

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Маланичева Наталья Николаевна

Должность: директор филиала

Дата подписания: 11.04.2023 11:25:12

Уникальный программный ключ:

94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fedd18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМУ ТРАНСПОРТУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА  
на заседании Ученого совета филиала  
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде  
протокол от 28 июля 2022 г. № 1

УТВЕРЖДЛЮ:  
Директор филиала  
Н.Н. Маланичева  
05 июля 2022 г.

## Сопротивление материалов

### рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Грузовые вагоны

Форма обучения: очная

Нижний Новгород 2022

Программу составил: Горохова М.В.

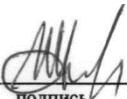
Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация «Грузовые вагоны» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 215.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «18» июня 2022 г. № 10

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, проф.



И.В. Каспаров

подпись

# **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

## **1.1. Цели и задачи дисциплины**

Целью освоения учебной дисциплины «Сопротивление материалов» является формирование у обучающегося компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог».

Курс сопротивления материалов является основой для большинства общеспециальных и специальных дисциплин при подготовке инженера- строителя. В этом курсе изучаются все основные принципы, используемых при расчете сооружений на прочность, устойчивость и деформацию, приводится вывод всех основных формул, рассматриваются физические свойства конструкционных материалов, на основе которых выводятся предельные условия прочности и деформативности.

Задачи изучения дисциплины заключаются в том, что, изучив дисциплину, студент должен:

Иметь представление о поведении различных конструкционных материалов при действии внешних нагрузок, перепадов температур во времени, о способах измерения различных параметров, определяющих напряженно - деформированное состояние конструкции, о составлении расчетных моделей и возможностях их изменений с целью получения более детальной информации, о конструкции большинства испытательных машин, о методике получения статистических данных, о свойствах материалов и назначении предельных нормативных значений.

Знать и уметь использовать способы определения усилий, напряжений и деформаций для стержней, пластин и оболочек, методы расчета статически неопределеных систем в упругой и упруго - пластической стадии работы.

Иметь опыт расчета стержней на растяжение и сжатие, поперечный изгиб и сложное сопротивление, расчета пластин на изгиб из плоскости и нагружение в своей плоскости, расчета цилиндрических оболочек.

## 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

<b>Индикатор</b>	<b>Результаты освоения учебной дисциплины</b>
<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики твердого деформируемого тела;</li> <li>- методы определения усилий и деформаций в элементах конструкции при различных видах нагружения;</li> <li>- методы оценки прочности, жесткости и устойчивости конструкций при различных видах деформаций и нагружений;</li> <li>- современные численные методы оценки прочностных и пластических свойств конструкций.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создавать расчетную схему конструкции и определять внутренние силовые факторы в ее сечениях;</li> <li>- определять напряжения и деформации в различных сечениях конструкции при разных видах нагружения;</li> <li>- выполнять проверку прочности в соответствии с теориями прочности и материалом конструкции;</li> <li>- выполнять расчеты на жесткость и устойчивость.</li> <li>- выполнять расчеты прочности и жесткости при динамическом нагружении конструкций.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при простом и сложном ее нагружении;</li> <li>- методами экспериментального исследования прочности и жесткости конструкций при различных видах деформаций;</li> <li>- приемами расчета конструкций с использованием современных программных комплексов и прикладных пакетов;</li> <li>- методами расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

<b>Код дисциплины</b>	<b>Наименование дисциплины</b>	<b>Коды формируемых компетенций</b>
<b>Осваиваемая дисциплина</b>		
Б1.О.20	Сопротивление материалов	ОПК-4 (ОПК-4.6)
<b>Предшествующие дисциплины</b>		
нет		
<b>Дисциплины, осваиваемые параллельно</b>		
нет		
<b>Последующие дисциплины</b>		
Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-4 (ОПК-4.6)

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы (семестры)
		2 (4)
Общая трудоемкость дисциплины:		
- часов	216	216
- зачетных единиц	6	6
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов</b>	<b>82,75</b>	<b>82,75</b>
<i>из нее аудиторные занятия, всего</i>	<i>82,75</i>	<i>82,75</i>
в т.ч. лекции	32	32
практические занятия	16	16
лабораторные работы	32	32
КА	0,4	0,4
КЭ	2,35	2,35
в т.ч. в интерактивной форме		
<b>Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)</b>	<b>24,65</b>	<b>24,65</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>108,6</b>	<b>108,6</b>
в том числе на выполнение:		
контрольной работы		
расчетно-графической работы	18	18
реферата		
курсовой работы		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	Экз	Экз
Текущий контроль (вид, количество)	РГР(1)	РГР(1)

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Темы и краткое содержание курса**

**Тема 1. Введение**

«Сопротивление материалов» как наука. Ее связь с курсом строительной механики и другими общеинженерными и специальными дисциплинами.

Цели и задачи сопротивления материалов.

Гипотезы (допущения) в сопротивлении материалов. Принцип независимости действия внешних сил. Гипотеза плоских сечений.

Основные объекты, изучаемые в курсе сопротивления материалов: брус (стержень), пластина, оболочка, массивное тело. Понятие о расчетной схеме.

Внешние силы и их классификация: поверхностные, объемные и сосре-

доточенные, активные и реактивные, постоянные и временные, статические и динамические. Правило знаков.

Метод сечений. Внутренние усилия и правило знаков для внутренних усилий. Дифференциальные зависимости между внутренними и внешними усилиями прямого стержня.

Основные свойства твердого деформируемого тела: упругость, пластичность и ползучесть. Деформации и перемещения. Деформации линейные и угловые (сдвиги). Правило знаков для деформаций.

Напряжение. Виды напряжений. Правило знаков для напряжений. Виды простейших деформаций стержня: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб.

Понятие о тензорах напряжений и деформаций.

## **Тема 2. Растяжение и сжатие прямого стержня**

Центральное растяжение или сжатие. Основные понятия и определения.

Продольные силы. Напряжение в поперечном сечении стержня при осевом растяжении-сжатии.

Расчет шарнирно-стержневых систем, работающих на растяжение или сжатие.

Напряжения в сечениях, наклонных к оси стержня.

Продольные и поперечные деформации. Закон Гука при растяжении и сжатии. Модуль упругости первого рода  $E$  и коэффициент Пуассона.

Расчеты на жесткость при растяжении и сжатии. Перемещения поперечных сечений бруса и эпюры перемещений. Изменение объема при растяжении и сжатии.

Потенциальная энергия деформации при растяжении и сжатии. Полная и удельная работа, затрачиваемая на деформирование материала.

## **Тема 3. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии**

Опытное изучение механических свойств материалов при растяжении и сжатии.

Диаграммы растяжения и сжатия пластических материалов (первичная диаграмма, диаграмма условных напряжений, истинная диаграмма).

Разгрузка и повторное нагружение. Наклеп. Влияние скорости нагружения, температуры и других факторов на прочностные характеристики материалов.

Диаграмма растяжения высокопрочных сталей и сплавов. Понятие условного предела текучести.

Основные механические характеристики материала. Характеристики прочности, пластичности и вязкости. Понятие о пластической деформации.

Особенности деформирования и разрушения пластичных материалов при растяжении и сжатии.

Особенности разрушения хрупких материалов при растяжении и сжатии.

Понятие о ползучести, релаксации и длительной прочности.

Строительные материалы с нелинейной зависимостью между деформациями и напряжениями.

Механические свойства новых строительных материалов - пластмасс. Особенности их поведения под нагрузкой в зависимости от ряда дополнительных условий: температуры, влажности, скорости нагружения и др.

#### **Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии**

Понятие осевого растяжения-сжатия.

Определение внутренних усилий в растягиваемых и сжимаемых стержнях. Напряжения при осевом растяжении-сжатии стержня.

Деформации стержней при растяжении и сжатии.

Расчеты на прочность и жесткость.

Влияние концентрации напряжений на прочность при статической нагрузке.

Определение внутренних сил, напряжений перемещений в деформируемом стержне с учетом его собственного веса.

Потенциальная энергия деформации.

Проверка прочности стержня по разрушающим нагрузкам и допускаемым напряжениям.

#### **Тема 5. Плоское напряженное состояние**

Понятие о плоском напряженном состоянии в точке.

Общий случай плоского напряженного состояния.

Закон парности касательных напряжений.

Напряжения в наклонной площадке.

Главные площадки и главные напряжения.

Площадки с наибольшими касательными напряжениями. Величина наибольших касательных напряжений.

Закон Гука при плоском напряженном состоянии.

#### **Тема 6. Сдвиг**

Напряжения и деформации при сдвиге. Чистый сдвиг.

Закон Гука при сдвиге.

Модуль сдвига  $G$ . Зависимость между  $G$ ,  $E$  и  $\mu$  для изотропного тела.

Неизменность объема при сдвиге.

Понятие о расчете на прочность заклепочных и сварных соединений.

#### **Тема 7. Понятие о пространственном напряженном состоянии**

Тензоры напряжений и деформаций для объемного напряженного состояния.

Закон Гука при пространственном напряженном состоянии.

Главные напряжения и главные деформации при объемном напряженном состоянии. Объемная деформация.

Октаэдрические напряжения.

Удельная потенциальная энергия (упругий потенциал). Энергия изменения объема и энергия изменения формы.

