

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан ИСА

УТВЕРЖДАЮ /А.И. Толстухин/
(Ф.И.О. декана (директора института))

15.06.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С.1.1.16 Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Квалификация выпускника

Специалист

(бакалавр/магистр/специалист)

Специализация

Строительство высотных и большепролетных зданий и
сооружений

Курс 2, 3

Семестр 3, 4, 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	396 / 11	часов/зачетных единиц
Лекции	66	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	66	часов
Иная контактная работа	10	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	174	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	186	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	4	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	3	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Программу составили:

старший преподаватель	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	Ю.М. Булдакова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
доцент	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	С.Г. Кудрявцев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
профессор	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Куликов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра сопротивления материалов и прикладной механики

(наименование кафедры)			
25.06.2020	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.П. Иванов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.М. Поздеев
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	И.С. Сабанцева
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Зверев Л.В., начальник технического отдела Автономного учреждения
Республики Марий Эл Управление государственной экспертизы проектной документации и
ре

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 25.06.2020 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1.2 Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	знания: Знать характеристики физических процессов (явлений), характерных для профессиональной деятельности, на основе теоретического или экспериментального исследования. умения: Уметь классифицировать физические процессы (явления) и задачи характерные для профессиональной деятельности, на основе теоретического или экспериментального исследования. навыки: Владеть навыками выявления и классификации физических процессов (явлений) и использования этих навыков для решения профессиональных задач с использованием основ теоретических и экспериментальных исследований.
	ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий	знания: Знать основные физические процессы (явления) характерные для профессиональной сферы. умения: Уметь описывать основные физические процессы (явления) с помощью дифференциально-интегрального аппарата, определять граничные условия для решаемых краевых задач. навыки: Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений.
	ОПК-1.5 Выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	знания: Знать базовые фундаментальные законы. умения: Уметь применять базовые фундаментальные законы для решения задач. навыки: Владеть навыками выбора базовых фундаментальных законов для решения задач профессиональной деятельности.
	ОПК-1.10 Оценка адекватности результатов математического моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	знания: Знать классификацию и типы математических моделей физических явлений; базовые классические модели профессиональной деятельности; основные этапы в технологии построения математических моделей; основные математические методы, используемые при исследовании математических моделей; методы самоконтроля, используемые при построении математических моделей. умения: Уметь формировать систему рабочих гипотез (постулатов) модели и построить содержательную модель; применять процедуру агрегирования при разработке сложных моделей. навыки: Владеть навыками построения математических моделей в сфере профессиональной деятельности.
2. ОПК-6 Способен осуществлять и организовывать	ОПК-6.15 Определение основных нагрузок и воздействий, действующих на здание	знания: Знать принципы определения основных, действующих нагрузок на элемент конструкции. умения: Уметь определять численные значения нагрузок, действующих на элемент конструкции.

разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением	(сооружение)	навыки: Владеть навыками построения расчетных схем для нагрузок, действующих на элемент конструкции.
	ОПК-6.18 Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения	знания: Знать теоретические основы алгоритмов и программных продуктов, используемых при проектировании элементов строительных конструкций. умения: Уметь выбирать расчётные методы и компьютерные программные средства для выполнения расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов строительных конструкций. навыки: Владеть навыками использования современных компьютерных программных средств и инженерных программных комплексов для выполнения расчётов на прочность, жёсткость и
	ОПК-6.19 Динамический расчёт стержневой системы	знания: Знать основные виды и физическую природу динамических воздействий на здания и сооружения, сущность и проблемы обеспечения устойчивости строительных инженерных систем; особенности динамического поведения и обеспечения устойчивости состояния высотных и большепролётных сооружений и конструкций; принципы и методы оценки состояния зданий и сооружений и их расчёта на динамические воздействия и на устойчивость. умения: Уметь формировать расчётные модели зданий, сооружений и конструкций для расчётов на динамические воздействия и на устойчивость; анализировать и оценивать полученные результаты расчётов и принимать обоснованные инженерные решения по обеспечению надёжности проектируемых, возводимых и эксплуатируемых зданий, сооружений, конструкций. навыки: Владеть навыками расчётов стержневых и других видов деформируемых систем на динамические воздействия разных видов воздействий, включая специфические для высотных и большепролётных объектов, и на устойчивость состояния; приёмами и способами приближённых оценочных расчётов напряжённо-деформированного состояния динамически нагруженных сооружений и элементов конструкций, а также расчётов устойчивости состояния зданий и сооружений.
	ОПК-6.17 Составление расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок	знания: Знать основные методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций, сооружений при различных внешних воздействиях. умения: Уметь составить расчетную схему исследуемого объекта и решить задачу оптимального проектирования сооружений и конструкций. навыки: Владеть навыками практического расчета элементов конструкций при различных внешних воздействиях.

