

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

11.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.17 Теоретическая механика и сопротивление материалов

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Квалификация выпускника	Бакалавр (бакалавр/магистр/специалист)
Направленность	Технология машиностроения

Курс	2
Семестр	3, 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	72	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	108	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	108	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	3, 4	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	С.В. Шлычков
(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	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 12.03.2024 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-5 Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ОПК-5.3 Применят на практике методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	<p><b>знания:</b> основные классы современных материалов, их свойства и области применения; принципы выбора материалов, основные технологические процессы производства и обработки материалов; особенности этапов жизненного цикла материалов и изделий из них; закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах, влияние структурных характеристик на свойства материалов.</p> <p><b>умения:</b> применять математический аппарат для решения практических задач профессиональной деятельности; использовать компьютерные технологии для планирования, организации и проведения работ по техническому регулированию и метрологии; понимать и решать профессиональные задачи в области управления научно-исследовательской и производственной деятельностью в соответствии с профилем подготовки; учитывать основные требования информационной безопасности при решении профессиональных задач.</p> <p><b>навыки:</b> Принципы выбора материалов для элементов конструкций и оборудования; методами планирования и проведения измерительных экспериментов, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов экспериментов; навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных.</p>

2. ОПК-9 Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	ОПК-9.4 Способен выполнять различные расчеты конструкции деталей, узлов.	<p><b>знания:</b> теоретические основы и практические методы расчетов конструкций и их элементов на прочность, жесткость и устойчивость; современные подходы к расчету сложных систем и элементам рационального проектирования конструкций.</p> <p><b>умения:</b> моделировать работу элементов конструкций с помощью физико-математических моделей; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении.</p> <p><b>навыки:</b> навыками проведения испытаний на прочность; навыками расчета основных физических величин.</p>
---	--	--

## 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: Технологические процессы в машиностроении (ОПК-5), Проектирование заготовок и режущего инструмента (ОПК-5), Технологические процессы в машиностроении (ОПК-9), Проектирование заготовок и режущего инструмента (ОПК-9)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Технология машиностроения (ОПК-5), Метрология, стандартизация, сертификация (ОПК-5), Технология машиностроения (ОПК-9), Метрология, стандартизация, сертификация (ОПК-9), Станочные приспособления (ОПК-9); практиках: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ОПК-5); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-5), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-9)

## 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, тренинговые

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, мини-проекты

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Теоретическая механика</b>	<b>108</b>	ОПК-5, ОПК-9
Лекция. Введение в статику. Основные понятия статики.	2	

Аксиомы статики. Связи и их реакции	
Лабораторная работа. Сложение, разложение сил	4
Лекция. Система сходящихся сил. Геометрический и аналитический способы определения равнодействующей сходящихся сил. Условия равновесия системы сходящихся сил.	2
Лабораторная работа. Произвольная плоская система сил	4
Лекция. Момент силы относительно центра и оси. Алгебраический момент силы. Пара сил. Основная теорема статики. Главный вектор и главный момент данной системы	2
Лабораторная работа. Вычисление момента силы относительно оси: способы разложения и проектирования, аналитический способ. Вычисление компонентов главных вектора и момента системы сил. Условия равновесия пространственной системы сил.	4
Лекция. Произвольная система сил. Условия равновесия произвольной системы сил. Равновесие систем тел. Статически определимые и статически неопределимые системы.	2
Лабораторная работа. Равновесие системы сочлененных тел.	4
Лекция. Система параллельных сил. Распределенная сила. Понятие о центре тяжести. Способы определения центра тяжести тел.	2
Лабораторная работа. Определение положения центра тяжести фигуры. Определение коэффициентов трения для различных материалов.	4
Лекция. Введение в кинематику. Способы задания движения точки: векторный, координатный. Траектория точки. Закон движения, скорость ускорение точки. Естественный способ описания движения точки; система координат (оси естественного трехгранника); определение проекций векторов скорости и ускорения точки на естественные оси.	2
Лабораторная работа. Вычисление скорости и ускорения точки по заданному уравнению движения при естественном способе. Связь естественного и координатного описаний движения точки: установление закона движения по траектории, определение радиуса кривизны.	4
Лекция. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей, его свойства, способы нахождения. Определение скорости точки и угловой скорости плоской фигуры с его помощью. Мгновенный центр ускорений, его свойства, способы нахождения.	2
Лабораторная работа. Мгновенный центр скоростей,	4
Лекция. Сложное движение точки; разложение абсолютного движения на относительное и переносное. Полная и локальная производные от вектора, связь между ними. Теоремы о сложении скоростей и ускорений; определение величины и направления ускорения Кориолиса (правило Жуковского). Случай переносного поступательного движения.	2
Лабораторная работа. Сложное движение, Определение кинематических величин.	4
Лекция. Сложение вращений тела относительно параллельных осей; сложение вращений тела относительно пересекающихся	2

