчет на прочность при растяжении (сжатии),
7. Расчет на прочность при кручении,
8. Расчет на прочность при изгибе балки из прокатного профиля,
9. Расчет на прочность при изгибе балки с составным сечением,
10. Расчет на прочность при изгибе,
11. Расчет на прочность при косом изгибе,
12. Расчет на прочность при изгибе с растяжением-сжатием,
13. Расчет на прочность при изгибе с кручением,
14. Расчет на прочность при сложном сопротивлении.

#### 4.1.5. Компьютерная симуляция

Компьютерные симуляции (компьютерное моделирование в широком смысле) – это моделирование (создание, проектирование) учебных задач, ситуаций и их решение при помощи компьютера.

Компьютерные симуляции имитируют реальные условия, ситуации. Применение их в профессиональном образовании позволяет обучающимся осваивать теоретические знания, необходимые практические умения в безопасных условиях, с меньшими затратами (временными, экономическими и др.), при недоступности необходимого оборудования, специфики исследуемого явления (масштаб, длительность протекания процесса и др.), снижает риск при ошибочных действиях, позволяет прорабатывать ситуацию несколько раз, учитывая предыдущий опыт, а также позволяет задавать разнообразные условия деятельности с разным уровнем сложности.

Посредством применения компьютерной симуляции преподаватель может реализовать проблемное обучение, создавая обучающимся условия для самостоятельного освоения теоретических знаний. Также компьютерная симуляция позволяет преподавателю оценить уровень освоения обучающимися теоретического материала, умения применять его на практике.

Студенты, самостоятельно работая с компьютерной симуляцией, осваивая тему, которой она посвящена, смогут углубить свои знания по дисциплине, лучше разобраться в теме; научатся применять знания в практической (профессиональной) деятельности, анализировать производственные (практические, профессиональные) ситуации, вырабатывать (принимать) наиболее эффективные решения для достижения необходимого результата.

Для организации занятия с применением компьютерных симуляций можно использовать следующие средства:

1) виртуальные лаборатории – программно-аппаратный комплекс (электронная среда), позволяющая проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой, лабораторией, оборудованием или при полном их отсутствии (например, проведение лабораторных работ, физических, химических опытов и т.п.);

2) виртуальные (компьютерные) тренажеры – электронная среда для выполнения профессиональных задач, отработки практических умений;

3) компьютерные модели изучаемого объекта – замещение объекта исследования, конкретных предметов, явлений с целью изучения их свойств, получения необходимой информации об объекте.

Проводить занятие с применением этой технологии лучше на практических и лабораторных занятиях, при небольшом количестве одновременно работающих студентов – около 15 человек или в группах до 5 человек. Это позволит преподавателю оперативно и качественно оказывать необходимую помощь обучающимся, консультировать каждого студента или группу по возникающим проблемам, вопросам. Также компьютерные симуляции применимы в дистанционном обучении, где связь с преподавателем, его консультации по возникающим вопросам реализуется на расстоянии. В таком случае ограничение по количеству участвующих обучающихся отсутствует.

Время, необходимое для применения данной технологии, может быть разным, в зависимости от поставленной цели, учебных ситуаций.

Можно выделить следующие основные этапы реализации технологии компьютерной симуляции.

#### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ И МОТИВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ЭТАПЫ

Данный этап представляет собой в большей степени внеаудиторную самостоятельную работу как преподавателя, так и обучающихся. Включает в себя следующие шаги:

1. Определение места проведения занятия в учебном процессе. В зависимости от поставленной цели применять технологию компьютерных симуляций возможно на различных этапах обучения:

- на начальном этапе изучения темы/раздела для самостоятельного освоения темы, развития практических (профессиональных) умений;

- в середине изучения темы/раздела для промежуточного контроля знаний, определения степени освоения, понимания материала обучающимися, выявления аспектов, требующих дополнительного разбора, проработки;

- при завершении изучения темы/раздела для формирования умения применять знания на практике, освоения практических умений; преподаватель может выявить степень освоения обучающимися материала, осуществить контроль и оценку знаний, проанализировать глубину понимания ими темы.

2. Определение темы, ситуации компьютерной симуляции, цели применения.
3. Продумывание итогов и результатов, по достижению которых будет определяться качество выполнения задания – критерий для оценки результатов работы обучающегося (группы).
4. Подготовка преподавателем необходимого технического и программного обеспечения.
5. Сообщение темы и формата занятия обучающимся.
6. Мотивация обучающихся к активной деятельности на занятии.
7. Деление обучающихся на группы (при необходимости).
8. Проведение преподавателем инструктажа по работе с компьютерной симуляцией, ознакомление обучающихся с особенностями, техническими возможностями и ограничениями компьютерной симуляции, ее спецификой, а также инструктаж по технике безопасности при работе с техникой.
9. Подготовка обучающихся к предстоящему занятию, повторение пройденного лекционного материала, ознакомление с дополнительными источниками по теме (при необходимости).

