

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСА

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

03.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.26 Сопротивление материалов

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

08.03.01 Строительство

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Экспертиза и управление недвижимостью

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:

заведующий кафедрой	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	С.П. Иванов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

(наименование кафедры)		
05.02.2024	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	Е.В. Веюков
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Кузнецова
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Безденежных Глеб Сергеевич, заместитель руководителя департамента
государственного жилищного надзора РМЭ

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 04.02.2025 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 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 и экспериментального исследований	знания: Знать методику определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического и экспериментального исследований умения: Уметь устанавливать характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического и экспериментального исследований навыки: Обладать навыками установления характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического и экспериментального исследований
	ОПК-1.9 Решение инженерно-геометрических задач графическими способами	знания: Знать основные методы решение инженерных задач различными способами умения: Уметь решать инженерные задачи различными способами навыки: Владеть навыками решения инженерных задач различными способами

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: Механика жидкости и газа (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Инженерное обеспечение зданий и сооружений (ОПК-1); 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	22	ОПК-1
Лекция. Теория напряжений. Напряжения на наклонной площадке общего положения. Тензор напряжений. Главные оси и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Классификация напряженных состояний.	2	
Лекция. 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.	2	
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	
Практическое занятие. Исследование напряженно-деформированного состояния в точке.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала; 2. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение; 3. выполнение расчетно-проектировочного задания: «Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»; 4. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы, защита выполненных лабораторных работ.	12	ОПК-1
Сложное сопротивление	26	
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.	4	
Лекция. Изгиб с растяжением. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Ядро сечения.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа: «Определение напряжений при внецентренном растяжении прямого стержня».	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. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение; 3. выполнение расчетно-проектировочного задания: «Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»; 4. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы, защита выполненных лабораторных работ.	14	
Энергетический метод определения перемещений и расчет статически неопределимых систем	48	ОПК-1
Лекция. Перемещения в стержне при произвольной нагрузке. Потенциальная энергия стержня в общем случае нагружения. Теорема Кастилиано.	2	
Лекция. Интеграл Мора. Способ Верещагина. Теоремы о взаимности работ и перемещений.	2	
Практическое занятие. Определение перемещений в статически определимых системах.	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа: «Проверка теоремы о взаимности перемещений».	2	
Лабораторная работа. Лабораторная работа: «Определение упругих перемещений при изгибе балки».	4	
Лабораторная работа. Лабораторная работа: «Определение упругих перемещений пространственного стержня».	2	
Лабораторная работа. 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. Лабораторная работа: «Определение реакции опоры статически неопределимой балки».	2	
Лабораторная работа. 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. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение; 3. выполнение расчетно-проектировочного задания: «Определение перемещений. Расчет статически неопределимых систем»; 4. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы, защита выполненных лабораторных работ.	22	
Балка на упругом основании	12	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.	4
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала; 2. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение.	6
Иная контактная работа:	0
Подготовка к экзамену	30
Проведение экзамена	6

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 **экзамен в 5 семестре.**

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.	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.	Кудрявцев, Сергей Геннадьевич. Эпюры внутренних силовых факторов : учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-проектировочных заданий для студентов направления "Строительство" / С. Г. Кудрявцев; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 74 с. ISBN 978-5-8158-1985-6.	39 / https://portal.volgatech.net/books/Kudriavcev_epuri_vnutrennix_silovix_faktorov_2018.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 56.	56
5.	Сопротивление материалов [Текст] : Учеб.пособ.для студ-ов втузов / [Н.А.Костенко,С.В.Балясникова,Ю.А.Волошановская и др.];Под ред.Н.А.Костенко. М.: Высшая школа, 2000. - 429 с. ISBN 5-06-003693-6. Экземпляры: всего 3.	3
6.	Кузьмин, Л. Ю. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] / Кузьмин Л. Ю.,Сергиенко В. Н.,Ломунов В. К. 3е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 228 с. ISBN 978-5-8114-7663-3.	https://e.lanbook.com/book/354527
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	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), УН.ИСПЫТ МАШИНАГМС20 (1), УСТАНОВКА ПИУ 7 (1), Компьютер	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft

		учебной мебели (1)	Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	154 (I)	Измеритель " ИДХ-1" (1), Измеритель " ЛТИ " (1), МОДЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТР (1), МОДЕЛЬ КИТАЙСК.ВОЛГО (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	удовлетворительно

	допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	
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.

Тест 0

1. Напряженное состояние, при котором происходит качественное изменение свойств материала (переход от одного механического состояния к другому), называется ...

1. линейным
2. предельным (опасным)
3. плоским
4. объемным

2. Наибольшее напряжение, при котором обеспечивается прочность и долговечность проектируемого элемента конструкции, называется ...

1. переменным
2. главным
3. нормальным
4. допускаемым

3. Материал, у которого механические свойства во всех направлениях одинаковы, называется...

1. анизотропным
2. однородным
3. линейно-упругим
4. изотропным

4. Сумма нормальных напряжений на трех взаимно перпендикулярных площадках элементарного параллелепипеда равна ...

1. $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = 0$
2. $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = \text{const}$
3. $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = \sigma_{\max}$
4. $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = \tau_{\max}$

5. В точках поперечного сечения балки при прямом поперечном изгибе возникает(-ют) напряжение(-я) ...

1. эквивалентное
2. нормальное
3. допускаемое
4. переменное
5. касательное

6. Сумма моментов всех внутренних сил в данном сечении относительно оси, направленной по нормали к сечению, называется _____ моментом.

1. главным
2. крутящим
3. расчетным
4. изгибающим

7. Число компонентов напряжений, которые характеризуют напряженное состояние в точке тела, равно ...

1. 4
2. 8
3. 6
4. 2

8. При расчетах элементов конструкций методами курса «Сопротивление материалов», материал принимают ...

1. идеально упругим и сплошным
2. изотропным
3. однородным
4. анизотропным

9. Изменение размеров или формы реального тела, подверженного действию внешних сил, называется...

1. деформацией
2. упругостью
3. перемещением
4. пластичностью

10. Примером изотропного материала является ...

1. древесина
2. фанера

3. стеклопластик
4. чугун
5. сталь

Примеры типовых контрольных, расчетно-графических работ представлены в источнике:

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.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Сопротивление материалов»
направление подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство

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.

Пример экзаменационного билета (нулевой вариант)

1. Косой изгиб. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе стержня. Расчеты на прочность и жесткость.
 2. Бесконечная балка на упругом основании.
 3. Пример.
- Определить главные напряжения и построить круговые диаграммы.