

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСА

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

01.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.27 Сопротивление материалов

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

08.03.01 Строительство

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленное и гражданское строительство

Курс 3
Семестр 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	18	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	54	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	5	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 08.03.01 Строительство

Программу составили:

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

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

(наименование кафедры)			
25.01.2023	протокол №	4	
(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	Ю.А. Кузнецова
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Зверев Лев Владимирович, Начальник Автономного учреждения Республики
Марий Эл Управления государственной экспертизы проектной документации и результатов
инженерных изысканий (АУ РМЭ УГЭПД)

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

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 задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.2 Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	знания: Знать основные методы расчета на прочность, жесткость элементов конструкций, сооружений при различных внешних воздействиях. умения: Уметь решать задачи оптимального проектирования конструкций. навыки: Владеть навыками практического расчета на прочность, жесткость сооружений и конструкций при различных внешних воздействиях.

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Теоретическая механика. Основы технической механики (ОПК-1), Механика жидкости и газа (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)

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 и лабораторные занятия, процедуры самообучения

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
---------------------	------------------	-------------------------

Основы теории напряженного и деформированного состояния	32	ОПК-1
Лекция. Теория напряжений. Напряжения на наклонной площадке общего положения. Тензор напряжений. Главные оси и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Классификация напряженных состояний. Теория деформаций. Тензор деформаций. Главные оси и главные деформации. Относительное изменение объема. Обобщенный закон Гука. Модели изотропного и анизотропного тела. Удельная потенциальная энергия деформации: энергия изменения объема и энергия изменения формы.	4	
Лекция. Прочность при сложном напряженном состоянии. Понятие о предельном напряженном состоянии и эквивалентном напряжении. Теории (критерии) прочности (наибольших нормальных напряжений, наибольших линейных деформаций, наибольших касательных напряжений, удельной потенциальной энергии изменения формы). Теория прочности Мора.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа: «Определение главных напряжений при изгибе с кручением тонкостенной трубы».	2	
Лабораторная работа. Исследование напряженно-деформированного состояния в точке.	4	
Практическое занятие. Гипотезы прочности и их применение к расчету прямых стержней.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала; 2. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	16	
Сложное сопротивление	20	ОПК-1
Лекция. Комбинированное нагружение стержня. Косой изгиб. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении.	2	
Практическое занятие. Расчеты на прочность и жесткость при косом изгибе. Подбор сечений.	2	
Лекция. Изгиб с растяжением. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Ядро сечения.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа: «Определение напряжений при внецентренном растяжении прямого	2	
Практическое занятие. Расчеты на прочность при внецентренном растяжении-сжатии стержня.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала; 2. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	10	
Энергетический метод определения перемещений и расчет	48	ОПК-1

статически неопределимых систем		
Лекция. Перемещения в стержне при произвольной нагрузке. Потенциальная энергия стержня в общем случае нагружения. Теорема Кастилиано. Интеграл Мора. Способ Верещагина. Теоремы о взаимности работ и перемещений.	4	
Практическое занятие. Определение перемещений в статически определимых системах.	4	
Лабораторная работа. Определение перемещений в статически определимых системах. Лабораторная работа: «Проверка теоремы о взаимности перемещений». Лабораторная работа: «Определение упругих перемещений при изгибе балки».	4	
Лабораторная работа. Определение перемещений в статически определимых системах. Лабораторная работа: «Определение упругих перемещений плоских рам».	2	
Лекция. Раскрытие статической неопределимости стержневых систем методом сил. Связи, накладываемые на систему. Степень статической неопределимости. Выбор основной системы. Метод сил. Канонические уравнения метода сил.	2	
Практическое занятие. Примеры расчета статически неопределимых систем методом сил.	4	
Лабораторная работа. Примеры расчета статически неопределимых систем методом сил. Лабораторная работа: «Определение реакции опоры статически неопределимой балки».	2	
Лабораторная работа. Примеры расчета статически неопределимых систем методом сил. Лабораторная работа: «Определение момента в защемлении однопролетной статически неопределимой балки».	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала; 2. выполнение расчетно-графической работы: «Определение перемещений. Расчет статически неопределимых систем»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	24	
Балка на упругом основании	8	ОПК-1
Лекция. Дифференциальное уравнение для функции прогибов и его общий интеграл. Расчет полубесконечной балки. Краевой эффект. Бесконечная балка на упругом основании. Понятие о расчете коротких балок на упругом основании.	2	
Практическое занятие. Расчет балки на упругом основании.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР 1. изучение лекционного материала; 2. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	4	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Сопротивление материалов" 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-графической работы, контрольной работы, лабораторной работы.**