осей, пара вращений. Сложение поступательного и вращательного движений тела; винтовое движение.		
Лабораторная работа. Определение угловых скорости и ускорения тела с одной неподвижной точкой; кинематические соотношения Эйлера. Вычисление скоростей и ускорений точек тела.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР РГР №1 Система сходящихся сил РГР №2 Плоская система сил РГР №3 Кинематика точки РГР №4 Плоскопараллельное движение	54	
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

#### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Сопротивление материалов</b>	<b>108</b>	ОПК-5, ОПК-9
Лекция. Основы расчётов на прочность и жёсткость. Модели материала. Геометрические модели. Перемещения и деформации. Напряжения. Внутренние силовые факторы. Растяжение и сжатие.	2	
Лабораторная работа. Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении, сжатии.	4	
Лекция. Закон Гука. Модуль упругости. Коэффициент Пуассона. Расчёт упругих перемещений. Механические свойства материалов. Диаграмма растяжения. Характеристики прочностности и пластичности. Условия прочности по допускаемым напряжениям и по предельным, или разрушающим нагрузкам.	2	
Лабораторная работа. Удлинение, укорочение бруса. Построение эпюр перемещений при растяжении, сжатии. Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении, сжатии.	4	
Лекция. Чистый сдвиг. Анализ напряженного состояния при чистом сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Удельная потенциальная энергия при сдвиге. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Полярный момент инерции и полярный момент сопротивления круга и кольца.	2	
Лабораторная работа. Расчёты на прочность и жёсткость при растяжении, сжатии статически неопределимых систем.	4	
Лекция. Определение взаимного угла поворота сечений. Потенциальная энергия при деформации кручение. Расчёты на прочность и жесткость при кручении статически неопределимых систем. Кручение стержней с некруглым поперечным сечением. Мембранные аналогии.	2	
Лабораторная работа. Обработка диаграммы растяжения – сжатия. Расчёты на прочность и жёсткость при кручении.	4	
Лекция. Геометрические характеристики поперечных сечений.	2	

Лабораторная работа. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней, расчет составных сечений.	4
Лекция. Плоский прямой изгиб. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Зависимость изменения кривизны оси стержня от изгибающего момента. Жесткость поперечного сечения стержня на изгиб. Потенциальная энергия деформации при чистом изгибе.	2
Лабораторная работа. Построение эпюр внутренних силовых факторов.	4
Лекция. Плоский поперечный изгиб стержня. Основные гипотезы. Нормальные напряжения при плоском поперечном изгибе стержня.	2
Лабораторная работа. Подбор оптимального поперечного сечения.	4
Лекция. Рациональные формы поперечных сечений балок: двутавр, швеллер, трехслойная конструкция. Балка равного сопротивления изгибу. Касательные напряжения (формула Д.И. Журавского). Расчеты на прочность при плоском поперечном изгибе.	2
Лабораторная работа. Расчет на прочность по касательным напряжениям.	4
Лекция. Комбинированное нагружение стержня. Косой изгиб. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении. Изгиб с растяжением. Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Ядро сечения.	2
Лабораторная работа. Определение напряжений при внецентренном растяжении балки.	4
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР РГР №1 Растяжение-сжатие, построение эпюр. Расчет на прочность и жесткость. РГР №2 Кручение, построение эпюр. Расчет на прочность и жесткость. РГР №3 Изгиб РГР №4 Внецентренное растяжение-сжатие,	54
Иная контактная работа: выполнение контрольной работы, консультации	0
Подготовка к экзамену	30
Проведение экзамена	6

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Теоретическая механика и 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 Теоретическая механика и сопротивление материалов 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 Теоретическая механика и сопротивление материалов. Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины Теоретическая механика и сопротивление материалов, 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 Теоретическая механика и сопротивление материалов, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины Теоретическая механика и сопротивление материалов 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 Теоретическая механика и сопротивление материалов является экзамен.

