Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 29.05.2023 16:16:48
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc3155d5c573883fedd18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ 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 июня 2022 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ:
Директор филиала
_____ Н.Н. Маланичева
05 июля 2022 г.

Сопротивление материалов

рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Управление техническим состоянием железнодорожного пути

Форма обучения: заочная

Нижний Новгород 2022

Программу составил: Горохова М.В.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, специализация «Управление техническим состоянием железнодорожного пути» утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 218.

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

Протокол от «21» мая 2022 г. № 9

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.

Курс сопротивления материалов является основой для большинства общеинженерных 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 неопределимых 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

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	
ОПК-4.7. Выполняет оценку условий работы строительных конструкций при различных видах нагружения.	**Знать:** - основные понятия механики твердого деформируемого тела; - методы определения усилий и деформаций в элементах конструкции при различных видах нагружения; - методы оценки прочности, жесткости и устойчивости конструкций при различных видах деформаций и нагружений; - современные численные методы оценки прочностных и пластических свойств конструкций
	Уметь: - создавать расчетную схему конструкции и определять внутренние силовые факторы в ее сечениях;

	- определять напряжения и деформации в различных сечениях конструкции при разных видах нагружения; - выполнять проверку прочности в соответствии с теориями прочности и материалом конструкции; - выполнять расчеты на жесткость и устойчивость; - выполнять расчеты прочности и жесткости при динамическом нагружении конструкций
	Владеть: - методикой исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при простом и сложном ее нагружении; - методами экспериментального исследования прочности и жесткости конструкций при различных видах деформаций; - приемами расчета конструкций с использованием современных программных комплексов и прикладных пакетов; - методами расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций, индикаторов
Осваиваемая дисциплина		
Б1.О.19	Сопротивление материалов	ОПК-4 (ОПК-4.6)
Предшествующие дисциплины		
	нет	
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
	нет	
Последующие дисциплины		
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
		2
Общая трудоемкость дисциплины: - часов - зачетных единиц	 288 8	 288 8
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	31	31
из нее аудиторные занятия, всего	31	31
в т.ч. лекции	12	12
практические занятия	12	12
лабораторные работы	4	4

КА	0,4	0,4
КЭ	2,6	2,6
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	10,4	10,4
Самостоятельная работа	246,6	246,6
в том числе на выполнение:		
контрольной работы		
расчетно-графической работы	18	18
реферата		
курсовой работы		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	За, Эк	За, Эк
Текущий контроль (вид, количество)	РГР	РГР

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

Внешние силы и их классификация: поверхностные, объемные и сосредоточенные, активные и реактивные, постоянные и временные, статические и динамические. Основные объекты, изучаемые в курсах сопротивления материалов и теории упругости и пластичности: брус (стержень), пластина, оболочка, массивное тело. Основные свойства твердого деформируемого тела: упругость, пластичность и ползучесть. Деформации и перемещения. Деформации линейные и угловые (сдвиги). Гипотезы (допущения) в сопротивлении материалов.

Внутренние силы и метод их изучения (метод сечений). Напряжение полное, нормальное и касательное. Главный вектор и главный момент внутренних сил в сечении. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса. Продольные и поперечные силы, крутящий и изгибающий моменты. Их выражения через напряжения. Виды простейших деформаций бруса: растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб. Понятие о расчетной схеме бруса. Расчеты по деформированному и недеформированному состояниям. Принцип независимости действия внешних сил.

Тема 2. Растяжение и сжатие прямого бруса

Центральное растяжение или сжатие. Продольные силы. Дифференциальные зависимости между продольными силами и нагрузкой. Эпюры продольных сил. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Основные допущения. Эпюра напряжений. Напряжения в сечениях, наклонных к оси бруса. Продольные и поперечные деформации бруса. Закон Гука при растяжении и сжатии. Модуль упругости E и коэффициент Пуассона γ. Удлинение (укорочение) прямого бруса постоянного и переменного сечения. Жесткость при растяжении и сжатии. Перемещения поперечных сечений бруса. 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 (P, $\wedge\iota$ и δ, ε). Основные механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести и предел прочности (временное сопротивление). Особенности деформирования и разрушения пластичных материалов при растяжении и сжатии. Пластические деформации. Линии скольжения. Понятие об истинной диаграмме растяжения и сжатия. Разгрузка и повторное нагружение. Наклеп. Диаграммы растяжения и сжатия хрупких материалов и их основные механические характеристики. Особенности разрушения хрупких материалов при растяжении и сжатии. Влияние скорости нагружения, температуры и других факторов на прочностные характеристики материалов. Понятие о влиянии радиоактивного облучения материалов. Последствие (упругое и пластическое). 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

Основные понятия о прочности, надежности и долговечности конструкций. Различные взгляды на пределы нагружения. Методы расчета по допускаемым напряжениям, разрушаемым нагрузкам и предельным состояниям. Коэффициенты запасы по напряжениям и нагрузкам. Технико-экономические факторы, влияющие на значение коэффициента запаса. Основные виды задач в сопротивление материалов: проверка прочности, подбор сечения, определение допускаемой нагрузки (грузоподъемности) различными методами. Случай неравномерного распределения нормальных напряжений в местах резкого изменения поперечных сечений бруса. Концентрация напряжений и коэффициент концентрации. Влияние концентрации напряжений на прочность при статической нагрузке. Учет собственного веса при растяжении и сжатии. Понятие о брусе равного сопротивления. Статически неопределимые задачи при растяжении и сжатии. Расчеты на нагрузку, температуру и принудительные натяги. Предельные нагрузки для статически неопределимых систем.