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине **"Сопротивление материалов"** является

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

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	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
2.	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 181.	181 / https://portal.volgatech.net/books/Andreev_soprotivlenie_materialov.pdf
3.	Беляев, Николай Михайлович. Сопротивление материалов [Текст] / Беляев Николай Михайлович. 15-е изд., перераб. Москва: Наука, 1976. - 607 с. Экземпляры: всего 21.	21
4.	Феодосьев, Всеволод Иванович. Сопротивление	30

	материалов [Текст] : учеб. для студентов втузов / 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 30.	
5.	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
6.	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 27.	27
7.	Куликов, Ю. А. Сопротивление материалов. Курс лекций [Электронный ресурс] / Куликов Ю. А. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 272 с. ISBN 978-5-8114-2449-8.	https://e.lanbook.com/book/209807

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), Копировальная машина FC-210 (1), МАШИНА КМ-50-1 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ ИР 5047 50-02 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1), Монитор LCD Samsung 19" SM 940 N (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

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.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

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.

Пример РГР

Пространственная рама в сечениях А и В нагружена сосредоточенными силами F . Требуется:

1. Построить эпюры крутящих и изгибающих моментов.
2. Построить эпюры касательных и нормальных напряжений в опасных сечениях каждого участка.
3. Установить наиболее напряженные точки, изобразить напряженное состояние в этих точках.
4. На основе энергетической теории прочности вычислить допускаемое значение силы F .

Материал рамы – сталь марки Ст. 3; коэффициент запаса прочности $n_T = 1,5$; размер $a = 4$ см.

Данные взять из табл., предел текучести стали σ_T см. в приложении.

Примеры типовых заданий, выполняемых обучающимися по вариантам, приведены в **Сопротивление материалов** [Электронный ресурс] : [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. : ил.

Пример тестового задания (контрольной работы)

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)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

1. Потенциальная энергия стержня в общем случае нагружения.
2. Критерий наибольших касательных напряжений и удельной потенциальной энергии формоизменения. Теория прочности Мора.
3. Задача на тему "Расчет на жесткость при плоском прямом изгибе"

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Понятие напряженного состояния в точке. Тензор напряжений.
2. Определение напряжений на наклонной площадке. Условия на поверхности тела.
3. Исследование напряженного состояния в точке тела. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Три типа напряженных состояний.
4. Обобщенный закон Гука для анизотропного и изотропного тела.
5. Потенциальная энергия деформации в общем случае напряженного состояния. Удельная потенциальная энергия изменения объема и формы.
6. Плоское напряженное состояние. Определение нормального и касательного напряжений на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения.
7. Вычисление величины главных напряжений и направлений главных площадок.

Наибольшие касательные напряжения.

8. Критерии (теории) прочности и пластичности. Задачи теорий прочности. Критерии наибольших нормальных напряжений и наибольших относительных удлинений.

9. Критерий наибольших касательных напряжений и удельной потенциальной энергии формоизменения. Теория прочности Мора

10. Косой изгиб. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе стержня. Расчеты на прочность и жесткость.

11. Изгиб стержня при действии продольных и поперечных сил.

12. Внецентренное сжатие-растяжение стержня. Расчеты на прочность стержней при внецентренном сжатии. Ядро сечения.

13. Определение напряжений и проверка прочности круглого стержня при совместном действии деформаций изгиба и кручения.

14. Общий случай нагружения стержня прямоугольного сечения. Анализ напряженного состояния в опасных точках.

15. Потенциальная энергия стержня в общем случае нагружения.

16. Интеграл Мора.

17. Способ Верещагина для вычисления интеграла Мора.

18. Связи, накладываемые на систему. Связи внешние и внутренние, необходимые и дополнительные. Степень статической неопределимости системы.

19. Выбор основной системы. Метод сил. Канонические уравнения метода сил.

20. Балка на упругом основании. Дифференциальное уравнение для функции прогибов и его общий интеграл.

21. Расчет полубесконечной балки на упругом основании. Краевой эффект.

22. Бесконечная балка на упругом основании.

23. Понятие о расчете коротких балок на упругом основании.