## **Тема 8. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений**

Измерение деформаций тензометрами. База тензометров. Тензометры механические. Тензометры омического сопротивления (проводочные датчики). Понятие о тензометрической розетке при исследовании плоского напряженного состояния.

Поляризационно-оптический метод исследования напряжений.

Понятие о моделировании.

Краткие сведения о специальных экспериментальных методах (методе хрупких лаковых покрытий, методе муаровых полос и др.).

## **Тема 9. Гипотезы прочности и пластичности**

Назначение гипотез прочности и пластичности. Понятие о предельном напряженном состоянии, об эквивалентном напряжении.

Хрупкое и вязкое разрушение в зависимости от вида напряженного состояния. Современная трактовка развития трещин и наступления пластических деформаций.

Гипотеза наибольших нормальных напряжений.

Гипотеза наибольших деформаций (удлинений).

Гипотеза наибольших касательных напряжений.

Гипотеза энергии формоизменения и ее различные трактовки.

Гипотеза разрушение Мора для материалов с различными пределами прочности при растяжении и сжатии.

Гипотезы пластичности при пластичном состоянии материала.

Общие сведения о новых гипотезах прочности и пластичности.

## **Тема 10. Геометрические характеристики поперечных сечений**

Статические моменты площади сечения. Изменение статических моментов сечения при параллельном переносе осей.

Координаты центра тяжести сечения. Центральные оси сечения.

Моменты инерции сечения. Осевой, полярный и центробежный моменты инерции.

Изменение моментов инерции сечения при параллельном переносе осей.

Изменение осевых и центробежных моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси инерции.

Моменты инерции простейших геометрических фигур.

Моменты сопротивления сечения. Радиус инерции.

Вычисление геометрических характеристик сложного сечения.

## **Тема 11. Кручение**

Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса. Эпюры крутящих моментов.

Кручение прямого вала круглого поперечного сечения. Основные допущения.

Напряжения в поперечных сечениях вала при кручении. Эпюра напря-

жений в расчетном сечении вала при кручении. Угол закручивания. Жесткость при кручении.

Виды разрушений при кручении бруса круглого поперечного сечения из разных материалов. Напряженное состояние вала при кручении. Главные напряжения и главные площадки.

Три вида задач при кручении: определение напряжений или углов закручивания, подбор сечений и вычисление допускаемого крутящего момента.

Расчет сплошных и полых валов на прочность и жесткость.

Потенциальная энергия деформации при кручении.

Кручение брусьев прямоугольного сечения.

Кручение стержней, сечение которых составлено из нескольких узких прямоугольников.

Кручение тонкостенных стержней замкнутого профиля.

## **Тема 12. Изгиб**

Понятие о деформации изгиба. Гипотезы при изгибе. Внешние силы, вызывающие изгиб.

Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях бруса при изгибе: изгибающий момент и поперечная сила. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил.

Чистый изгиб. Напряжение в балке при чистом изгибе. Формула для нормальных напряжений при чистом изгибе.

Поперечный изгиб. Напряжения в балке при поперечном изгибе. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Журавского).

Эпюры напряжений в сечении балке при поперечном изгибе.

Понятие об изгибе бруса тонкостенного профиля. Центр изгиба.

Потенциальная энергия деформации изгиба.

Расчеты прочности при изгибе.

Три вида задач: проверка прочности, определение размеров сечения, определение максимальной нагрузки по условию прочности.

Рациональное сечение балок.

## **Тема 13. Определение перемещений при изгибе**

Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.

Определение перемещений в сечениях балки интегрированием дифференциального уравнения изгиба оси балки. Граничные условия.

Метод начальных параметров. Практические приемы использования метода начальных параметров для определения перемещений сечений балки.

Принцип возможных перемещений. Формула Мора.

Определение перемещений и углов поворота в балках при помощи общей формулы Мора. Правило Верещагина.

Практические приемы использования формулы Мора и правила Верещагина для определения перемещений в сечениях балки

Определение перемещений в балках переменного сечения.

## **Тема 14. Статически неопределенные системы**

Понятие о линейно деформируемых системах.

Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений.

Теорема Клайперона.

Понятие о статически неопределенных системах.

Особенности статически неопределенных систем в отличие от статически неопределенных. Примеры статически неопределенных систем.

Понятие о степени статической неопределенности. Лишние неизвестные.

Основная и эквивалентная системы.

Канонические уравнения метода сил. Уравнения перемещений для определения лишних неизвестных.

Порядок раскрытия статической неопределенности систем методом сил.

Понятие об особенностях расчета неразрезных балок методом сил.

Простейшие статически неопределенные системы при растяжении-сжатии и кручении.

## **Тема 15. Изгиб балок на упругом основании**

Понятие о балках на упругом основании.

Типы упругих оснований и их свойства. Условия контакта подошвы балки и упругого основания.

Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки на винклеровом упругом основании и его интегрирование. Границные условия.

Метод начальных параметров для балок на упругом основании.

Расчет бесконечно длинной балки на упругом основании.

Расчет коротких балок на упругом основании. Функции Крылова.

## **Тема 16. Сложное сопротивление**

Понятие о сложном сопротивлении стержня.

Косой изгиб. Напряжения и перемещения при косом изгибе. Положение нейтральной линии при косом изгибе. Эпюра напряжений.

Внекентрное растяжение-сжатие. Нормальные напряжения при внекентрном растяжении-сжатии, положение нейтральной линии.

Ядро сечения. Определение положения ядра сечения.

Изгиб с кручением круглого вала. Определение размеров поперечного сечения вала из условий прочности при сложном нагружении.

## **Тема 17. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)**

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критические нагрузки.

Определение критической силы при продольном изгибе (формула Эйлера).

Влияние способов закрепления концов стержня на величину критической силы. Понятие о гибкости и приведенной длине стержня. Критическое напряжение. Предел применимости формулы Эйлера.

Потеря устойчивости при напряжениях за пределом пропорциональности материала.

Формула критической силы Ясинского.  
График критических напряжений в зависимости от гибкости стержня.  
Допускаемое напряжение при продольном изгибе стержня.  
Практический метод расчета сжатых стержней на прочность и устойчивость.

### **Тема 18. Расчеты при динамических нагрузках**

Понятие о динамической нагрузке и динамическом коэффициенте.  
Подъем и опускание груза с ускорением. Использование принципа Д'Аламбера. Уравнение движения.

Удар. Понятие о контактной силе при ударе и график ее развития.  
Поперечный удар груза о балку. Динамический коэффициент при ударе.  
Приближенный учет массы балки при ударе. Коэффициент приведения масс.

Свободные колебания. Особенности свободных колебаний. Частота собственных колебаний. Уравнение собственных колебаний системы с одной сосредоточенной массой и его решение.

Гармонические колебания. Приведенная жесткость балки.  
Затухание свободных колебаний.  
Вынужденные колебания и их особенности. Динамический коэффициент. Резонанс

### **Тема 19. Расчет на прочность при напряжениях, переменных во времени**

Понятие об усталостном разрушении материала. Постулаты Велера.  
Понятие усталости и выносливости материала. Характеристики циклов переменных напряжений.

Разновидности циклов напряжений.  
Предел выносливости. Кривые усталости.  
Диаграмма предельных амплитуд.  
Факторы, влияющие на усталостную прочность материала.  
Коэффициент запаса прочности при циклическом нагружении.

### **Тема 20. Основные уравнения теории упругости**

Предмет и задачи теории упругости.  
Разложение тензора напряжений на шаровый тензор и девиатор напряжений.

Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Наибольшие касательные напряжения.

Уравнения на поверхности.  
Обобщенный закон Гука в прямой и обратной формах. Закон Гука для средних напряжений и деформаций.  
Дифференциальные уравнения равновесия (уравнения Навье).  
Вектор перемещений и его составляющие.  
Разложение тензора деформаций на шаровую и девиаторную составляющие. Понятие о главных деформациях. Инварианты деформированного со-

стояния.

Выражение компонентов деформации через перемещения (геометрические уравнения Коши).

Уравнение сплошности (неразрывности деформаций, уравнения Сен-Венана).

Понятие об интенсивности напряжений и интенсивности деформаций.

Уравнение равновесия в перемещениях (уравнение Ламе).

Уравнения неразрывности деформаций в напряжениях (уравнение Бельтрами - Митчелла).

Формулировка основной задачи теории упругости. Теорема о единственности решения общей задачи теории упругости.

## **Тема 21. Плоская задача теории упругости**

Прямая и обратная задачи теории упругости.

Понятие о плоском напряженном состоянии и о плоской деформации.

Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение плоской задачи теории упругости.

Решение плоской задачи для прямоугольных односвязных областей методом полиномов.

Решение плоской задачи теории упругости полуобратным методом Сен-Венана.

Решение плоской задачи теории упругости методом тригонометрических рядов. Методы Рибьера и Файлона.

Основные соотношения плоской задачи в полярных координатах.

Двумерные и одномерные задачи теории упругости. Практические примеры решения задач теории упругости.

Понятие о приближенных методах решения задач теории упругости. Метод Ритца. Метод Бубнова-Галеркина.

Численные методы решения задач сопротивления материалов и теории упругости.

## **Тема 22. Изгиб пластин**

Классификация пластин.

Гипотезы, принимаемые в теории изгиба тонких пластин.

Выражения для внутренних усилий в пластинах.

