

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.19 Сопротивление материалов

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.03.01 Машиностроение

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов

Курс 2, 3

Семестр 4, 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	2	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	6	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	102	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) 15.03.01 Машиностроение

Программу составили:

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	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение «Родина»

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 применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Демонстрирует знания принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов.	знания: Знать особенности перехода от реального объекта к расчетной схеме. умения: Уметь составить расчетную схему исследуемого объекта. навыки: Владеть навыками выбора оптимальной расчетной схемы для реального объекта.
2. ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	ОПК-13.2 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения.	знания: Знать основные методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость деталей при различных внешних воздействиях. умения: Уметь решать задачи оптимального проектирования деталей. навыки: Владеть навыками практического расчета на прочность, жесткость и устойчивость деталей 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), Начертательная геометрия и инженерная графика (ОПК-1), Проектирование и производство заготовок (ОПК-13), Механические системы в машиностроении (ОПК-13)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы проектирования (ОПК-1), Основы проектирования (ОПК-13), Технология машиностроения (ОПК-13); 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-13)

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

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основные понятия и исходные положения курса	14	ОПК-1, ОПК-13
Лекция. Основные понятия курса «Сопротивление материалов». Схематизация элементов конструкций и внешних нагрузок. Основные гипотезы о свойствах материала. Принципы курса. Метод сечений. Внутренние силы и внутренние силовые факторы.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала; 2. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение: - Метод сечений. Построение эпюр продольных сил, крутящих моментов для стержней, поперечных сил и изгибающих моментов для балок; - Понятие о напряжении. Напряжение полное, нормальное и касательное. Напряженное состояние в точке. Связь внутренних силовых факторов с напряжениями. Перемещения и деформации (линейные, угловые). Деформированное состояние в точке. 3. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии, кручении, плоском поперечном изгибе. Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»; 4. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольных работ - тестов на образовательном портале Волгатеха.	12	
Растяжение и сжатие	22	
Лабораторная работа. Механические испытания материалов на растяжение и сжатие. Механические характеристики материалов. Материалы пластичные и хрупкие. Лабораторная работа: «Испытание на сжатие образцов из различных материалов».	2	ОПК-1, ОПК-13

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение: - Растяжение и сжатие прямого стержня. Внутренние силы и напряжения в поперечном сечении стержня. Перемещения и деформации. Закон Гука. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии; - Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии статически определимых систем. 2. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии, кручении, плоском поперечном изгибе. Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольных работ - тестов на образовательном портале Волгатеха.	20	
Иная контактная работа:	0	

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Сдвиг и кручение		ОПК-1, ОПК-13
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение: - Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Удельная потенциальная энергия при сдвиге. Практические расчеты соединений, работающих на сдвиг; - Кручение стержня круглого поперечного сечения. Вывод формулы для касательных напряжений. Определение взаимного угла поворота сечений. Потенциальная энергия при деформации кручение; - Расчеты на прочность и жесткость при кручении стержня стержня круглого поперечного сечения. 2. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии, кручении, плоском поперечном изгибе. Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольных работ - тестов на образовательном портале Волгатеха.	15	ОПК-1, ОПК-13
Геометрические характеристики поперечных сечений стержня		

<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР</p> <p>1. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Статические моменты площади. Центр тяжести площади; - Осевые моменты инерции. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей координат; - Зависимость моментов инерции сечения при повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции. Моменты инерции сложных фигур. <p>2. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии, кручении, плоском поперечном изгибе. Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня».</p>	5	
Плоский изгиб		ОПК-1, ОПК-13
<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР</p> <p>1. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Плоский поперечный изгиб стержня. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами и интенсивностью внешней распределенной нагрузки при плоском поперечном изгибе; - Чистый изгиб. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Зависимость изменения кривизны оси стержня от изгибающего момента. Потенциальная энергия деформации при чистом изгибе; - Нормальные напряжения при плоском поперечном изгибе стержня. Касательные напряжения (формула Д.И. Журавского); - Перемещения при плоском поперечном изгибе стержня. Дифференциальное уравнение упругой линии стержня. Интегрирование дифференциального уравнения и определение произвольных постоянных. Метод начальных параметров; - Расчет на прочность и жесткость при плоском изгибе. <p>2. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии, кручении, плоском поперечном изгибе. Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»;</p> <p>3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольных работ - тестов на образовательном портале Волгатеха.</p>	20	
Основы теории напряженного и деформированного состояния		ОПК-1, ОПК-13