Тема 5. Плоское напряженное состояние

Понятие о плоском напряженном состоянии в точке. Общий случай плоского напряженного состояния. Закон парности касательных напряжений. Напряжения на 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. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига *G*. Зависимость между *G*, *E* и μ для изотропного тела. Неизменность объема при сдвиге. Понятие о расчете на прочность заклепочных и сварных соединений.

Тема 7. Геометрические характеристики поперечных сечений

Осевой, полярный и центробежный моменты инерции. Зависимость для осевых и полярных моментов инерции. Осевые моменты инерции для прямоугольника, треугольника, круга и кольца. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Изменение осевых и центробежных моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции. Вычисление моментов инерции сложных профилей. Радиус инерции.

Тема 8. Кручение

Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса. Эпюры крутящих моментов. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Основные допущения. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Главные напряжения и главные площадки. Виды разрушений при кручении бруса круглого поперечного сечения из разных материалов. Три вида задач при кручении: определение напряжений или углов закручивания, подбор сечений и вычисление допускаемого крутящего момента по прочности и жесткости. Расчет сплошных и полых валов на прочность и жесткость по мощности и частоте вращения вала. Потенциальная энергия деформации при кручении. Статически неопределимые задачи при кручении. Упругопластическое кручение бруса круглого поперечного сечения. Определение предельной несущей способности. Расчет цилиндрических пружин с малым шагом. Кручение брусьев прямоугольного сечения. Кручение стержней, сечение которых составлено из нескольких узких прямоугольников. Кручение тонкостенных стержней замкнутого профиля.

Тема 9. Изгиб

Изгиб прямого бруса в главной плоскости. Внешние силы, вызывающие изгиб. Виды нагрузок. Опоры и опорные реакции. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях бруса при изгибе: изгибающий момент и поперечная сила. Чистый и поперечный изгиб. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенных нагрузок. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Основные допущения. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого бруса. Жесткость при изгибе. Формула нормальных напряжений. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при изгибе брусьев сплошного сечения (формула Д.И. Журавского). Касательные напряжения при изгибе. Траектории главных напряжений. Понятие об изгибе бруса тонкостенного профиля. Центр изгиба. Потенциальная энергия. Упругопластический изгиб бруса. Пластический шарнир. Определение несущей способности балок.

Разгрузка и остаточные напряжения и деформации. Расчет на прочность при изгибе по допускаемым напряжениям, по разрушающим нагрузкам и по предельным состояниям. Три вида задач: проверка прочности, определение размеров сечения, определение максимальной нагрузки по условию прочности. Рациональное сечение балок. Потенциальная энергия деформации при изгибе. Изгиб бруса переменного сечения. Понятие о расчете составных (сварных и клепаных) балок. Изгиб балок из разнородных материалов. Понятие об изгибе балок из материалов, не следующих закону Гука.

Тема 10. Определение перемещений при изгибе

Дифференциальное уравнение оси изогнутого бруса. Точное и приближенное уравнение кривизны. Непосредственное интегрирование дифференциального уравнения. Граничные условия. Метод начальных параметров. Определение перемещений и углов поворота в балках при помощи общей формулы Мора. Определение перемещений бруса переменного сечения.

Тема 11. Изгиб статически неопределимых балок

Статически неопределимые однопролетные балки и многопролетные балки. Лишние неизвестные. Степень статической неопределимости. Основная система. Уравнения перемещений для определения лишних неизвестных. Понятие об особенностях расчета неразрезных балок. Определение несущей способности статически неопределимых балок.

Тема 12. Сложное сопротивление

Общий случай действия внешних сил на брус. Внутренние силовые факторы и их эпюры в плоских и пространственных ломаных брусьев. Характерные случаи сложного сопротивления прямого бруса: косой изгиб, внецентренное действие продольной силы, изгиб и кручение. Нормальные напряжения при косом изгибе. Эпюра нормальных напряжений. Силовая и нулевая линии. Наибольшие напряжения. Подбор сечений при косом изгибе. Определение прогибов. Нормальные напряжения при внецентренном действии продольной силы. Эпюры нормальных напряжений. Силовая и нулевая линии. Ядро сечения. Учет продольной силы в пластическом шарнире. Определение предельной несущей способности при внецентренном действии продольной силы. Понятие о предварительном напряжении балок. Одночленная формула нормальных напряжений в сечении через ядровые моменты при действии продольной силы в главной плоскости. Напряжения в поперечном сечении при изгибе и кручении бруса с круглым поперечным сечением. Главные напряжения. Расчетные напряжения по некоторым гипотезам прочности и пластичности. Изгиб и кручение бруса с прямоугольным поперечным сечением. Учет продольной силы.

Тема 13. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критические нагрузки. Устойчивость сжатых стержней в упругой стадии. Формула Эйлера для стержня с шарнирными опорами по концам (основной случай). Учет других видов закрепления. Понятие о гибкости и приведенной длине стержня. Формула Эйлера, записываемая через приведенную длину стержня. Предел применимости формулы

Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях за пределом пропорциональности материала. Формула критической силы Энгессера - Ясинского. График критических напряжений в зависимости от гибкости стержня. Практический метод расчета сжатых стержней на продольный изгиб. Таблицы коэффициентов продольного изгиба μ. Понятие о расчете составных стержней.