Основное дифференциальное уравнение изгиба пластины в прямоугольных координатах (уравнение Софи Жермен - Лагранжа).

Границные условия для основных случаев закрепления краев пластины.

Применение двойных и простых тригонометрических рядов к расчету прямоугольных пластин (метод Навье и метод Мориса Леви).

Понятие о расчете прямоугольной пластины на упругом основании.

Вариационные методы решения задач по теории изгиба и устойчивости пластин Энергетический метод Ритца-Тимошенко. Метод Бубнова-Галеркина.

Приведение основного уравнения изгиба пластины к системе обыкно-

венных дифференциальных уравнений (метод В.З. Власова). Понятие о расчете гибких пластин.

### **Тема 23. Основы расчета тонких оболочек**

Основные понятия и определения.

Понятие о безмоментной теории оболочек вращения. Гипотезы, принимаемые в теории изгиба тонких оболочек.

Определение внутренних усилий и напряжений по безмоментной теории.

Расчет сферических, цилиндрических и конических сосудов по безмоментной теории.

Понятие о краевом эффекте. Краевой эффект в цилиндрической и сферической оболочках.

### **Тема 24. Основы теории пластичности и ползучести**

Предмет и задачи теории пластичности.

Модели идеально пластических и жесткопластических тел. Диаграмма Прандтля. Эффект Баушингера.

Условия пластичности Сен-Венана и Мизеса. Простое и сложное нагружение тела. Активная, пассивная и нейтральная деформации.

Основные законы деформационной теории пластичности (теории малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина) и теории пластического течения.

Простейшие задачи по теории пластичности: чистый изгиб балки, кручение круглого бруса, труба под внутренним давлением.

Понятие о несущей способности балок и плит на основе модели жестко-пластического тела (теория А.А. Гвоздева)

Явление ползучести в простейших конструкциях.

Вязкоупругое поведение элемента конструкции при постоянном напряжении.

Кривые ползучести. Основные теории ползучести.

Понятие о наследственной теории ползучести и теории старения.

Простейшие задачи по теории ползучести.

### **4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий					
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС		
		ЛК	ПЗ	ЛБ			
2 курс							
4 семестр							
Тема 1. Введение	5	1			4		
Тема 2. Растяжение и сжатие прямого стержня	8	1	1	2	4		
Тема 3. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	7	1		2	4		

Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии	4	1	1		2
Тема 5. Плоское напряженное состояние	3	1			2
Тема 6. Сдвиг	3	1			2
Тема 7. Понятие о пространственном напряженном состоянии	5	1		2	2
Тема 8. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений	7	1		2	4
Тема 9. Гипотезы прочности и пластичности	4	1			3
Тема 10. Геометрические характеристики поперечных сечений	10	2	2	2	4
Тема 11. Кручение	7	1		2	4
Тема 12. Изгиб	10	2	2	2	4
Тема 13. Определение перемещений при изгибе	10	2	2	2	4
Тема 14. Статически неопределенные системы	15	2	4	2	7
Тема 15. Изгиб балок на упругом основании	9	2		2	5
Тема 16. Сложное сопротивление	9	2		2	5
Тема 17. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	10	2	2	2	4
Тема 18. Расчеты при динамических нагрузках	12	2	2	2	6
Тема 19. Расчеты на прочность при напряжениях переменных во времени	6	1			5
Тема 20. Основные уравнения теории упругости	7,6	1			6,6
Тема 21. Плоская задача теории упругости	10	1		4	5
Тема 22. Изгиб пластин	7	1		2	4
Тема 23. Основы расчета тонких оболочек	5	1			4
Тема 24. Основы теории пластичности и ползучести	15	1			14
КА	0,4				
КЭ	2,35				
Контроль	24,65				
Всего за 4 семестр	216	32	16	32	108,6
ИТОГО за 2 курс	216	32	16	32	108,6

### 4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов	
	всего	
2 курс		
4 семестр		
Тема 2. Растяжение и сжатие прямого стержня	1	

Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии	1
Тема 10. Геометрические характеристики поперечных сечений	2
Тема 12. Изгиб	2
Тема 13. Определение перемещений при изгибе	2
Тема 14. Статически неопределеные системы	4
Тема 17. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	2
Тема 18. Расчеты при динамических нагрузках	2
Всего за 4 семестр	16
ИТОГО за 2 курс	16

#### 4.4. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторной работы	Количество часов
	всего
2 курс	
4 семестр	
Растяжение и сжатие прямого стержня	2
Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	2
Понятие о пространственном напряженном состоянии	2
Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений	2
Геометрические характеристики поперечных сечений	2
Кручение	2
Изгиб	2
Определение перемещений при изгибе	2
Статически неопределенные системы	2
Изгиб балок на упругом основании	2
Сложное сопротивление	2
Устойчивость сжатых стержней	2
Расчеты при динамических нагрузках	2
Плоская задача теории упругости	4
Изгиб пластин	2
Всего за 4 семестр	32
ИТОГО за 2 курс	32

#### 4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6. Тематика контрольных работ

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

#### 4.7. Тематика расчетно-графической работы

4 семестр

Расчетно-графическая работа состоит из решения шести задач с приложением результатов компьютерных расчетов для подтверждения правильности вычислений. Работа выполняется по вариантам, (номер варианта выбирается по трем последним цифрам зачетной книжки).

1. Раастяжение и сжатие прямого бруса
2. Геометрические характеристики поперечных сечений
3. Изгиб: подбор сечения и вычисление перемещений
4. Расчет внецентренно сжатого стержня
5. Расчет сжатого стержня на устойчивость
6. Расчет балки на вынужденные колебания

**5. Учебно-методическое обеспечение  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**5.1. Распределение часов по темам и видам  
самостоятельной работы**

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид работы
2 курс		
4 семестр		
Тема 1. Введение	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 2. Раастяжение и сжатие прямого бруса	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.
Тема 3. Механические свойства материалов при раастяжении и сжатии	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при раастяжении и сжатии	2	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.
Тема 5. Плоское напряженное состояние	2	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 6. Сдвиг	2	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 7. Понятие о пространственном напряженном состоянии	2	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 8. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 9. Гипотезы прочности и пластичности	3	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 10. Геометрические характеристики поперечных сечений	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.
Тема 11. Кручение	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 12. Изгиб	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.
Тема 13. Определение перемещений при изгибе	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.

Тема 14. Изгиб статически неопределенных балок	7	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.
Тема 15. Изгиб балок на упругом основании	5	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 16. Сложное сопротивление	5	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.
Тема 17. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену. Выполнение расчетно-графической работы.
Тема 18. Расчеты при некоторых динамических нагрузках	6	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 19. Расчет на прочность при напряжениях, переменных во времени	5	Работа с литературой. Подготовка к экзамену
Тема 20. Основные уравнения теории упругости	6,6	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 21. Плоская задача теории упругости	5	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 22. Изгиб пластин	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 23. Основы расчета тонких оболочек	4	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Тема 24. Основы теории пластичности и ползучести	14	Работа с литературой. Подготовка к экзамену.
Итого	108,6	

## **5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указанием места их нахождения:**

- учебная литература – библиотека филиала;
- методические рекомендации по выполнению расчетно-графических работ;
- методические рекомендации по самостояльному изучению теоретического материала – сайт филиала.

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

Виды оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Контрольная работа	учебным планом не предусмотрено
Расчетно-графическая работа	1
Промежуточный контроль	
Зачет	учебным планом не предусмотрено
Экзамен	1

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы

### 7.1. Основная литература

	Авторы, со-ставители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Ицкович Г. М.	Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 324 с. — режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/492981">https://urait.ru/bcode/492981</a> (	Электронный ресурс
Л1.2	Степин П.А.	Сопротивление материалов: учебник	СПб.: Лань.- 2014.- 320 с. Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/3179">http://e.lanbook.com/book/3179</a>	Электронный ресурс
Л1.3	П. А. Павлов, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников, В. А. Шерстнев ; под редакцией Б. Е. Мельникова.	Сопротивление материалов : учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 556 с. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/116013">https://e.lanbook.com/book/116013</a>	Электронный ресурс
Л1.4	Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев	Сопротивление материалов : учебник	Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 576 с. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/131018">https://e.lanbook.com/book/131018</a>	Электронный ресурс

### 7.2. Дополнительная литература

Л2.1	Лукьянов А.М., Лукьянов М.А.	Сопротивление материалов: учеб. пособие.	М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. — 598 с. Режим доступа: <a href="http://umczdt.ru/books/48/18762/">http://umczdt.ru/books/48/18762/</a>	Электронный ресурс
Л2.2	Кривошапко С. Н.	Сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 397 с. — <a href="https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-449918">https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-449918</a>	Электронный ресурс
Л2.3	Ицкович Г. М., Минин Л. С., Винокуров А. И. ; Под ред. Минина Л.С.	Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 299 с. — <a href="https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-2-454244">https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-2-454244</a>	Электронный ресурс

## **8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

- 1.Официальный сайт филиала.
2. Электронная библиотечная система
3. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

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

Занятия по дисциплине «Сопротивление материалов» проводятся в виде лекций, лабораторных и практических занятий.

1. Лекционный материал рекомендуется конспектировать. У студента должна быть тетрадь и письменные принадлежности для ведения конспекта.