<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР</p> <p>1. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Теория напряжений. Тензор напряжений. Главные оси и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Классификация напряженных состояний; - Теория деформаций. Тензор деформаций. Главные оси и главные деформации; - Обобщенный закон Гука. Модели изотропного и анизотропного тела; - Плоское напряженное состояние. Нормальное и касательное напряжения на наклонной площадке. Главные напряжения и на-правления главных площадок. Экстремальные касательные напряжения; - 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. <p>2. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии, кручении, плоском поперечном изгибе. Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»;</p> <p>3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольных</p>	10	ОПК-1, ОПК-13
Сложное сопротивление	22	
Лабораторная работа. Расчеты на прочность при внецентренном растяжении-сжатии стержня. Лабораторная работа: «Определение напряжений при внецентренном растяжении прямого стержня».	2	
<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР</p> <p>1. изучение лекционного материала;</p> <p>2. конспектирование тем, вынесенных на самостоятельное изучение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Комбинированное нагружение стержня. Косой изгиб. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении; - Расчеты на прочность и жесткость при косом изгибе. Подбор сечений; - Изгиб с растяжением. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Ядро сечения. <p>3. выполнение расчетно-графической работы: «Расчёты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии, кручении, плоском поперечном изгибе. Расчёты на прочность при комбинированном нагружении стержня»;</p> <p>4. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольных работ - тестов на образовательном портале Волгатеха.</p>	20	
Иная контактная работа: консультации	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 **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, лабораторных работ.**

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

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.	Беляев, Николай Михайлович. Сопротивление материалов [Текст] / Беляев Николай Михайлович. 15-е изд., перераб. Москва: Наука, 1976. - 607 с. Экземпляры: всего 21.	21
2.	Сопротивление материалов [Текст] : сб. расчетно-проектировочных заданий и метод. указания к их выполнению / [сост. : В. А. Гусев [и др.]. 2-е изд., испр. и доп. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 92 с. Экземпляры: всего 166.	166 / https://portal.volgatech.net/books/Gusev_soprotivlenie_materialov.pdf
3.	Александров, Анатолий Васильевич. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для студентов вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А.	46

	В. Александрова. Изд. 7-е, стер. М.: Высшая школа, 2009. - 559, [1] с. ISBN 978-5-06-006126-0. Экземпляры: всего 46.	
4.	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
5.	Миролубов, И. Н. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : пособие по решению задач / Миролубов И. Н., Алмаметов Ф. З., Курицин Н. А., Изотов И. Н. 9-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 512 с. ISBN 978-5-8114-0555-8.	https://e.lanbook.com/book/211427
6.	Сидорин, С. Г. Сопротивление материалов. Пособие для решения контрольных работ студентов-заочников [Электронный ресурс] / Сидорин С. Г. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 212 с. ISBN 978-5-8114-2548-8.	https://e.lanbook.com/book/212762
7.	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

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)	МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1), УН.ИСПЫТ МАШИНА ГМС20 (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. 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.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

1. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня.
2. Косой изгиб. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе стержня. Расчеты на прочность и жесткость.
3. Задача на тему "Расчеты на прочность и жесткость при кручении"