Тема 14. Расчеты при некоторых динамических нагрузках

Понятие о динамической нагрузке и динамическом коэффициенте. Подъем и опускание груза с ускорением. Использование принципа Даламбера. Удар об упругую систему с одной степенью свободы. Расчет по балансу энергии. Продольный и поперечный удары по брусу. Приближенный учет массы бруса при ударе. Внезапное приложение нагрузки.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Названия разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СР
		ЛЗ	ПЗ	ЛР	
Тема 1. Введение	11	1			10
Тема 2. Растяжение и сжатие прямого бруса	16	1		1	14
Тема 3. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	19				19
Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии	33	1	2	1	29
Тема 5. Плоское напряженное состояние	22				22
Тема 6. Сдвиг	10				10
Тема 7. Геометрические характеристики поперечных сечений	21	1			20
Тема 8. Кручение	11	1			10
Тема 9. Изгиб	29	1	2	2	24
Тема 10. Определение перемещений при изгибе	15		2		13
Тема 11. Изгиб статически неопределимых балок	28	2	2		24
Тема 12. Сложное сопротивление	31	2	2		27
Тема 13. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	13	1	2		10
Тема 14. Расчеты при некоторых динамических нагрузках	15,6	1			14,6
КА	0,4				
КЭ	2,6				
Контроль	10,4				
ИТОГО	288	12	12	4	246,6

4.3. Тематика практических занятий

Тема практического занятия	Количество часов
1. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии с помощью программы ПОЛЮС	2
2. Изгиб с помощью программы ПОЛЮС	2
3. Определение перемещений при изгибе	2
5. Изгиб статически неопределимых балок с помощью программы ПОЛЮС	2
6. Сложное сопротивление	2

7. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	2
всего	12

4.4. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторной работы	Количество часов
1. Растяжение и сжатие прямого бруса с помощью программы Coloombus	1
2. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии с помощью программы Coloombus	1
3. Изгиб с помощью программы Coloombus	2
всего	4

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

1. Растяжение 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 самостоятельной работы
Тема 1. Введение	10	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой
Тема 2. Растяжение и сжатие прямого бруса	14	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 3. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии	19	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 4. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии	29	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 5. Плоское напряженное состояние	22	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Тема 6. Сдвиг	10	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Тема 7. Геометрические характеристики поперечных сечений	20	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.

Тема 8. Кручение	10	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 9. Изгиб	24	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 10. Определение перемещений при изгибе	13	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 11. Изгиб статически неопределимых балок	24	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 12. Сложное сопротивление	27	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 13. Устойчивость сжатых стержней (продольный изгиб)	10	Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации
Тема 14. Расчеты при некоторых динамических нагрузках	14,6	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Работа со справочной и специальной литературой.
Итого	246,6	

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 самостоятельному изучению теоретического материала – сайт филиала.

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

Виды оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
Расчетно-графическая работа	1
Промежуточный контроль	
Зачет	1
Экзамен	1

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1. Основная литература				
	Авторы, составители	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 / Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров ; под редакцией Л.С. Минина. - 4-е изд., испр. и доп.	Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 324 с. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492981	Электронный ресурс

Л1.2	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: https://e.lanbook.com/book/116013	Электронный ресурс
Л1.3	Б.Е. Мельников, Л.К. Паршин, А.С. Семенов, В.А.Шерстнев	Сопротивление материалов : учебник	Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 576 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/131018	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: http://umczdt.ru/books/48/18762/	Электронный ресурс
Л2.2	Кривошапко С.Н.	Сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов	Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 397 с. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/449918	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. - Режим доступа: https://urait.ru/bcode/454244	Электронный ресурс

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Официальный сайт филиала.
2. Электронная библиотечная система
3. Поисковая система «Яндекс» 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)

1. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина

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) - аудитория № 401. Специализированная мебель: столы ученические - 32 шт., стулья ученические - 64 шт., доска настенная (меловая) - 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 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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) - Лаборатория Компьютерный класс № 3, аудитория № 412. Специализированная мебель: столы ученические - 25 шт., стулья ученические - 24 шт., доска настенная (меловая) - 1 шт., стол преподавателя - 1 шт., стул преподавателя - 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры - 14 шт., видеопанель - 1 шт. Microsoft Office Professional 2010. Программное обеспечение POLUS (свободно распространяемое ПО). 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 расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

Индикатор ОПК-4.7. Выполняет оценку условий работы строительных конструкций при различных видах нагружения.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций, индикаторов
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 2. Формирование умений	лабораторные работы, практические работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение расчетно-графической работы	ОПК-4 (ОПК-4.7)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита расчетно-графической работы, зачет, экзамен	ОПК-4 (ОПК-4.7)

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

Этап формирования компетенции	Код компетенции, индикатор	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-4 (ОПК-4.7)	- 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-4.7)	- 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-4.7)	- 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-4.7)	- успешная защита расчетно-графической работы; - зачет, экзамен	- ответы на все вопросы по расчетно-графической работе; - ответы на вопросы зачета, экзамена	устный ответ