2. Практические занятия проводятся в виде решения задач по пройденным темам как вручную, так и с помощью компьютерных программ.

При подготовке к практическим занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

3. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе в виде экспериментов с образцами с помощью соответствующей программы. Бланки для заполнения полученных экспериментально значений выдаются преподавателем.

В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить одну расчетно-графическую работу. Прежде чем выполнять задания расчетно-графической работы, необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с методическими указаниями по выполнению РГР. Выполнение и защита работы являются непременным условием для допуска к экзамену. Во время выполнения расчетно-графической работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.

При подготовке к экзамену нужно изучить рекомендованную литературу, лекционный материал.

## **10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии и программное обеспечение:

- для проведения практических занятий используется программа POLUS, имеющаяся в свободном доступе в интернете.

- для проведения лабораторных работ применяется лицензионная программа COLUMBUS, установленная на 20 компьютерах одного их компьютерных классов.

- для самостоятельной работы студентов: Windows 7 и выше, Microsoft Office 2010 и выше.

Программное обеспечение POLUS (свободно распространяемое ПО)

**Профессиональные базы данных,  
используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)**  
Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсян-  
кина

[https://library.narfu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru](https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=505&Itemid=574&lang=ru)

**11. Описание материально - технической базы, необходимой для  
 осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения  
 занятий с указанием соответствующего оснащения**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - аудитория № 401. Специализированная мебель: столы ученические - 32 шт., стулья ученические - 64 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: переносной экран, переносной проектор, ноутбук. Учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины - комплект презентаций (хранится на кафедре).

**11.2. Перечень лабораторного оборудования**

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (проведение занятий семинарского типа) - Лаборатория Компьютерный класс № 2, аудитория № 411. Специализированная мебель: столы ученические - 25 шт., стулья ученические - 31 шт., доска настенная - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры - 17 шт., видеопанель - 1 шт. Microsoft Office Professional 2007 (лицензия № 43571763 от 06.03.2008) Mathcad Education-Student Edition Term (сублицензионный договор 10.11.2017 № Тч000200126).

Программное обеспечение - программный комплекс «Виртуальные лабораторные работы по сопротивлению материалов «COLUMBUS»» (лицензионный договор № 125 от 03.08.2017).

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по учебной дисциплине**

**СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

## **1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины**

### **1.1. Перечень компетенций**

**ОПК-4:** Способен выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных.

Индикатор ОПК-4.6 Оценивает предельное напряженно-деформированное состояние элементов конструкции машин при проведении расчетов и проектировании технических систем

### **1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины**

<b>Наименование этапа</b>	<b>Содержание этапа (виды учебной работы)</b>	<b>Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов</b>
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.6)
Этап 2. Формирование умений	лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.6)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение расчетно-графической работы	ОПК-4 (ОПК-4.6)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита расчетно-графической работы, экзамен	ОПК-4 (ОПК-4.6)

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

<b>Этап формирования компетенции</b>	<b>Код компетенции, индикатор</b>	<b>Показатели оценивания компетенций</b>	<b>Критерии</b>	<b>Способы оценки</b>
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-4 (ОПК-4.6)	-посещение лекционных занятий, лабораторных и практических работ; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой лабораторной и практической работе	-наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; -активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов	устный ответ

Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ОПК-4 (ОПК-4.6)	-выполнение лабораторных и практических работ	-успешное самостоятельное выполнение практических и лабораторных работ	отчет по лабораторной работе и по практической работе
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-4 (ОПК-4.6)	-наличие правильно выполненной расчетно-графической работы	- расчетно-графическая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	расчетно-графическая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-4 (ОПК-4.6)	- успешная защита расчетно-графической работы; -экзамен	- ответы на все вопросы по расчетно-графической работе; - ответы на вопросы экзамена	устный ответ

## 2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатора	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-4 (ОПК-4.6)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики твердого деформированного тела (деформация, упругость, изотропность, пластичность, равновесие, сплошность тела)</li> <li>- основные виды деформаций стержня</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять внутренние силовые факторы в сечениях стержня</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой определения внутренних силовых факторов методом сечений</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики твердого деформированного тела (деформация, упругость, изотропность, пластичность, равновесие, сплошность тела)</li> <li>- основные виды деформаций стержня</li> <li>- способы построения эпюр внутренних силовых факторов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять внутренние силовые факторы в сечениях стержня;</li> <li>- определять положения опасных точек в сечении;</li> <li>- проверять прочность в соответствии с теорией прочности;</li> <li>- определять перемещения и проверять жесткость конструкций</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой определения внутренних силовых факторов методом сечений;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия механики твердого деформированного тела (деформация, упругость, изотропность, пластичность, равновесие, сплошность тела);</li> <li>- основные виды деформаций стержня;</li> <li>- способы построения эпюр внутренних силовых факторов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять внутренние силовые факторы в сечениях стержня;</li> <li>- определять положения опасных точек в сечении;</li> <li>- проверять прочность в соответствии с теорией прочности;</li> <li>- определять перемещения и проверять жесткость конструкций</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой определения внутренних силовых факторов методом сечений;</li> </ul>

		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой определения внутренних силовых факторов методом сечений;</li> <li>- методикой расчетов на прочность и жесткость при простых деформациях и сложном нагружении;</li> <li>- методикой определения перемещений путем составления универсального уравнения упругой линии или по формуле Мора</li> <li>- методикой экспериментального исследования механических характеристик и свойств материалов.</li> </ul>
--	--	--

### **2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций**

#### **а) Шкала оценивания экзамена**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	<p>Индикатор достижений компетенции сформирован на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы.</p> <p>Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы. Задачу решил правильно.</p>
оценка «хорошо»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы;</li> <li>- индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, или на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы.</li> </ul> <p>Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикатора достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теорети-</p>

	ческих вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. Задачу решил.
оценка «удовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- индикатор достижений компетенции сформирован на базовом уровне;</li> <li>- индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, или на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы.</li> </ul> <p>Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплинарном уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы. Задачу решил на 50%.</p>
оценка «неудовлетворительно»	<p>Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы.</p> <p>Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.</p>

### б) Шкала оценивания расчетно-графической работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижений компетенции сформирован на уровне не ниже базового. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения.
Не засчитано	Индикатор достижений компетенции сформирован на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют.

### 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код Компетенции, индикатора	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-4 (ОПК-4.6)	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- устный ответ
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- лабораторная работа, практическая работа (методические рекомендации для проведения лабораторных работ и практических занятий)

	Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	- расчетно-графическая работа: перечень тем и заданий по вариантам (методические рекомендации по СРС)
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к экзамену (приложение 1)

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков**

##### **Экзамен**

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

##### **Расчетно-графическая работа**

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов.

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Сопротивление материалов» составлена в соответствии с программой курса и включает в себя следующие задания.

##### **Расчетно-графическая работа**

###### **Задача 1. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ ПРЯМОГО БРУСА**

Для заданного стержня, состоящего из двух участков, имеющих различные поперечные сечения, требуется:

- из условия прочности определить размеры поперечного сечения,
- вычислить перемещение сечений в характерных точках.

###### **Задача 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ**

Для заданного составного сечения требуется:

- изобразить сечение с указанием масштаба,
- показать положение главных центральных осей инерции,
- вычислить значения главных радиусов инерции.

###### **Задача 3. ИЗГИБ: ПОДБОР СЕЧЕНИЯ И ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

Для заданной стальной жестко защемленной балки с указанным поперечным сечением требуется:

- подобрать размеры поперечного сечения из условий прочности,
- построить эпюры внутренних усилий  $Q$  и  $M_i$ ,
- вычислить прогиб и угол поворота сечения в характерных точках,
- изобразить упругую линию балки, руководствуясь эпюрой  $M_i$  и вычисленными значениями перемещений.

#### **Задача 4. РАСЧЕТ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТОГО СТЕРЖНЯ**

Для заданного чугунного стержня с указанным поперечным сечением требуется построить эпюру распределения нормальных напряжений по сечению и выполнить проверку прочности стержня.

#### **Задача 5. РАСЧЕТ СЖАТОГО СТЕРЖНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ**

Для заданной стойки с указанным поперечным сечением требуется:

- определить такое значение длины стойки  $L_0$ , при которой гибкость равнялась бы предельному значению  $\lambda_{\text{пред}}$ ,
- вычислить величины критических сил при трех значениях длин:  $L_1 = 1,2 \cdot L_0$ ,  $L_2 = 0,8 \cdot L_0$  и  $L_3 = 0,3 \cdot L_0$ ,
- определить значение допускаемой сжимающей силы при длине  $L_1$  и коэффициент запаса устойчивости при действии этой силы.

#### **Задача 6. РАСЧЕТ БАЛКИ НА ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ**

Для заданной системы стальных балок с установленным электромотором и указанным поперечным сечением требуется:

- выполнить расчет на собственные и вынужденные колебания,
- проверить прочность балок,
- определить диапазон изменения значения  $N$ , при котором динамический расчет производиться не должен.

### **Практические занятия**

Практические занятия — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

При проведении практических занятий студентам предлагаются вопросы для обсуждения по темам, отведенным на практическое занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины):

### **Лабораторная работа**

Лабораторные работы — метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Проведение лабораторных работ позволяет студентам углубить и закрепить теоретические знания, развития навыков самостоятельного экспериментирования. Включает подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Учащиеся приобретают умения и навыки, необходимые им в последующей профессиональной деятельности и способствуют формированию причинно-следственных связей законов сопротивления и исследуемых явлений.