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Высшая математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Теоретическая механика (ОПК-1), Теоретическая механика (ОПК-6), Инженерная геодезия (ОПК-6), Инженерная геология (ОПК-6)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Строительная механика (ОПК-1), Механика грунтов (ОПК-1), Механика жидкости и газа (ОПК-1), Экономика отрасли (ОПК-6), Инженерная экология в строительстве (ОПК-6), Строительная механика (ОПК-6), Механика грунтов (ОПК-6), Основы архитектуры (ОПК-6), Водоснабжение и водоотведение (ОПК-6), Теплогазоснабжение и вентиляция (ОПК-6), Электротехника и электроснабжение (ОПК-6); практиках: Преддипломная практика (ОПК-6); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-6)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, игровое проектирование, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении-сжатии и кручении	59	ОПК-1, ОПК-6
Лекция. Предмет, цели и задачи курса «Сопротивление материалов». Основные понятия: прочность, жесткость, устойчивость. Расчетная схема (модель) конструкции. Геометрические модели: стержень, пластинка, оболочка, массив. Схематизация структуры и свойств материала. Упругость, пластичность и ползучесть. Классификация внешних сил. Метод сечений. Напряжение полное, нормальное и касательное. Перемещения и деформации. Деформированное состояние в точке. Основные принципы.	4	
Лекция. Растяжение - сжатие. Перемещения и деформации. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент Пуассона. Напряжения в поперечных и наклонных сечениях. Закон Гука. Модуль упругости. Расчёт упругих перемещений.	4	
Лекция. Механические свойства материалов. Характеристики прочности и пластичности. Диаграмма растяжения. Влияние высоких и низких температур на механические свойства. Ползучесть и релаксация напряжений. Основы расчёта на прочность и жёсткость. Условия прочности по допускаемым напряжениям и по предельным нагрузкам. Оценка жёсткости.	2	

Лекция. Напряженное состояние чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Формулы для касательных напряжений и углов закручивания. Условия прочности и жёсткости. Результаты кручения стержней некруглого сечения. Гидродинамическая и мембранная аналогии.	4	ОПК-1, ОПК-6
Практическое занятие. Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении-сжатии.	2	
Практическое занятие. Расчёт статически определимых и статически неопределимых стержневых систем.	2	
Практическое занятие. Расчёты на прочность и жёсткость при кручении стержня.	2	
Лабораторная работа. Испытания образцов различных материалов на растяжение и сжатие.	4	
Лабораторная работа. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона.	2	
Лабораторная работа. Определение модуля сдвига.	2	
Лабораторная работа. Число твёрдости: проба по Бринелю.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Изучение материала лекций и подготовка к лабораторным занятиям. 2. Выполнение расчётно-графического задания №1 «Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении-сжатии и кручении».	30	
Расчёты на прочность при изгибе	49	
Лекция. Геометрические характеристики сечений. Центр тяжести сечения. Статические, осевые, полярный и центробежные моменты инерции. Зависимость моментов инерции для параллельных осей. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции.	4	
Лекция. Внутренние силовые факторы при изгибе. Дифференциальные зависимости. Чистый изгиб. Формулы для нормальных напряжений. Зависимость изменения кривизны от изгибающего момента. Жёсткость при изгибе. Рациональные конструкции балок.	4	
Лекция. Поперечный изгиб. Касательные напряжения. Формула Журавского.	2	
Лекция. Линейные и угловые перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии. Изгиб балок на упругом основании. Модели оснований.	2	
Практическое занятие. Расчёты на прочность и жёсткость при изгибе.	5	
Лабораторная работа. Определение перемещений при изгибе: расчёт - эксперимент.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Изучение материала лекций и подготовка к лабораторным занятиям. 2. Выполнение расчётно-графического задания №2 «Расчёты на прочность при изгибе балки»	26	