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции, индикатора	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-4 (ОПК-4.7)	**Знать:** - основные понятия механики твердого деформированного тела (деформация, упругость, изотропность, пластичность, равновесие, сплошность тела); - основные виды деформаций стержня **Уметь:** - определять внутренние силовые факторы в сечениях стержня **Владеть:** - методикой определения внутренних силовых факторов методом сечений	**Знать:** - основные понятия механики твердого деформированного тела (деформация, упругость, изотропность, пластичность, равновесие, сплошность тела); - основные виды деформаций стержня - способы построения эпюр внутренних силовых факторов **Уметь:** - определять внутренние силовые факторы в сечениях стержня; - определять положения опасных точек в расчетном сечении; - проверять прочность в соответствии с теорией прочности **Владеть:** - методикой определения внутренних силовых факторов методом сечений; - методикой расчетов на прочность и жесткость при простых деформациях;	**Знать:** - основные понятия механики твердого деформированного тела (деформация, упругость, изотропность, пластичность, равновесие, сплошность тела); - основные виды деформаций стержня; - способы построения эпюр внутренних силовых факторов - теории прочности при сложном сопротивлении **Уметь:** - определять внутренние силовые факторы в сечениях стержня; - определять положения опасных точек в сечении; - проверять прочность в соответствии с теорией прочности; - определять перемещения и проверять жесткость конструкций **Владеть:** - методикой определения внутренних силовых факторов методом сечений; - методикой расчетов на прочность и жесткость при простых деформациях и сложном нагружении; - методикой определения

		- методикой определения перемещений путем составления универсального уравнения упругой линии	перемещений путем составления универсального уравнения упругой линии или по формуле Мора; - методикой экспериментального исследования механических характеристик и свойств материалов

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка «отлично»	Индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. 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.
оценка «хорошо»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, или на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. 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 теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. Задачу решил.
оценка «удовлетворительно»	- Индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне; - индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, или на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. 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 дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов.

	Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы. Задачу решил на 50%.
оценка «неудовлетворительно»	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы. Студент: - прочно усвоил предусмотренный программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы; - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; - без ошибок выполнил практическое задание
Не зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

в) Шкала оценивания расчетно-графической работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Индикатор достижения компетенции сформирован на уровне не ниже базового. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения.
Не зачтено	Индикатор достижения 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-4.7)	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 СР)
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- вопросы к зачету, 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 сечение из условий прочности,
- построить эпюры внутренних усилий Q и $M_и$,
- вычислить прогиб и угол поворота сечения в характерных точках,
- изобразить упругую линию балки, руководствуясь эпюрой $M_и$ 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 $\lambda_{пред}$,
- 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 сопромата и исследуемых явлений.

Приложение 1

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

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. Сходство и различие понятий «прочность материала» и «прочность детали».
6. Понятие «допускаемое напряжение», от чего зависит его величина.
7. Цель проведения механических испытаний материалов (привести примеры).
8. Классификация конструктивных элементов.
9. Нагрузки и их классификация.
10. Закон парности касательных напряжений.
11. Изменение напряжений при повороте элементарной площадки.
12. Теории прочности и их обоснование.
13. Основные прочностные характеристики материала. Как получить их опытным путем.
14. Понятие напряжений. Полное, нормальное и касательные напряжения.
15. Главные напряжения. Главные площадки.
16. 3 вида напряженного состояния.
17. Главные деформации.
18. Геометрические характеристики плоских сечений.
19. Главные центральные моменты инерции сечения.
20. Определение положения главных осей инерции сечения.
21. Особенности расчет вала прямоугольного профиля.

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Назвать основные прочностные характеристики материала. Как получить их опытным путем.
2. Диаграмма растяжения. Указать характерные зоны на диаграмме.
3. Показать, как изменится вид диаграммы растяжения с изменением размеров испытуемых образцов.
4. Основные характеристики пластичности материала. Как получить их опытным путем.
5. Упругие характеристики материала. Как получить их опытным путем.
6. Растяжение – сжатие. Вычисление внутренних усилий и напряжений.
7. Растяжение – сжатие. Вычисление перемещений.
8. Как влияет собственный вес бруса на его удлинение и на его прочность.
9. Сдвиг (срез, смятие). Вычисление внутренних усилий и напряжений.

10. Чистый сдвиг. Вычисление главных напряжений.

11. Показать, какая существует взаимосвязь между нормальным и касательным напряжением в окрестности точки при чистом сдвиге.

12. Кручение. Вычисление внутренних усилий и напряжений.

13. Кручение. Вычисление угла закручивания вала круглого (кольцевого) сечения.

14. Расчет вала на прочность. Сходство и различие расчетных формул для валов круглого и прямоугольного сечения.

15. Относительный угол закручивания. Его вычисление.

16. Изгиб. Вычисление нормальных напряжений.

17. Изгиб. Вычисление касательных напряжений.

18. Изгиб. Вычисление внутренних усилий.