Пример тестового задания

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

- а) прочностью
- б) жесткостью
- в) устойчивостью
- г) выносливостью

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

- а) устойчивостью
- б) выносливостью
- в) упругостью
- г) прочностью

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

- а) анизотропным
- б) изотропным
- в) однородным
- г) линейно-упругим

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

- а) жесткостью
- б) выносливостью
- в) устойчивостью
- г) прочностью

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

- а) пластичностью
- б) жесткостью
- в) прочностью
- г) выносливостью

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

- а) принципом независимости действия сил
- б) принципом Сен-Вена
- в) принципом начальных размеров
- г) все утверждения верны

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

- а) принципом начальных размеров
- б) принципом суперпозиции
- в) принципом Сен-Вена
- г) принципом независимости действия сил

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

- а) сплошным, однородным, изотропным и линейно-упругим
- б) прочным и упругим
- в) пластичным и изотропным
- г) хрупким и идеально упругим

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня.
2. Понятие о напряжении. Напряжение полное, нормальное и касательное. Напряженное состояние в точке. Выражение внутренних силовых факторов в сечении стержня через напряжения.
3. Перемещения и деформации. Деформации линейные и угловые. Деформированное состояние в точке.
4. Внутренние силы и напряжения в поперечном сечении прямого стержня при растяжении и сжатии. Гипотеза плоских сечений. Удлинения стержня и закон Гука. Потенциальная энергия упругой деформации стержня при растяжении-сжатии.
5. Метод допускаемых напряжений. Коэффициент запаса. Метод разрушающих нагрузок.
6. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Удельная потенциальная энергия при сдвиге.
7. Кручение стержня с круглым поперечным сечением. Расчеты на прочность и жесткость.
8. Статически неопределимые задачи при кручении. Потенциальная энергия упругой деформации стержня при кручении.
9. Статические моменты площади сечений. Центральные оси. Определение положения центра тяжести сечения.
10. Моменты инерции сечения. Зависимость между моментами инерции сечения при параллельном переносе осей.
11. Зависимость между моментами инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции сечения. Понятие о радиусе инерции.
12. Изгиб. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня при плоском изгибе. Дифференциальные зависимости при плоском изгибе.
13. Нормальные напряжения в стержне при чистом изгибе. Потенциальная энергия упругой деформации стержня при чистом изгибе.
14. Напряжения в сечении стержня при плоском поперечном изгибе. Формула Д.И.Журавского.
15. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки и его интегрирование.
16. Понятие напряженного состояния в точке. Тензор напряжений.
17. Определение напряжений на наклонной площадке. Условия на поверхности тела.
18. Исследование напряженного состояния в точке тела. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Три типа напряженных состояний.

19. Обобщенный закон Гука для анизотропного и изотропного тела.
20. Потенциальная энергия деформации в общем случае напряженного состояния. Удельная потенциальная энергия изменения объема и формы.
21. Плоское напряженное состояние. Определение нормального и касательного напряжений на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения.
22. Вычисление величины главных напряжений и направлений главных площадок. Наибольшие касательные напряжения.
23. Критерии (теории) прочности и пластичности. Задачи теорий прочности. Критерии наибольших нормальных напряжений и наибольших относительных удлинений.
24. Критерий наибольших касательных напряжений и удельной потенциальной энергии формоизменения. Теория прочности Мора
25. Косой изгиб. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе стержня. Расчеты на прочность и жесткость.
26. Изгиб стержня при действии продольных и поперечных сил.
27. Внецентренное сжатие-растяжение стержня. Расчеты на прочность стержней при внецентренном сжатии. Ядро сечения.
28. Определение напряжений и проверка прочности круглого стержня при совместном действии деформаций изгиба и кручения.
29. Понятие об устойчивости. Формула Эйлера для определения критической силы сжатого стержня. Влияние условий закрепления стержня на величину критической силы.
30. Критическое напряжение. Пределы применимости формулы Эйлера. Устойчивость сжатого стержня при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. График критических напряжений в зависимости от гибкости стержня.