Сложное сопротивление.	32	ОПК-1, ОПК-6
Лекция. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие. Распределение напряжений в поперечном сечении. Ядро сечения.	2	
Лекция. Напряжённое и деформированное состояния. Тензоры напряжений и деформаций. Главные площадки и главные напряжения. Классификация напряженных состояний. Главные оси и главные деформации. Относительное изменение объёма. Обобщённый закон Гука. Потенциальная энергия деформации.	2	
Лекция. Прочность при сложном напряжённом состоянии. Критерии пластичности и разрушения. Анализ прочности цилиндрического и сферического сосудов под давлением. Уравнение Лапласа.	2	
Лекция. О хрупком разрушении. Основные понятия. Теоретическая прочность. Масштабный эффект. Напряжённое состояние в окрестности трещин. Коэффициент интенсивности напряжений. Критическая длина трещины. Вязкость, или трещиностойкость материала. Методы повышения трещиностойкости.	2	
Практическое занятие. Расчёты на прочность при косом изгибе.	2	
Практическое занятие. Расчёты на прочность при внецентренном растяжении-сжатии.	2	
Практическое занятие. Расчёт на прочность при изгибе и кручении.	2	
Лабораторная работа. Определение главных напряжений при изгибе и кручении тонкостенной трубы методом электротензометрии.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Изучение материала лекций и подготовка к лабораторным занятиям. 2. Выполнение расчётно-графического задания №3 «Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня».	16	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, дифференцированный зачет (БРК), консультации	4	

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Энергетические методы. Расчёт статически неопределимых стержневых систем	64	ОПК-1, ОПК-6
Лекция. Энергетические методы. Обобщённая сила и обобщённое перемещение. Работа внешних сил. Теорема взаимности работ. Свойство взаимности перемещений. Потенциальная энергия деформации пространственного стержня. Формула Кастильяно. Интегралы Максвелла-Мора. Правило Верещагина.	4	
Лекция. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил. Фермы и рамы. Степень статической неопределимости. Метод сил. Основная система. Вывод канонических уравнений метода сил. Использование свойства	2	

симметрии при расчёте статически неопределимых стержневых систем. Особенности расчёта многопролётных неразрезных балок.		
Практическое занятие. Определение перемещений при помощи интегралов Максвелла-Мора и правила Верещагина.	2	
Практическое занятие. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил.	4	
Лабораторная работа. Определение перемещений витых цилиндрических пружин (расчёт-эксперимент).	2	
Лабораторная работа. Определение реакции опоры статически неопределимой балки (расчёт - эксперимент).	3	
Лабораторная работа. Определение момента в защемлении статически неопределимой балки (расчёт - эксперимент).	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Изучение материала лекций и подготовка к лабораторным занятиям. 2. Выполнение расчётно-графического задания №4 «Определение перемещений. Расчёт статически неопределимых систем методом сил».	44	
Расчёты за пределами упругости. Устойчивость. Выносливость. Удар.	77	ОПК-1, ОПК-6
Лекция. Упругопластический изгиб балки. Разгрузка и остаточные напряжения. Предельный изгибающий момент. Пластический шарнир. Расчёт балок по предельным, или разрушающим, нагрузкам.	2	
Лекция. Элементарная теория удара. Энергетический метод расчёта. Вертикальный и горизонтальный удар. Удар через промежуточную массу. Определение динамических перемещений и напряжений. Испытания на удар. Ударная вязкость.	2	
Лекция. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Продольный изгиб. Критическая сила. Устойчивость прямолинейной формы равновесия. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Продольно-поперечный изгиб гибкого стержня. Понятие об устойчивости колец и труб. Устойчивость плоской формы изгиба.	3	
Лекция. Прочность при циклическом нагружении. Характеристики стационарного цикла. Механизм усталостного разрушения. Кривая усталости и предел выносливости. Влияние концентрации напряжений, размеров деталей и качества обработки поверхностей на предел выносливости. Коэффициенты запаса. Оценка усталостной прочности при нестационарном циклическом нагружении.	2	
Практическое занятие. Расчёты балок на прочность по предельным, или разрушающим нагрузкам.	2	
Практическое занятие. Расчёты на прочность при ударном приложении нагрузки.	3	
Практическое занятие. Расчёты на устойчивость гибкого стержня.	4	
Лабораторная работа. Определение динамического	2	