19. Расчет на прочность балки по нормальным напряжениям, формулирование условия прочности.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

1. Прямая задача теории напряженного состояния.
2. Обратная задача теории напряженного состояния.
3. Расчетная схема сооружения.
4. Понятие деформаций: абсолютная и относительная деформация.
5. Коэффициент Пуассона.
6. Понятие абсолютного и относительного удлинения при растяжении (сжатии). Как определить их опытным путем?
7. Как опытным путем можно найти численное значение модуля Юнга.
8. Линейная и угловая деформации.
9. Растяжение – сжатие. Три типа решаемых задач.
10. Диаграмма напряжений, цель ее получают. Указать характерные точки на диаграмме напряжений.
11. Испытания материалов на сжатие?
12. Разрушение медного и чугунного образца при сжатии. Их прочностные характеристики.
13. Испытания деревянного образца на сжатие. Характер разрушения. Прочностные характеристики.
14. Сдвиг. Три типа решаемых задач.
15. Изменение характеристик при параллельном переносе осей координат.
16. Изменение характеристик при повороте осей координат.
17. Кручение. Три типа решаемых задач при расчете на прочность.
18. Кручение. Три типа решаемых задач при расчете на жесткость.
19. Испытание материала на кручение. Диаграмма кручения.
20. Изгиб. Три типа решаемых задач при расчете на прочность.

Задача на зачет

Построение эпюр внутренних усилий в статически определимой балке. Для заданной 2-х опорной балки требуется построить эпюры поперечных сил $\boldsymbol{Q}$ и изгибающих моментов $\boldsymbol{M_и}$. С целью уточнения очертания эп. $\boldsymbol{M_и}$ вычислить ее экстремальное значение $\boldsymbol{M^*}$

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. Прямой поперечный изгиб. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
2. Аналитический метод определения перемещений при изгибе.
3. Распределение нормальных напряжений по поперечному сечению балки.
4. Что называется балкой. Условия прочности балки по нормальным и касательным напряжениям.
5. Изгиб. Методы вычисления перемещений.
6. Изгиб. Метод начальных параметров.
7. Определение перемещений Методом Мора.
8. Основные понятия при определении перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
9. Чистый изгиб. Вывод формулы для определения нормальных напряжений при изгибе.
10. Вывод формулы Журавского для определения касательных напряжений при изгибе.
11. Расчеты на прочность при изгибе. Подбор сечения. Определение допускаемых нагрузок.
12. Правило Верещагина. Универсальные формулы сопряжения эпюр.
13. Пояснить на примере применения способа Верещагина для определения перемещений при изгибе.
14. Распределение нормальных и касательных напряжений по поперечному сечению балки прямоугольного профиля.
15. Сложное сопротивление. Классификация в зависимости от вида возникающих внутренних усилий.
16. Критическая сила, способ закрепления стержня и его влияние на величину критической силы.
17. Расчет стержня на устойчивость по Эйлеру.
18. Цель расчета сжатого стержня на устойчивость. Дать понятие устойчивости.
19. Формула Ясинского. Применение зависимости Ясинского?
20. Расчет на устойчивость. Основные этапы расчета.
21. Тензометрический способ экспериментального исследования конструкций.

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Определение опасного сечения при изгибе с растяжением, условие прочности.
2. Способы определения прогибов в балках.
3. Определение прогиба и угла поворота сечения при помощи интеграла Мора.
4. Правило знаков для внутренних силовых факторов в кривом стержне. Особенности построения эпюр внутренних силовых факторов.
5. Косой изгиб. Вычисление напряжений. Нулевая линия.
6. Косой изгиб. Вычисление перемещений.

7. Определение положения нейтральной линии при косом изгибе.
8. Кручение с плоским изгибом. Вычисление напряжений.
9. Кручение с косым изгибом. Вычисление напряжений.
10. Кручение с косым изгибом. Расчет вала круглого сечения.
11. Кручение с косым изгибом. Вычисление диаметра вала по различным теориям прочности.
12. Внецентренное растяжение-сжатие. Вычисление напряжений. Нулевая линия.
13. Внецентренное растяжение-сжатие. Построение ядра сечения.
14. Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии.
15. Расчет пространственного бруса.
16. Экспериментальные методы исследования конструкционных материалов.
17. Расчет на прочность при действии знакопеременной нагрузки. Цикл напряжений, параметры цикла.
18. Влияние силы инерции на прочность троса при подъеме и опускании груза.
19. Опасные точки о в стержне прямоугольного сечения при изгибе с кручением. Их возникновение.

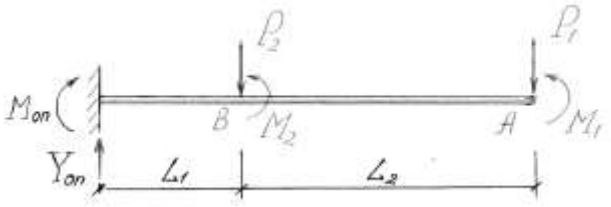
Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

1. Расчет на прочность балки по касательным напряжениям, условие прочности.
2. Сходство и различие расчетов на выносливость при симметричном и несимметричном циклах.
3. Исследование стали и чугуна на растяжение-сжатие.
4. Исследование анизотропного материала на сжатие.
5. Исследование стали на срез (смятие).
6. Исследование на кручение.
7. Исследование балки на плоский изгиб.
8. Исследование балки на косой изгиб.
9. Исследование кривого бруса на внецентренное растяжение.
10. Критические напряжения.
11. Влияние высоты падения груза на прочность балки.
12. Расчеты деталей на выносливость. Сущность таких расчетов.
13. Предел выносливости материала.
14. Продольно-поперечный изгиб. Сложность расчета на продольно-поперечный изгиб.
15. Ударная нагрузка. Предпосылки, которые используются в расчетах на удар.
16. Коэффициент динамичности нагрузки. Условие прочности при динамических нагрузках.
17. Последовательность вычисления динамических напряжений и перемещений, возникающих в детали при ударе.
18. Усталость, выносливость. Особенности усталостного разрушения.
19. Концентрация напряжений, причина их возникновения. Явление концентрации напряжений. В каких местах детали возникают концентрация напряжений.