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Сопротивление материалов»**

**Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»**

1. Задачи науки о сопротивлении материалов, последовательность решения их применительно к тому или иному реальному объекту (привести пример).
2. Внутренние силовые факторы, возникающие в поперечном сечении бруса. Определение их величины.
3. Понятие “напряжение”. Определение напряжений, их виды.
4. Закон Гука. Физический смысл модуля Е.
5. Классификация конструктивных элементов.
6. Нагрузки и их классификация.
7. Понятие напряжений. Полное, нормальное и касательные напряжения.
8. Геометрические характеристики плоских сечений.
9. Главные центральные моменты инерции сечения. Определение положения главных осей инерции сечения.
10. Особенности расчет вала прямоугольного профиля.
11. Прямой поперечный изгиб. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
12. Аналитический метод определения перемещений при изгибе.
13. Изгиб. Методы вычисления перемещений.
14. Изгиб. Метод начальных параметров.
15. Определение перемещений Методом Мора.
16. Основные понятия при определении перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
17. Чистый изгиб. Вывод формулы для определения нормальных напряжений при изгибе.
18. Расчеты на прочность при изгибе. Подбор сечения. Определение допускаемых нагрузок.
19. Правило Верещагина. Универсальные формулы сопряжения эпюр.
20. Сложное сопротивление. Классификация в зависимости от вида возникающих внутренних усилий.
21. Критическая сила, способ закрепления стержня и его влияние на величину критической силы.
22. Расчет стержня на устойчивость по Эйлеру.
23. Цель расчета сжатого стержня на устойчивость. Дать понятие устойчивости.
24. Формула Ясинского. Применение зависимости Ясинского?
25. Расчет на устойчивость. Основные этапы расчета.

**Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»**

1. Диаграмма растяжения. Указать характерные зоны на диаграмме.

2. Растяжение – сжатие. Вычисление внутренних усилий и напряжений.
3. Растяжение – сжатие. Вычисление перемещений.
4. Чистый сдвиг. Вычисление главных напряжений.
5. Кручение. Вычисление внутренних усилий и напряжений.
6. Кручение. Вычисление угла закручивания вала круглого (кольцевого) сечения.
7. Расчет вала на прочность. Сходство и различие расчетных формул для валов круглого и прямоугольного сечения.
8. Относительный угол закручивания. Его вычисление.
9. Изгиб. Вычисление нормальных напряжений.
10. Изгиб. Вычисление внутренних усилий.
11. Расчет на прочность балки по нормальным напряжениям, формулирование условия прочности.
12. Определение опасного сечения при изгибе с растяжением, условие прочности.
13. Способы определения прогибов в балках.
14. Определение прогиба и угла поворота сечения при помощи интеграла Мора.
15. Правило знаков для внутренних силовых факторов в кривом стержне. Особенности построения эпюр внутренних силовых факторов.
16. Косой изгиб. Вычисление напряжений. Нулевая линия.
17. Косой изгиб. Вычисление перемещений.
18. Кручение с плоским изгибом. Вычисление напряжений.
19. Кручение с косым изгибом. Вычисление напряжений.
20. Кручение с косым изгибом. Расчет вала круглого сечения.
21. Кручение с косым изгибом. Вычисление диаметра вала по различным теориям прочности.
22. Внекентрное растяжение-сжатие. Вычисление напряжений. Нулевая линия.
23. Внекентрное растяжение-сжатие. Построение ядра сечения.
24. Определение напряжений при внекентрном растяжении-сжатии.
25. Расчет пространственного бруса.

### **Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»**

1. Расчетная схема сооружения.
2. Понятие деформаций: абсолютная и относительная деформация.
3. Коэффициент Пуассона.
4. Понятие абсолютного и относительного удлинения при растяжении (сжатии). Как определить их опытным путем?
5. Линейная и угловая деформации.
6. Растяжение – сжатие. Три типа решаемых задач.
7. Разрушение медного и чугунного образца при сжатии. Их прочностные характеристики.
8. Испытания деревянного образца на сжатие. Характер разрушения. Прочностные характеристики.

9. Сдвиг. Три типа решаемых задач.
- 10.Изменение характеристик при параллельном переносе осей координат.
- 11.Изменение характеристик при повороте осей координат.
- 12.Кручение. Три типа решаемых задач при расчете на прочность.
- 13.Кручение. Три типа решаемых задач при расчете на жесткость.
- 14.Испытание материала на кручение. Диаграмма кручения.
- 15.Изгиб. Три типа решаемых задач при расчете на прочность.
- 16.Расчет на прочность балки по касательным напряжениям, условие прочности.
- 17.Сходство и различие расчетов на выносливость при симметричном и несимметричном циклах.
- 18.Исследование стали и чугуна на растяжение-сжатие.
- 19.Исследование стали на срез (смятие).
- 20.Исследование на кручение.
- 21.Исследование балки на плоский изгиб.
- 22.Исследование балки на косой изгиб.
- 23.Исследование кривого бруса на внецентренное растяжение.
- 24.-Критические напряжения.
- 25.Влияние высоты падения груза на прочность балки.
- 26.Расчеты деталей на выносливость. Сущность таких расчетов.
- 27.Продольно-поперечный изгиб. Сложность расчета на продольно-поперечный изгиб.
- 28.Ударная нагрузка. Предпосылки, которые используются в расчетах на удар.
- 29.Коэффициент динамичности нагрузки. Условие прочности при динамических нагрузках.
- 30.Усталость, выносливость. Особенности усталостного разрушения.

### **Оценочные средства**

**Компетенция ОПК-4:** Способен выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных.

### **Тестовые задания**

- 1. Вставить пропущенное слово: «Свойство материала не разрушаться под действием внешних усилий называется \_\_\_\_\_».**
- 2. Свойства материала восстанавливать свою форму и размеры после снятия нагрузки называется**
  - а) изотропностью
  - б) пластичностью
  - в) упругостью
  - г) однородностью
  - д) сплошнотью

**3. Какие из перечисленных ниже гипотез являются основными гипотезами сопротивления материалов? (выбрать несколько ответов)**

- а) гипотеза плоских сечений
- б) гипотеза начальных размеров (малых перемещений)
- в) гипотеза постоянства деформаций
- г) гипотеза статического нагружения
- д) гипотеза независимости действия сил

**4. Шарнирно-неподвижная опора в стержне устраниет в сечении, где она установлена**

...

- а) вертикальные перемещения
- б) горизонтальные перемещения
- в) угловые перемещения
- г) любые линейные перемещения
- д) линейные и угловые перемещения

**5. Вставить пропущенное слово: «Количественной мерой распределенной нагрузки является \_\_\_\_\_ - нагрузка, приложенная к единице длины (единицы площади, единицы объема)**

- сосредоточенная сила
- группа сил
- интенсивность
- распределенный момент
- равнодействующая

**6. Вставить пропущенное слово: «Реальный объект, освобожденный от свойств, не существенны при решении данной задачи называется \_\_\_\_\_ схемой».**

**7. Стержень постоянного поперечного сечения находится под действием собственного веса. Моделью нагрузения стержня является ...**

- а) равномерно распределенная нагрузка
- б) распределенная нагрузка, интенсивность которой меняется по закону синуса
- в) распределенная нагрузка, интенсивность которой изменяется по линейному закону (закону треугольника)
- г) сосредоточенная сила
- д) распределенная нагрузка, интенсивность которой меняется по закону квадратичной параболы.

**8. Вставить пропущенное слово: «Проекция вектора полного напряжения на плоскость сечения называется \_\_\_\_\_ напряжением»**

- номинальным
- допускаемым
- нормальным
- касательным
- контактным

**9. В системе СИ напряжения измеряются ...**

- а) Н, кН, МН

- б) Н/m<sup>3</sup>, кН/m<sup>3</sup>, МН/m<sup>3</sup>  
 в) Нм, кНм, МНм  
 г) Па, кПа, МПа

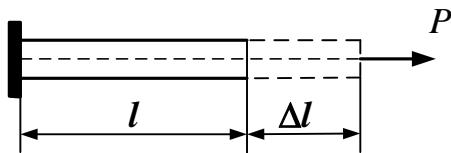
**10. Проекции главного вектора и вектора главного момента внутренних сил в сечении тела на оси ортогональной системы координат, связанные с сечением, называются ...**

- а) самоуравновешенной системой внутренних сил  
 б) внутренними силовыми факторами  
 в) внешними силовыми факторами  
 г) внутренними силами  
 д) силами взаимодействия

**11. При нагружении тела внешней нагрузкой точка  $K$  тела перемещается вдоль координатных осей  $x$ ,  $y$  и  $z$  на величины  $u$ ,  $v$  и  $w$ . Величина полного перемещения точки определяется по формуле ...**

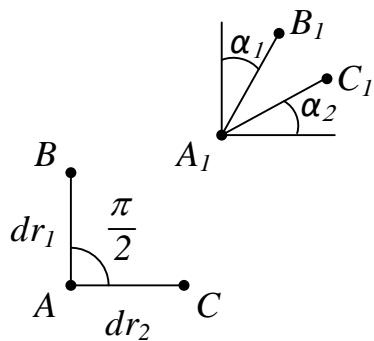
- а)  $u + v + w$   
 б)  $\sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$   
 в)  $\sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$   
 г)  $\sqrt{u^2 + v^2} + w$