коэффициента при ударном приложении нагрузки (расчёт – эксперимент).		
Лабораторная работа. Определение критической силы сжатого стержня (расчёт – эксперимент).	2	
Лабораторная работа. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений.	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Изучение материала лекций и подготовка к лабораторным занятиям. 2. Выполнение расчётно-графического задания №5 «Расчёты на устойчивость и удар».	52	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, консультации	3	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Теория упругости, пластичности и ползучести	69	ОПК-1, ОПК-6
Лекция. Теория упругости, пластичности и ползучести. Ее задачи и методы. Теория напряжений. Основные принципы классической теории упругости. Силы и напряжения. Дифференциальные уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках. Условия на поверхности. Исследование напряженного состояния в точке тела. Главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Тензор напряжений. Интенсивность напряжений. Наибольшие касательные напряжения.	2	
Практическое занятие. Исследование дифференциальных уравнений равновесия (простейшие случаи).	2	
Практическое занятие. Исследование напряженного состояния в точке.	4	
Лекция. Составляющие перемещения и деформации. Зависимость между перемещениями и деформациями (уравнения Коши) в прямоугольной и цилиндрической системах координат. Объемная деформация. Условия совместимости деформаций (дифференциальные зависимости Сен-Венана). Тензор деформаций. Главные деформации, Интенсивность деформаций.	2	
Практическое занятие. Исследование деформации в окрестности заданной точки.	4	
Практическое занятие. Исследование геометрических уравнений.	2	
Лекция. Обобщенный закон Гука. Зависимость между деформациями и напряжениями для изотропного материала в прямоугольной и цилиндрической системах координат. Обратная форма закона Гука для изотропного материала. Закон Гука в тензорной форме. Работа упругих тел. Потенциальная энергия деформаций.	2	
Лекция. Основные уравнения теории упругости и способы их	3	

решения. Решение задачи теории упругости в перемещениях (уравнения Ляме). Решение задачи теории упругости в напряжениях при постоянстве объемных сил (уравнения Бельтрами–Митчелла). Теорема об единственности решения задачи теории упругости. Методы решения задачи теории упругости (прямой, обратный, полуобратный).	
Практическое занятие. Оценка элементарных решений сопротивления материалов с позиций уравнений механики сплошной среды.	4
Лекция. Плоская задача теории упругости в прямоугольных координатах. Плоская деформация. Обобщенное плоское напряженное состояние. Решение плоской задачи в напряжениях (уравнение Мориса Леви). Функция напряжений Эри.	2
Практическое занятие. Определение перемещений и напряжений в консольной балке от силы, приложенной в концевом сечении.	3
Практическое занятие. Определение перемещений и напряжений в балке на двух опорах под действием равномерно распределенной нагрузки.	3
Лекция. Плоская задача теории упругости в полярных координатах. Основные уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах. Простое радиальное напряженное состояние. Осесимметричные задачи. Решение в перемещениях. Функция напряжений для плоской задачи в полярных координатах. Решение плоской осесимметричной задачи с помощью функции напряжений.	2
Практическое занятие. Определение перемещений и напряжений в балке методом конечных разностей.	2
Практическое занятие. Определение напряжений при чистом изгибе криволинейного стержня.	2
Лекция. Осесимметричная задача пространственной теории упругости в цилиндрических координатах. Основные уравнения. решение задачи в перемещениях. Решение задачи в напряжениях. Функции напряжений при осесимметричной задаче. Простейшие осесимметричные задачи пространственной теории упругости. Сосредоточенная сила, действующая на упругое полупространство (задача Буссинеска, задача Черрути). Частные случаи загрузки упругого полупространства.	2
Практическое занятие. Нагружение клина в вершине сосредоточенной силой. Сжатие и изгиб клина.	2
Практическое занятие. Определение напряжений в основании фундамента.	2
Лекция. Две задачи теории пластичности. Активная, пассивная и нейтральная деформации. Простое и сложное нагружения. Уравнения теории напряжений и теории деформации. Преобразование зависимостей между напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упруго–пластических деформаций. Теорема о разгрузке. Зависимости между интенсивностью напряжений и интенсивностью деформаций. Постановка задачи теории пластичности.	2