20. Проверочный расчёт на прочность (определение фактического запаса) при переменных напряжениях.

Экзаменационная задача

*Определение перемещений в балке методом Мора.*Для заданной жестко защемленной балки требуется вычислить вертикальное перемещение точки А и угол поворота сечения в точке В Методом Мора.



Оценочные средства

ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов.

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 устраняет 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 нагружения 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/м^3, кН/м^3, МН/м^3

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 …

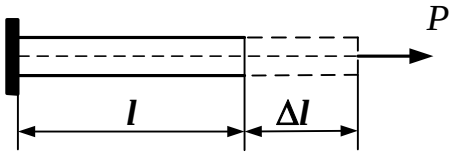
а) $u + v + w$

б) $\sqrt{u + v + w}$

в) $\sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$

г) $\sqrt{u^2 + v^2} + w$

12. Стержень длиной *l* растягивается силой P. Δ*l* – абсолютное удлинение стержня. Линейна деформация в направлении оси стержня равна …



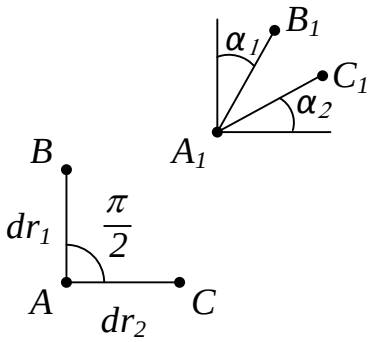
а) $\frac{\Delta l}{l}$

б) $\frac{l+\Delta l}{l}$

в) $\frac{l}{\Delta l}$

г) Δl

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) $\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$

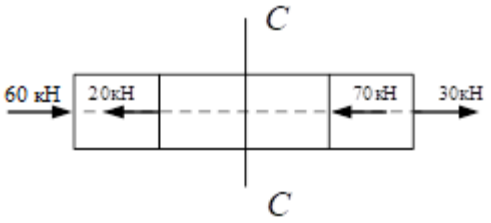
д) $\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha_1 + \alpha_2)\right]$

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

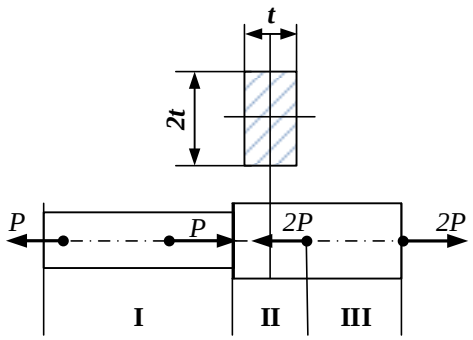
а) растяжение

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) $\sigma = E\varepsilon$

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

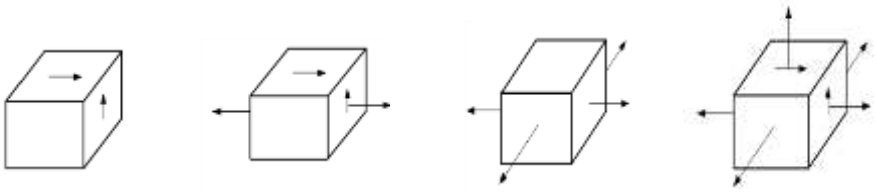
в) $\sigma = \frac{M_x}{W_x}$

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.

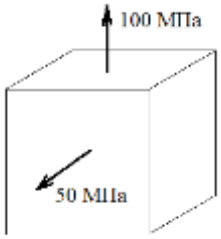
21. На каком из представленных ниже рисунков изображено объемное напряженное состояние в точке конструкции.

а)
б)
в)
г)

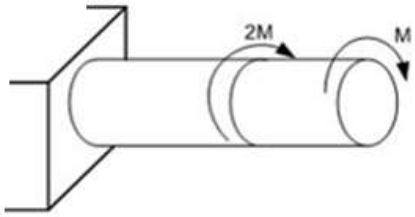


22. На рисунке показан элементарный параллелепипед, выделенный главными площадками вокруг некоторой точки конструкции. Вычислить значение наибольшего касательного напряжения в этой точке.