#### ОСНОВНОЙ ЭТАП

Представляет собой непосредственную работу обучающихся с компьютерной симуляцией, их включенность, активную деятельность по решению поставленной задачи, ситуации, достижение необходимых результатов.

В результате работы с компьютерной симуляцией обучающиеся приобретают новое знание, умение, а также способ решения определенной практической (профессиональной) задачи (ситуации, проблемы). Полученные при работе с компьютерной симуляцией результаты (разработка продукта, исследование свойств модели, процесса, явления и пр.) оформляются в электронном формате в виде итогового продукта.

Со стороны преподавателя (при необходимости) проводится дополнительное консультирование, оказание помощи обучающимся.

#### РЕФЛЕКСИВНО-ОЦЕНОЧНЫЙ ЭТАП

Данный этап заключается в подведении итогов занятия и состоит из следующих шагов:

1. Упорядочение, систематизация и анализ проделанной работы.
2. Сопоставление целей компьютерной симуляции с полученными результатами.
3. Формулировка выводов об эффективности проделанной работы, осуществление контроля знаний, умений обучающихся по теме компьютерной симуляции.
4. Самооценка обучающихся по работе с компьютерной симуляцией, выявление приобретенных профессиональных знаний и умений, личностных качеств.
5. Самооценка преподавателя о проведенном занятии с компьютерной симуляцией, достижении поставленных целей обучения.

Шкала и критерии оценивания результата компьютерной симуляции, выполненной обучающимся, представлены в таблице

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</li> </ul>

Оценка «не за- чтено»	- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.
--------------------------	---

#### **Примерная тематика компьютерных симуляций:**

1. Моделирование башенного крана и проверка прочности конструкции с предложением рекомендаций по усилению остова крана.
2. Моделирование зубчатого редуктора с предложением улучшения прочности зубчатых колес.

## **4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **4.2.1. Экзамен**

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса и задача.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи.
Оценка 4 (хорошо)	полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных

	ошибок в решении задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса.
Оценка 3 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности принципиального характера в ответе на экзамене и в решении задачи.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении задачи.

### Вопросы к экзамену

#### 3 семестр

1. Понятия прочности, жесткости, устойчивости. Основные гипотезы сопротивления материалов.
2. Классификация тел. Принципы построения расчетной схемы.
3. Внешние силы, их классификация.
4. Понятие и виды внутренних силовых факторов.
5. Построение эпюр внутренних силовых факторов методом сечений.
6. Правила построения эпюр внутренних силовых факторов при растяжении (сжатии).
7. Правила построения эпюр внутренних силовых факторов при кручении.
8. Правила построения эпюр внутренних силовых факторов при изгибе.
9. Понятие напряжения, компоненты напряжения.
10. Понятие о деформации, компоненты деформации.
11. Характеристика простых видов нагружения.
12. Основное условие прочности.
13. Основное условие жесткости.
14. Диаграмма деформирования материала: общая характеристика.
15. Особенности диаграмм деформирования пластичных и хрупких материалов.
16. Определение механических свойств сталей и сплавов.
17. Составляющие механических свойств сталей и сплавов.
18. Особенности условия прочности для пластичных и хрупких материалов.
19. Понятие о растяжении и сжатии, внутренние силовые факторы, построение эпюр внутренних силовых факторов.
20. Расчет на прочность при растяжении (сжатии).
21. Закон Гука при растяжении (сжатии) и коэффициент Пуассона.
22. Определение перемещений при растяжении (сжатии).
23. Виды расчетов на прочность.
24. Понятие о кручении, внутренние силовые факторы, построение эпюр внутренних силовых факторов.
25. Расчет на прочность при кручении.
26. Закон Гука при кручении.
27. Определение деформаций при кручении.
28. Понятие об изгибе, внутренние силовые факторы, построение эпюр внутренних силовых факторов.
29. Напряжения при изгибе.
30. Расчет на прочность при изгибе.
31. Понятие о геометрических характеристиках плоских сечений.
32. Статический момент сечения. Определение центра тяжести сечения.
33. Момент инерции сечения: понятие, определение, использование.
34. Изменение момента инерции сечения при параллельном переносе системы координат.
35. Определение момента инерции составного сечения.
36. Понятие главных осей и главных моментов инерции.
37. Момент сопротивления сечения.
38. Рациональные формы поперечных сечений.