Практическое занятие. Упруго–пластический изгиб стержня.	2	
Практическое занятие. Упруго–пластическое кручение стержней круглого сечения.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1. Изучение лекционного материала. 2. Выполнение расчётно-графического задания «Плоская задача теории упругости в прямоугольной и полярной системе координат».	18	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, зачет, консультации	3	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **практического / лабораторного** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение **расчётно-проектировочных заданий, контрольных работ, лабораторных работ.**

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **банально-рейтинговый**

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		

1.	Горский, Борис Васильевич. Сборник задач по теории упругости [Текст] / Б. В. Горский, Д. Ф. Бабилов; Марийск.политехн.ин-т им.М.Горького. Горький: ГГУ, 1981. - 58 с. Экземпляры: всего 163.	162
2.	Александров, Анатолий Васильевич. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для студентов вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова. Изд. 7-е, стер. М.: Высшая школа, 2009. - 559, [1] с. ISBN 978-5-06-006126-0. Экземпляры: всего 46.	46
3.	Сопротивление материалов [Текст] : [сб. расчетно-проектировоч. заданий и метод. указания к их выполнению] / [сост. А. В. Андреев и др. ; под ред. Ю. А. Куликова]. Изд. 5-е, перераб. и доп. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. - 90 с. Экземпляры: всего 200.	196 / https://portal.volgatech.net/books/Andreev_soprotivlenie_materialov.pdf
4.	Куликов, Юрий Александрович. Сопротивление материалов [Текст] : курс лекций : учебное пособие / Ю. А. Куликов. Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 268, [1] с. ISBN 978-5-8114-2449-8. Экземпляры: всего 60.	60
5.	Беляев, Николай Михайлович. Сопротивление материалов [Текст] / Беляев Николай Михайлович. 15-е изд., перераб. Москва: Наука, 1976. - 607 с. Экземпляры:	86
6.	Феодосьев, Всеволод Иванович. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для студентов вузов / В. И. Феодосьев. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 588 с. ISBN 5-7038-1588-6. Экземпляры: всего 34.	33
7.	Сборник задач по сопротивлению материалов [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлениям и специальностям в обл. техники и технологий] / Н. М. Беляев [и др.] ; под ред. Л. К. Паршина. Изд. 3-е, стер. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011. - 429, [1] с. ISBN 978-5-8114-0865-8. Экземпляры: всего 50.	50
8.	Кудрявцев, Сергей Геннадьевич. Олимпиады по сопротивлению материалов [Текст] : задачи и решения : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности 150301.65 "Динамика и прочность машин"] / С. Г. Кудрявцев. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 179, [1] с. ISBN 978-5-8158-0666-5. Экземпляры: всего 49.	48 / https://portal.volgatech.net/books/Kudrjavcev_Sbornik_zadach_po_olimpiade.pdf
9.	Сопротивление материалов [Текст] : пособие по решению задач / И. Н. Миролюбов, Ф. З. Алмаметов, Н. А. Курицын и др. 6-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2004. - 508 с. ISBN 5-8114-0555-3. Экземпляры: всего 33.	32
10.	Молотников, В. Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / Молотников В. Я., Молотникова А. А. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 532 с. ISBN 978-5-507-47969-6.	https://e.lanbook.com/book/335192
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	153 (I)	ИЗМЕРИТЕЛЬН.СИСТЕМА СИИТ-3 (1), ИЗМЕРИТЕЛЬН.СИСТЕМА СИИТ-3 (1), ИСПЫТ.МАШИНА ГРМ-1 (1), Копер маятниковый WRM (1969г) (1), МАШИНА КМ-50-1 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ ИР 5047 50-02 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1), ОСЦИЛЛОГРАФ МО 71.1 (1), УН.ИСПЫТ МАШИНАГМС20 (1), УСТАНОВКА ППУ-7 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	154 (I)	Автоматизированный комплекс для проведения оценок виброак. полей огражд.конструкций (1), Измеритель " ИДХ-1" (1), Измеритель " ЛТИ " (1), МОДЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТР (1), УСТАНОВКА ЦЕНТР УД. (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
3.	155 (I)	Лабораторная установка"Модель М1" (1), Лабораторная установка"Модель М2" (1), Лабораторная установка"Модель М3" (1), Лабораторная установка"Модель М4" (1), МАШИНА Р-10 (1), МАШИНА Р-20 (1), Экран на штативе 180x180 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Способность твердого тела сопротивляться внешним нагрузкам, не разрушаясь (способность сопротивляться разрушению), называется...