τ_{max} = _____МПа



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



а) $\frac{3M}{W_\rho} \leq [\tau]$

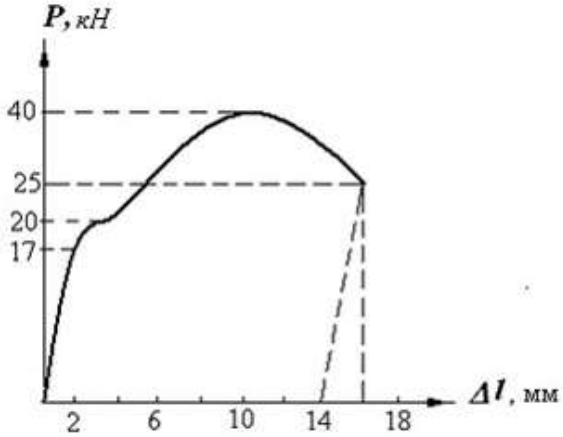
б) $\frac{2M}{W_\rho} \leq [\tau]$

в) $\frac{M}{W_\rho} \leq [\tau]$

г) $\frac{M}{3W_\rho} \leq [\tau]$

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

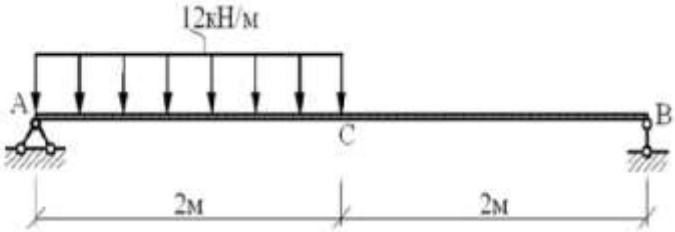
δ = _____%



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

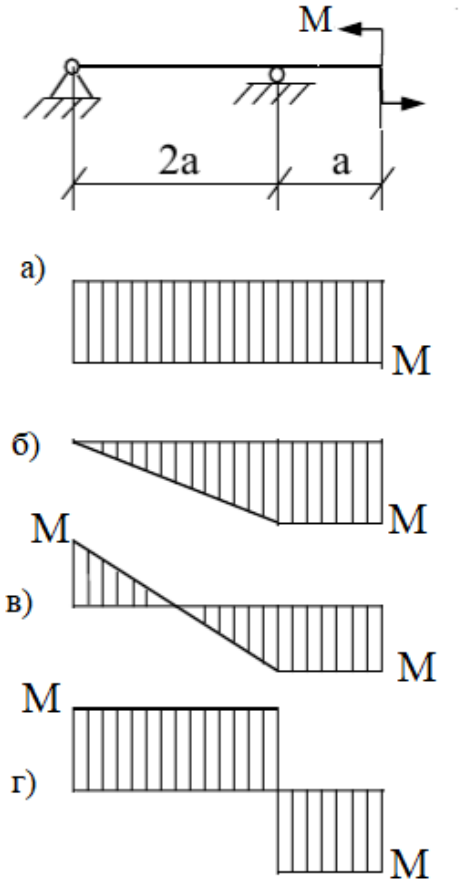
26. Найти величину поперечной силы в сечении балки, проходящем через точку С. Указать величину поперечной силы. Q = _____кН



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

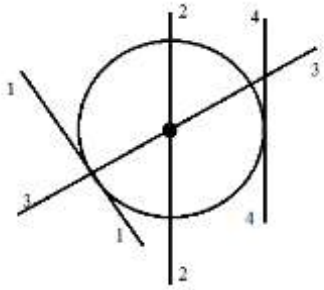
28. Указать на каком из рисунков эпюра изгибающих моментов имеет верный вид



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

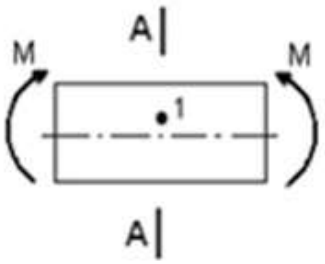
б) имеют линейный закон распределения; достигают максимума на нейтральной линии равны нулю в точках, наиболее удаленных от нее

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 М. Допускаемое нормальное напряжение для материала балки $[\sigma]$. Условию прочности на изгиб удовлетворяет момент сопротивления поперечного сечения балки W, найденный из соотношения …

а) $W \leq \frac{M}{[\sigma]}$

б) $W \geq \frac{M \cdot L}{[\sigma]}$

в) $W \geq \frac{M}{[\sigma] \cdot L}$

г) $W \geq \frac{M}{[\sigma]}$

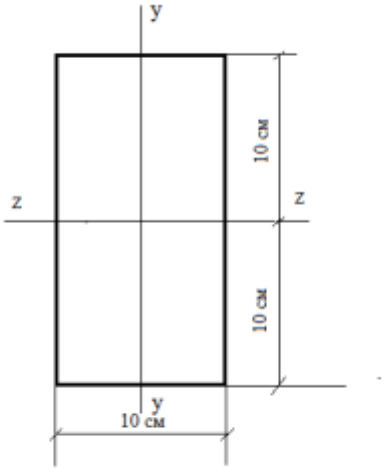
36. Какая из перечисленных ниже форм поперечных сечений балки лучше остальных работает на изгиб
а) круг
б) квадрат
в) труба
г) швеллер
д) двутавр

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

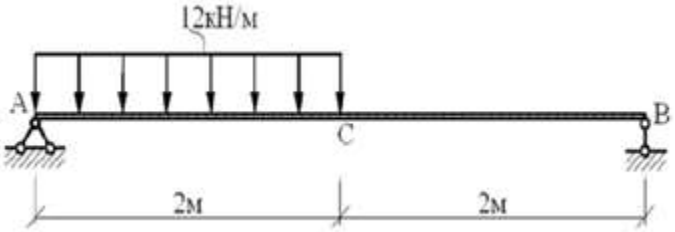
38. Вставить пропущенное слово. Особенностью динамической нагрузки в отличие от статической, является наличие в уравнениях равновесия сил _____

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, Mz=30 кНм.
Вычислить максимальные нормальные напряжения в этом сечении
σ_{max} = _____МПа

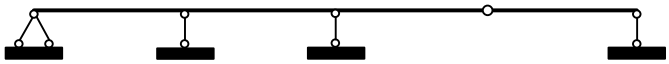


41. Для заданной балки вычислить величины вертикальных реакций. R_A=_____кН, R_B=_____кН.