**12. Стержень длиной  $l$  растягивается силой  $P$ .  $\Delta l$  – абсолютное удлинение стержня. Линейная деформация в направлении оси стержня равна ...**



- а)  $\frac{\Delta l}{l}$       б)  $\frac{l+\Delta l}{l}$       в)  $\frac{l}{\Delta l}$       г)  $\Delta l$

**13. При нагружении тела внешними силами точки тела  $A$ ,  $B$ ,  $C$  перемещаются в положение  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$ . Углом сдвига между направлениями  $AB$  и  $AC$ , проходящими через точку  $A$ , называется угол, равный ...**

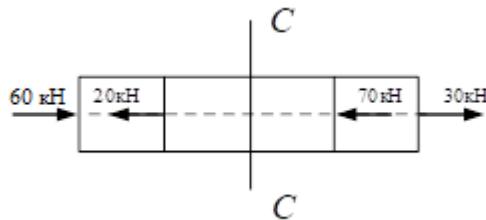


- а)  $(\alpha_1 - \alpha_2)$       б)  $\left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}\right)$       в)  $(\alpha_1 + \alpha_2)$       г)  $\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$       д)  $\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha_1 + \alpha_2)\right]$

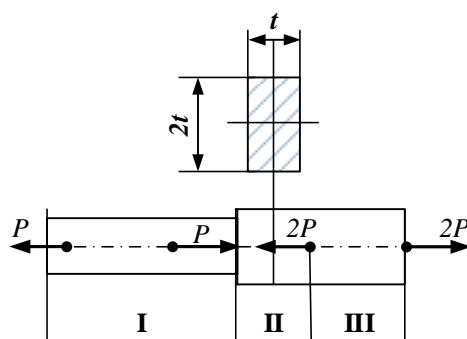
**14. Что из перечисленного ниже не является деформацией (выбрать несколько правильных ответов):**

- а) растяжение б) сдвиг в) вращение г) кручение д) наклеп

**15.** На рисунке показан стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. Значение продольной силы в сечении С-С равно \_\_\_\_\_ кН. (Вычислить и вставить число).



**16.** На рисунке показан прямой ступенчатый стержень, нагруженный силами, направленными вдоль оси. Нормальные напряжения в поперечном сечении второго участка равны ...



- а)  $-\frac{P}{2t^2}$     б)  $-\frac{P}{t^2}$     в)  $\frac{P}{2t^2}$     г)  $\frac{P}{t^2}$     д) 0

**17.** При растяжении стальной проволоки силами  $P$  была замерена продольная деформация  $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-4}$ . После снятия нагрузки деформация обратилась в ноль. Модуль упругости материала проволоки  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа. Нормальное напряжение в поперечном сечении проволоки равнялось \_\_\_\_\_ МПа (Вставить значение)

**18.** Основными видами испытаний конструкционных материалов являются испытания на ... (выбрать несколько вариантов)

- а) сжатие
- б) растяжение
- в) твердость и ударную вязкость
- г) кручение
- д) ползучесть и длительную прочность

**19.** Механические характеристики прочности, по результатам испытаний на растяжение и сжатие, определяется по формуле ...

- а)  $\sigma = E\varepsilon$

6)  $\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|$

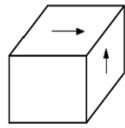
в)  $\sigma = \frac{M_x}{W_x}$

г)  $\sigma = \frac{P}{F}$

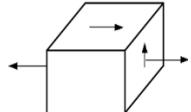
20. Вставить пропущенное слово: «Реальный объект, освобожденный от свойств, не существенных при решении данной задачи, в сопротивлении материалов называется \_\_\_\_\_ схемой.

21. На каком из представленных ниже рисунков изображено объемное напряженное состояние в точке конструкции.

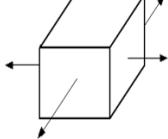
а)



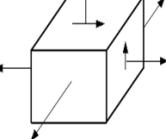
б)



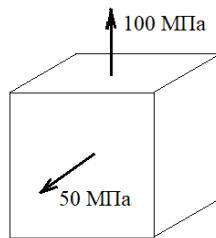
в)



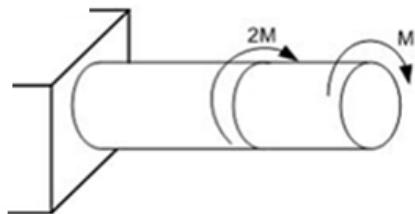
г)



22. На рисунке показан элементарный параллелепипед, выделенный главными площадками вокруг некоторой точки конструкции. Вычислить значение наибольшего касательного напряжения в этой точке.  $\tau_{max} = \underline{\hspace{2cm}}$  МПа



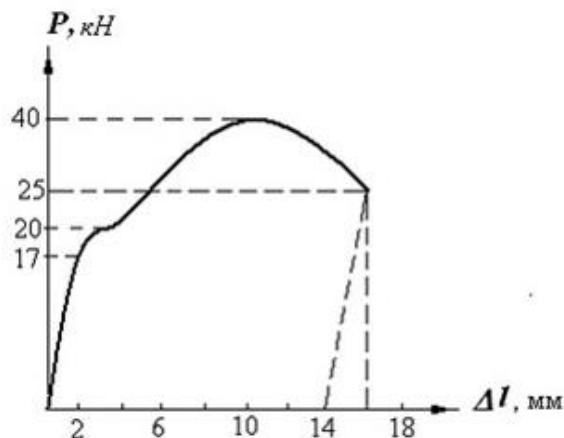
23. Условие прочности стержня, показанного на рисунке, имеет вид:



а)  $\frac{3M}{W_p} \leq [\tau]$     б)  $\frac{2M}{W_p} \leq [\tau]$     в)  $\frac{M}{W_p} \leq [\tau]$     г)  $\frac{M}{3W_p} \leq [\tau]$

24. В результате испытания цилиндрического образца длиной 70 мм и площадью поперечного сечения 100  $\text{мм}^2$  была получена диаграмма, которая показана на рисунке. Вычислить относительное остаточное удлинение образца после разрыва

$$\delta = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

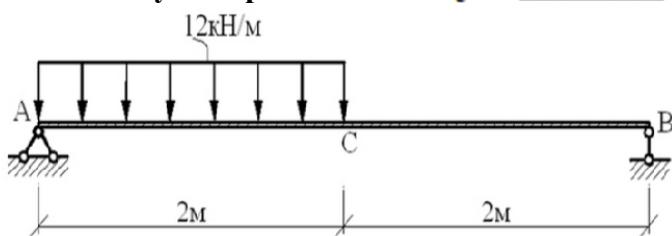


25. При каких видах деформации в поперечном сечении стержня возникают нормальные напряжения (выбрать несколько вариантов ответов):

- а) поперечный изгиб
- б) растяжение-сжатие
- в) кручение
- г) внецентренное растяжение-сжатие
- д) сдвиг

26. Найти величину поперечной силы в сечении балки, проходящем через точку С.

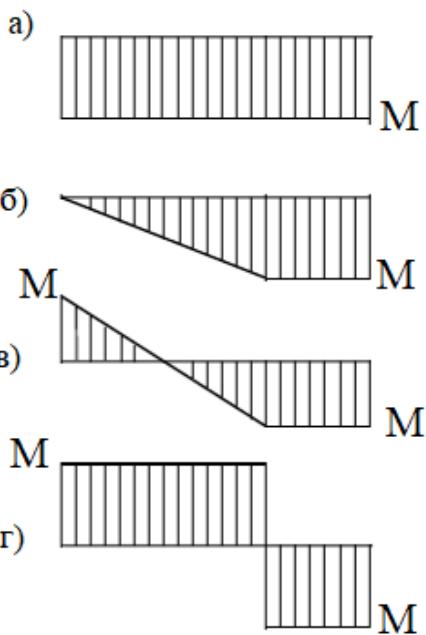
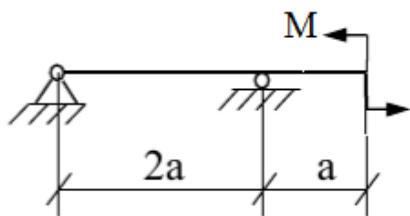
Указать величину поперечной силы.  $Q = \underline{\hspace{2cm}}$  кН



27. В сечении проходящим через точку А балки, отличны от следующие перемещения

- а) угол поворота
- б) прогиб
- в) прогиб и угол поворота
- г) любые перемещения отсутствуют

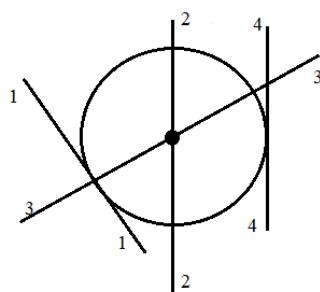
28. Указать на каком из рисунков эпюра изгибающих моментов имеет верный вид



**29. Продолжите утверждение. «Закон Гука устанавливает ...»**

- а) зависимость между поверхностными силами и напряжениями
- б) взаимосвязь между изгибающим моментом и прогибом
- в) влияние нагрузки на перемещения
- г) взаимосвязь между перемещениями и деформациями
- д) физическую взаимосвязь между напряжениями и деформациями