1. прочностью
2. жесткостью
3. устойчивостью
- 4.выносливостью

2. Способность твердого тела сопротивляться изменению геометрических размеров и формы (способность сопротивляться деформированию) называется...

1. жесткостью

2. выносливостью

3. устойчивостью

4. прочностью

3. Свойство твердых тел возвращаться к своим первоначальным размерам после прекращения действия внешних сил называется...

1. упругостью

2. устойчивостью

3. выносливостью

4. прочностью

4. Свойство твердых тел сохранять остаточную деформацию называется...

1. пластичностью

2. жесткостью

3. прочностью

4. выносливостью

5. Принцип, утверждающий, что результат действия на тело системы сил равен сумме результатов от действия каждой силы отдельно, называется...

1. принципом независимости действия сил

2. принципом Сен-Вена

3. принципом начальных размеров

4. все утверждения верны

6. Принцип, утверждающий, что при упругих деформациях в большинстве случаев перемещения, возникающие в конструкции, малы и форма конструкции при этом изменяется незначительно, называется...

1. принципом начальных размеров

2. принципом суперпозиции

3. принципом Сен-Вена

4. принципом независимости действия сил

7. При схематизации свойств материала тела, в курсе сопротивление материалов, предполагают, что материал является...

1. сплошным, однородным, изотропным и линейно-упругим

2. прочным и упругим
 3. пластичным и изотропным
 4. хрупким и идеально упругим
8. Материал, у которого при переходе от одной точки к другой свойства не изменяются, называется...
1. однородным
 2. изотропным
 3. сплошным
 4. упругим
9. Материал, у которого механические свойства во всех направлениях одинаковы, называется...
1. изотропным
 2. анизотропным
 3. однородным
 4. линейно-упругим
10. Тело, длина которого l существенно превышает характерные размеры поперечного сечения (ширины и высоты) b и h , называется...
1. стержнем (брусом)
 2. пластинкой
 3. оболочкой
 4. массивом (пространственным телом)

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для экзамена по курсу «Сопротивление материалов»

1. Чистый изгиб прямого стержня. Основные гипотезы. Вывод формулы для нормальных напряжений.
2. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния.
3. Перемещения и деформации. Деформации линейные и угловые (сдвиги). Оценка жесткости конструкции.
4. Расчет тонкостенных оболочек вращения. Вывод уравнения Лапласа.
5. Расчет на прочность и жесткость тонкостенных цилиндрических и сферических оболочек. Сравнительный анализ.
6. Напряжения полное, нормальное и касательное. Внутренние силовые факторы и виды

нагружения стержня.

7. Напряженное состояние в точке. Классификация напряженных состояний.
8. Основные принципы сопротивления материалов: принцип Сен-Венана, принцип начальных размеров, принцип независимости действия сил.
9. Определение перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии и его интегрирование. Запись граничных условий.
10. Прочность материалов с трещинами. Критическая длина трещины. Коэффициент интенсивности напряжений. Характеристика трещиностойкости (вязкости) материала.
11. Механика хрупкого разрушения. Теоретическая и реальная прочность материала. Масштабный эффект.
12. Растяжение-сжатие прямого стержня. Анализ напряжений в поперечных и наклонных сечениях.
13. Оценка прочности при сложном напряженном состоянии. Теория прочности Мора.
14. Перемещения и деформации при растяжении-сжатии прямого стержня. Закон Гука. Модуль упругости. Коэффициент Пуассона.
15. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Главные деформации. Вывод формулы для относительного изменения объёма.
16. Поперечный изгиб. Формула Журавского. Распределение касательных напряжений в балке с прямоугольным поперечным сечением.
17. Механические свойства материалов. Диаграмма растяжения. Характеристики прочности и пластичности. Число твёрдости.
18. Влияние высоких и низких температур на механические свойства материалов. Понятия ползучести и релаксации напряжений.
19. Геометрические характеристики сечений. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции.
20. Основы расчетов на прочность и жёсткость. Условия прочности по допускаемым напряжениям и предельным, или разрушающим нагрузкам. Коэффициент запаса.
21. Геометрические характеристики сечений. Изменение моментов инерции при параллельном переносе координатных осей (вывод формул).
22. Оценка прочности при сложном напряженном состоянии на основе критерия наибольших касательных напряжений и энергетического критерия.
23. Представления о кручении стержней некруглого поперечного сечения. Понятия гидродинамической аналогии. Анализ распределения напряжений для стержня прямоугольного поперечного сечения.
24. Характерные формы разрушения и условия прочности при изгибе. Рациональные формы сечений балок: двутавр, швеллер, трехслойная конструкция. Балки равного сопротивления изгибу.
25. Расчетная схема (модель) конструкции. Геометрические модели, или модели формы: стержень, пластинка, оболочка, массив.
26. Потенциальная энергия деформации при сложном напряженном состоянии. Формулы для энергии изменения объема и энергии изменения формы.