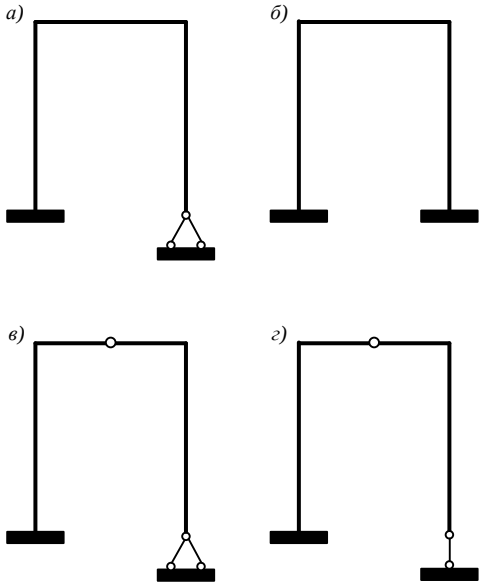


42. Вставить слово. «Наименьшее значение нагрузки, при которой первоначальная форма равновесия становится неустойчивой, называется _____.

43. Степень статической неопределимости балки, показанной на рисунке равна ____



44. Два раза статически неопределимая 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 неопределимой 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 X2 от единичного усилия $\overline{X_1}$, обозначен ….

а) δ_{11}

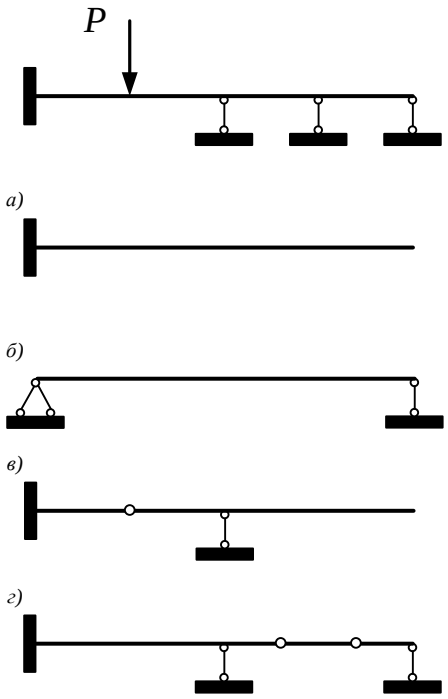
б) δ_{21}

в) δ_{12}

г) Δ_{1P}

д) Δ_{2P}

49. Для показанной на рисунке статически неопределимой 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 ….

а) $\frac{n^2 \pi^2 E\, I_{min}}{l^2}$

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

$k_д = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{ст}}}$ **, где $\delta_{ст}$ – перемещение сечения ….**

а) в месте падения груза от силы, равной весу падающего груза, но приложенной внезапно

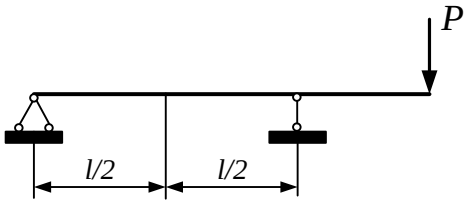
б) в месте падения груза от силы, равной весу падающего груза, но приложенной статически

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 δ. Прогиб в этом же сечении балки при мгновенном приложении силы P равен…



а) $\sqrt{\frac{2h}{\delta_{ст}}}\delta$

б) 2δ

в) δ

г) $\sqrt{1+\frac{2h}{\delta_{ст}}}$

54. Вставить пропущенные слова. «Любая комбинация простых деформаций стержня называется _____».

55. При выводе формулы сложного сопротивления используется …

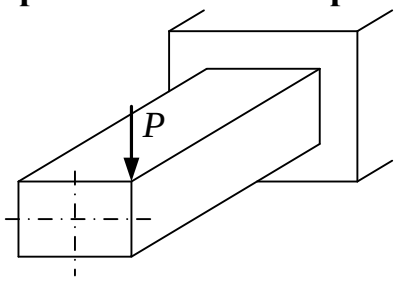
а) принцип Сен-Венана

б) принцип Д'Аламбера

в) принцип возможных перемещений

г) принцип независимости действия сил

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



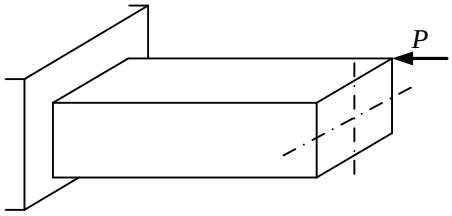
а) кручение

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 σ_m определяется по формуле …

а) $\frac{\sigma_{max}+\sigma_{min}}{2}$

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. Граничные условия.

39. Метод начальных параметров, его особенности.

40. Принцип возможных перемещений. Формула Мора. Правило Верещагина.

41. Понятие о статически неопределимых системах.

42. Особенности статически неопределимых систем.

43. Понятие о степени статической неопределимости. Методы раскрытия статической неопределимости.

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. Внецентренное растяжение-сжатие. Нормальные напряжения при внецентренном 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 стрежня. 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.