**30. Главными центральными осями для круга являются оси (ось)...(можно выбрать несколько вариантов ответа)**



- а) 1 – 1    б) 2 – 2    в) 3 – 3    г) 4 – 4    д) все оси

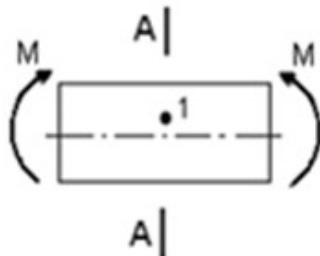
**31. Вставить пропущенное слово: Оси, относительно которых центробежный момент инерции сечения равен нулю, а осевые моменты инерции принимают экстремальные значения, называются \_\_\_\_\_ осями.**

**32. При плоском изгибе стержня нормальные напряжения по высоте поперечного сечения ...**

- а) имеют кубический закон распределения; равны нулю на нейтральной линии и достигают максимума в точках, наиболее удаленных от нее
- б) имеют линейный закон распределения; достигают максимума на нейтральной линии и равны нулю в точках, наиболее удаленных от нее
- в) имеют линейный закон распределения; равны нулю на нейтральной линии и достигают максимума в точках, наиболее удаленных от нее
- г) изменяются по закону квадратичной параболы; в самых верхних и нижних точках поперечного сечения равны нулю и достигают максимума на нейтральной линии

**33. Вставить пропущенное слово: На участке балки постоянного сечения приложена равномерно распределенная нагрузка интенсивности  $q$ . Форма изогнутой оси балки на данном участке описывается кривой \_\_\_\_\_ порядка.**

**34. В точке 1 поперечного сечения А-А балки отличны от нуля ...**



- а) только нормальное напряжение
- б) только касательное напряжение
- в) и нормальное и касательное напряжения
- г) все напряжения равны нулю

**35. Консольная балка нагружена сосредоточенным моментом  $M$ . Допускаемое нормальное напряжение для материала балки  $[\sigma]$ . Условию прочности на изгиб удовлетворяет момент сопротивления поперечного сечения балки  $W$ , найденный из соотношения ...**

$$\text{а) } W \leq \frac{M}{[\sigma]} \quad \text{б) } W \geq \frac{M \cdot L}{[\sigma]} \quad \text{в) } W \geq \frac{M}{[\sigma] \cdot L} \quad \text{г) } W \geq \frac{M}{[\sigma]}$$

**36. Какая из перечисленных ниже форм поперечных сечений балки лучше остальных работает на изгиб**

- а) круг
- б) квадрат
- в) труба
- г) швеллер
- д) двутавр

**37. При прямом изгибе стержня нейтральная ось в поперечном сечении**

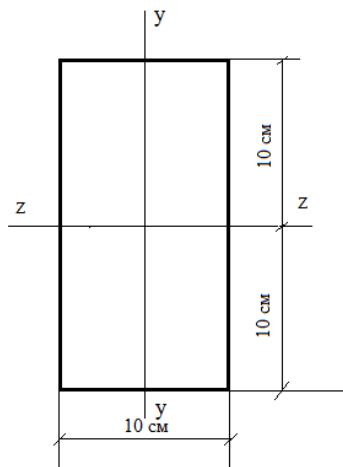
- а) совпадает с центральной осью сечения
- б) совпадает с главной осью сечения
- в) совпадает с главной центральной осью сечения
- г) повернута в сторону оси с наименьшим моментом инерции
- д) проходит за пределами сечения

**38. Вставить пропущенное слово. Особенностью динамической нагрузки в отличие от статической, является наличие в уравнениях равновесия сил \_\_\_\_\_**

39. Вставить пропущенное слово: Явление резкого возрастания амплитуды колебаний при совпадении частоты возмущающей силы с собственной частотой колебаний системы называется \_\_\_\_\_

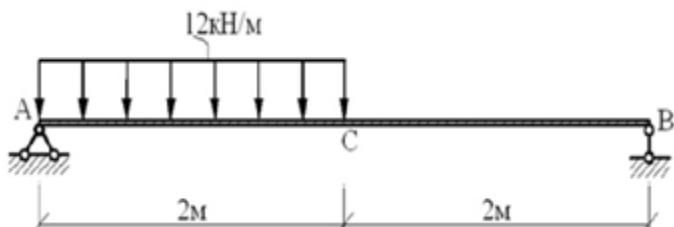
40. Величина изгибающего момента в рассматриваемом поперечном сечении балки в форме прямоугольника с размерами указанными на рисунке,  $M_z=30 \text{ кНм}$ . Вычислить максимальные нормальные напряжения в этом сечении

$$\sigma_{\max} = \text{_____ MPa}$$



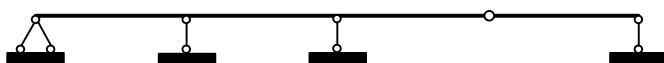
41. Для заданной балки вычислить величины вертикальных реакций.

$$R_A = \text{_____ kH}, R_B = \text{_____ kH}$$

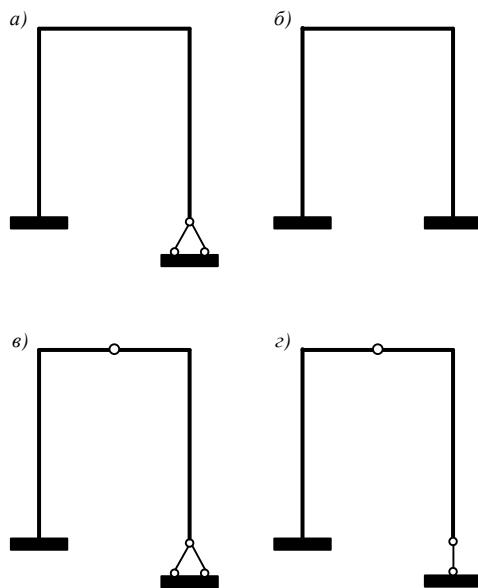


42. Вставить слово: «Наименьшее значение нагрузки, при которой первоначальная форма равновесия становится неустойчивой, называется \_\_\_\_\_».

43. Степень статической неопределенности балки, показанной на рисунке равна \_\_\_\_\_



44. Два раза статически неопределенная рама показана на рисунке ...



45. Вставить пропущенное слово. «Условия, накладываемые на абсолютные перемещения некоторых точек системы, называют \_\_\_\_\_ связями».

46. Вставить пропущенное слово. «Ограничения, накладываемые на взаимные смещения элементов системы, называют \_\_\_\_\_ связями».

47. Система, освобожденная от дополнительных связей и внешней нагрузки, статически определимая и кинематически неизменяемая, носит название..

- а) расчетной схемой
- б) эквивалентной системы
- в) основной системой
- г) стандартной схемой
- д) заданной схемой

48. Система канонических уравнений два раза статически неопределенной системы имеет вид

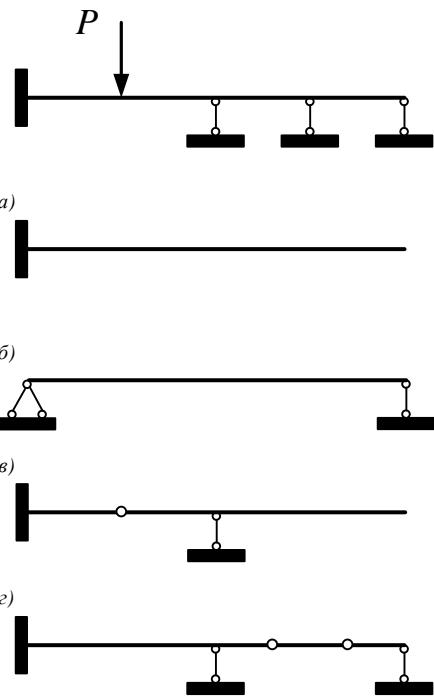
$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1P} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2P} = 0$$

Коэффициент, который определяет перемещение по направлению неизвестного усилия  $X_2$  от единичного усилия  $\bar{X}_1$ , обозначен ....

- а)  $\delta_{11}$
- б)  $\delta_{21}$
- в)  $\delta_{12}$
- г)  $\Delta_{1P}$
- д)  $\Delta_{2P}$

49. Для показанной на рисунке статически неопределенной балки представлены четыре варианта основной системы. Правильно выбранная основная система показана на схеме .... Возможно несколько вариантов ответа.