27. Вывод формул обобщенного закона Гука для изотропного материала.
28. Касательные напряжения при изгибе тонкостенных стержней. Центр изгиба.
29. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Основные гипотезы. Вывод формул для касательных напряжений и углов закручивания.
30. Оценка прочности при сложном напряженном состоянии на основе критерия Мора. Феноменологический подход.
31. Схематизация структуры и свойств материала. Основные гипотезы: сплошность, однородность, изотропность. Понятия упругости, пластичности и ползучести.
32. Классификация внешних сил и модели нагружения.
33. Упругие свойства волокнистых композитов. Модель упругого деформирования.
34. Оценка прочности однонаправленных волокнистых композитов при плоском напряжённом состоянии.
35. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Вывод расчётных формул. Уравнение нейтральной линии.
36. Сложное сопротивление. Внецентренное растяжение-сжатие. Вывод расчётных формул. Ядро сечения.
37. Понятия обобщённой силы и обобщённого перемещения. Теорема взаимности работ. Свойство взаимности перемещений.
38. Вывод формулы для потенциальной энергии деформации пространственного стержня.
39. Формула Кастильяно. Интегралы Максвелла-Мора для расчёта перемещений стержневых систем. Вывод формул. Примеры.
40. Вычисление интегралов Мора по правилу Верещагина. Вывод формул. Примеры.
41. Расчёт витых цилиндрических пружин растяжения-сжатия. Вывод формул для напряжений и перемещений.
42. Расчёт витых цилиндрических пружин кручения. Вывод формул для напряжений и перемещений.
43. Фермы и рамы. Особенности расчёта статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости. Примеры.
44. Расчет статически неопределимых стержневых систем. Процедура метода сил. Вывод канонических уравнений.
45. Учёт симметрии при расчёте статически неопределимых стержневых систем методом сил.
46. Особенности расчёта многопролётных неразрезных балок методом сил.
47. Расчёты за пределами упругости. Упруго пластический изгиб. Вывод расчётных формул.
48. Расчёты за пределами упругости. Предельный изгибающий момент. Понятие пластического шарнира.
49. Расчёт балок по предельным, или разрушающим нагрузкам. Примеры.
50. Устойчивость равновесия упругих систем. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Основные понятия.

51. Устойчивость равновесия сжатых стержней. Вывод формулы Эйлера.
52. Устойчивость сжатых стержней. Влияние условий закрепления на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера.
53. Понятие об устойчивости колец и труб. Устойчивость плоской формы изгиба.
54. Элементарная теория удара. Энергетический метод расчета. Вывод формул для случая горизонтального удара.
55. Элементарная теория удара. Энергетический метод расчета. Вывод формул для случая вертикального удара.
56. Элементарная теория удара. Влияние промежуточной массы на амплитуды динамических напряжений при ударе.
57. Испытания на удар. Ударная вязкость.
58. Прочность при циклическом нагружении. Механизм усталостного разрушения. Основные понятия.
59. Прочность при циклическом нагружении. Построение кривой усталости. Определение предела выносливости материала.
60. Прочность при циклическом нагружении. Влияние концентрации напряжений, размеров детали, качества поверхности на усталостную прочность детали.
61. Прочность при циклическом нагружении. Диаграмма предельных амплитуд и ее схематизация. Вывод формулы для коэффициента запаса усталостной прочности.
62. Прочность при циклическом нагружении. Оценка усталостной прочности при нестационарных режимах нагружения. Гипотеза линейного суммирования усталостных повреждений.