**50. Формула для определения значения критической (эйлеровой) силы, когда напряжения в сжатом шарнирно опертом по концам стержне не превышают предела пропорциональности, имеет вид ....**

a)  $\frac{n^2 \pi^2 E I_{min}}{l^2}$     б)  $\frac{\pi^2 E I_{min}}{(\mu l)^2}$     в)  $\frac{\pi^2 n^2 E I_{min}}{(\mu l)^2}$     г)  $\frac{\pi^2 E I_{min}}{l^2}$

**51. Возможность применимости формулы Эйлера для определения критической заданного материала, устанавливается по величине ...**

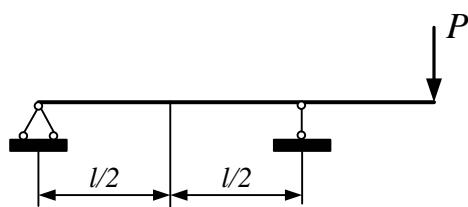
- а) площади сечения
- б) длины стержня
- в) радиуса инерции сечения
- г) момента инерции поперечного сечения
- д) гибкости

**52. Коэффициент динамичности упругой системы при ударе определяется по формуле**

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{cr}}}, \text{ где } \delta_{cr} - \text{перемещение сечения ....}$$

- а) в месте падения груза от силы, равной весу падающего груза, но приложенной внезапно
- б) в месте падения груза от силы, равной весу падающего груза, но приложенной статически
- в) в котором возникают наибольшие напряжения от силы, равной весу падающего груза, но приложенной статически
- г) в котором возникает наибольший прогиб от силы, равной весу падающего груза, но приложенной статически

**53. Прогиб в середине пролета балки от статически приложенной силы  $P$  равен  $\delta$ . Прогиб в этом же сечении балки при мгновенном приложении силы  $P$  равен...**



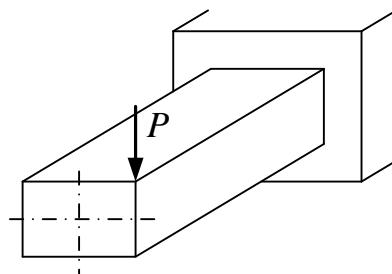
a)  $\sqrt{\frac{2h}{\delta_{ct}}} \delta$       б)  $2\delta$       в)  $\delta$       г)  $\sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{ct}}}$

**54.** Вставить пропущенные слова. «Любая комбинация простых деформаций стержня называется \_\_\_\_\_».

**55.** При выводе формулы сложного сопротивления используется ...

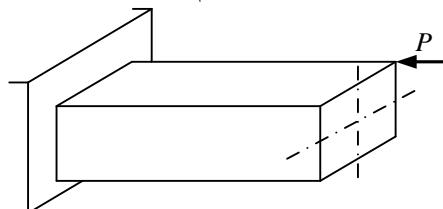
- а) принцип Сен-Венана
- б) принцип Д'Аламбера
- в) принцип возможных перемещений
- г) принцип независимости действия сил

**56.** При данном варианте нагружения стержень испытывает ... (выбрать несколько вариантов ответа)



- а) кручение
- б) поперечный изгиб
- в) чистый изгиб
- г) осевое сжатие

**57.** При данном варианте нагружения в стержне прямоугольного (не квадратного) поперечного сечения имеет место комбинация ...



- а) сжатия и чистого косого изгиба
- б) сжатия и плоского изгиба
- в) сжатия и косого изгиба
- г) кручения и изгиба

**58.** Наибольшее значение максимального напряжения цикла, при котором образец не разрушается до базы испытания, называется ...

- а) пределом прочности
- б) пределом выносливости
- в) градиентом напряжения
- г) номинальным напряжением

**59. Среднее напряжение цикла  $\sigma_m$  определяется по формуле ...**

a)  $\frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$       б)  $\frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$       в)  $\sqrt{\sigma_{min}^2 + \sigma_{max}^2}$       г)  $\sqrt{\sigma_{min} \sigma_{max}}$

**60. Предел выносливости при увеличении размеров образца ...**

- а) не изменяется
- б) увеличивается
- в) уменьшается
- г) меняется по линейному закону

**61. Установить соответствие**

1. прочность
2. жесткость
3. устойчивость

- а) способность элементов конструкции сопротивляться изменению формы и размеров
- б) способность элементов конструкции сохранять первоначальную форму равновесия
- в) свойства материала сопротивляться разрушению под воздействием внешних сил.

**62. Установить соответствие.**

**Какие уравнения (законы) устанавливают следующие связи:**

1. между деформациями и напряжениями
2. между перемещениями и деформациями
3. между напряжениями и внешними усилиями
4. между линейными и угловыми деформациями

- а) уравнения Коши
- б) уравнения сплошности
- в) уравнения на поверхности
- г) уравнения закона Гука

**63. Установить соответствие (можно выбрать несколько вариантов)**

1. характеристики прочности материала
2. характеристики пластичности материала

- а) предел пропорциональности
- б) относительное удлинение
- в) предел текучести
- г) предел прочности
- д) относительное сужение

**64. Установить соответствие.**

Напряженное состояние считается

1. линейным
2. плоским
3. объемным

- а) если одно из главных напряжений в рассматриваемой точке конструкции равно нулю
- б) если два главных напряжения в рассматриваемой точке конструкции равны нулю
- в) если все главные напряжения в рассматриваемой точке конструкции отличны от нуля

### **Вопросы для подготовки к тестовым заданиям**

1. Гипотезы (допущения) в сопротивлении материалов. Гипотеза плоских сечений. Принцип независимости действия сил.
2. Основные понятия сопротивления материалов (прочность, жесткость, устойчивость, пластичность, деформации, напряжения, перемещения и др.).
3. Основные объекты, изучаемые в сопротивлении материалов (стержень, оболочка, массивное тело). Понятие о расчетной схеме. Виды опор.
4. Внешние силы и их классификация. Правило знаков.
5. Метод сечений. Внутренние усилия и правило знаков для внутренних усилий.
6. Эпюры внутренних усилий. Особенности и свойства.
7. Дифференциальные зависимости между внутренними и внешними усилиями прямого стержня.
8. Центральное растяжение или сжатие. Основные понятия и определения
9. Закон Гука при растяжении и сжатии. Модуль упругости первого рода и коэффициент Пуассона.
10. Расчеты на прочность и жесткость при центральном растяжении-сжатии.
11. Опытное изучение механических свойств материалов при растяжении и сжатии.
12. Диаграмма растяжения и сжатия пластичных материалов (первичная диаграмма, диаграмма условных напряжений, истинная диаграмма).
13. Диаграмма растяжения высокопрочных сталей и сплавов. Понятие условного предела текучести.
14. Особенности разрушения хрупких материалов при растяжении и сжатии.
15. Виды напряженных состояний (линейное, плоское, объемное).
16. Понятие о главных напряжениях. Главные площадки.
17. Площадки с наибольшими касательными напряжениями. Величины наибольших касательных напряжений.
18. Тензор напряжений. Тензор деформаций.
19. Обобщенный закон Гука.
20. Объемная деформация.
21. Октаэдрические напряжения.
22. Понятие о предельном напряженном состоянии, об эквивалентном напряжении.

23. Гипотезы прочности. Гипотеза наибольших нормальных напряжений, гипотеза наибольших деформаций, гипотеза наибольших касательных напряжений, гипотеза энергии формоизменения и ее различные трактовки.
24. Гипотеза разрушения Мора для материалов с различными пределами прочности при растяжении и сжатии.
25. Основные геометрические характеристики поперечного сечения
26. Координаты центра тяжести сечения. Центральные оси сечения.
27. Моменты инерции сечения. Осевой, полярный и центробежные моменты инерции.
28. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей.
29. Главные оси и главные моменты инерции.
30. Моменты сопротивления. Радиусы инерции.
31. Геометрические характеристики простейших геометрических фигур.
32. Кручение вала круглого поперечного сечения. Напряжения, эпюра напряжений.
33. Расчеты на прочность и жесткость вала при кручении.
34. Понятие о деформации изгиба. Гипотезы изгиба.
35. Чистый изгиб. Напряжения при чистом изгибе. Формула для нормальных напряжений при чистом изгибе.
36. Поперечный изгиб. Напряжения в балке при поперечном изгибе. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Журавского).
37. Расчеты прочности при изгибе. Рациональное сечение балок.
38. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Границные условия.
39. Метод начальных параметров, его особенности.
40. Принцип возможных перемещений. Формула Мора. Правило Верещагина.
41. Понятие о статически неопределеных системах.
42. Особенности статически неопределеных систем.
43. Понятие о степени статической неопределенности. Методы раскрытия статической неопределенности.
44. Канонические уравнения метода сил. Коэффициенты системы уравнений и их физический смысл.
45. Основная и эквивалентная системы.
46. Особенности расчета неразрезных балок методом сил.
47. Понятие о сложном сопротивлении стержня.
48. Косой изгиб. Напряжения и перемещения при косом изгибе. Положение нейтральной линии при косом изгибе.
49. Внекентрное растяжение-сжатие. Нормальные напряжения при внекентрном растяжении-сжатии.
50. Изгиб с кручением круглого вала.
51. Понятие об устойчивой и неустойчивой формах равновесия.
52. Определение критической силы при продольном изгибе (формула Эйлера).
53. Понятие о гибкости и приведенной длине стрелки. Критическое напряжение.

54. Пределы применимости формулы Эйлера.
55. Потеря устойчивости при напряжениях за пределом пропорциональности.
56. Формула критической силы Ясинского.
57. Понятие о динамической нагрузке и динамическом коэффициенте.
58. Удар. Поперечный удар груза о балку.
59. Свободные и вынужденные колебания. Понятие о резонансе.
60. Понятие об усталостном разрушении материала. Постулаты Велёра.
61. Понятие усталости и выносливости материала. Характеристики циклов переменных напряжений.
62. Факторы, влияющие на усталостную прочность.
63. Основные уравнения теории упругости. Закон Гука. Уравнения Навье. Уравнения Ламе.
64. Прямая и обратная задачи теории упругости и методы их решения.