## 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
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Шлычков, Сергей Владимирович. Теоретическая механика [Текст] : учебно-методическое пособие к выполнению расчётно-графической работы / С. В. Шлычков; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 54 с. ISBN 978-5-8158-1733-3. Экземпляры: всего 63.	63 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Shlichkov_teoreticheskiaia_mexanika_2016.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Shlichkov_teoreticheskiaia_mexanika_2016.pdf</a>
2.	Кузовков, Сергей Геннадьевич. Теоретическая механика [Текст] : избр. лекции / С. Г. Кузовков, Ю. В. Лоскутов, С. В. Шлычков. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 173 с. ISBN 5-8158-0485-1. Экземпляры: всего 168.	168
3.	Соколов, Геннадий Максимович. Теоретическая механика [Текст] : курс лекций. Ч. 1 : Статика. Кинематика, 2011. - 108 с. ISBN 978-5-8158-0908-6. Экземпляры: всего 64.	64
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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/209807">https://e.lanbook.com/book/209807</a>
5.	Феодосьев, Всеволод Иванович. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для студентов втузов / В. И. Феодосьев. 10-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ	30



	им. Н. Э. Баумана, 2001. - 588 с. ISBN 5-7038-1588-6. Экземпляры: всего 30.	
6.	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 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Andreev_soprotivlenie_materialov.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Andreev_soprotivlenie_materialov.pdf</a>
7.	Жуков, В. Г. Механика. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] / Жуков В. Г. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 416 с. ISBN 978-5-8114-1244-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/210884">https://e.lanbook.com/book/210884</a>
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
3.		<a href="http://">http://</a>

## 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), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ ИР 5047 50-02 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Агент Dr.Web
2.	154 (I)	МОДЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТР (1), МОДЕЛЬ КИТАЙСК.ВОЛГО (1), ПРИБОР ФИЗИЧЕСКИЙ МО (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Агент Dr.Web
3.	155 (I)	Лабораторная установка"Модель М1" (1), Лабораторная установка"Модель М2" (1), Лабораторная установка"Модель М3" (1), Лабораторная установка"Модель М4" (1),	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft

		МОДЕЛЬ КОНУС ТРЕНИЯ (1), Экран на штативе 180x180 (1)	Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Агент Dr.Web
--	--	--	--

## 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

## 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.

3 семестр

1. В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?
2. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил.
3. Дайте определение центра параллельных сил и запишите формулы для определения его положения.
4. Дайте определение центра тяжести. Какие способы определения координат центра тяжести Вы знаете.
5. Сила  $F$  лежит в плоскости  $ABCD$  и приложена в точке  $B$ . Определить момент силы относительно оси  $OX$

- 1.
2. /span>
3. /span>
4. /span>

*Продвинутый уровень (0 – 5 баллов за вопрос)*

6. Основная теорема статики о приведении произвольной системы сил к силе и к паре сил: формулировка, доказательство
7. Сформулируйте и докажите условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
8. Определить опорные реакции и усилия в стержнях 1-3 данной фермы с прямоугольной решеткой при воздействии на нее сил  $P$ ,  $Q$ ,  $F$ .

*Высокий уровень (0 - 8 баллов за вопрос)*

9. Теорема о трех силах: формулировка, доказательство. Пример использования

/p>

4 семестр

*Задание 1.*

Для балок, схемы которых представлены, определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и эпюры изгибающих моментов. Для каждой схемы определить максимальное значение изгибающего момента  $M_{i\max}$  (по абсолютной величине). Величины  $F, L, q, a$  заданы.

*Задание 2.*

Для балок, схемы которых представлены, определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и эпюры изгибающих моментов. Для каждой схемы определить максимальное значение изгибающего момента  $M_{i\max}$  (по абсолютной величине). Величины  $q, a$  заданы.

Пример экзаменационного билета:

1. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержня.

2. Напряжения в сечении стержня при плоском поперечном изгибе. Формула Д.И. Журавского.

3. Задача: Рама состоит из двух частей, соединенных шарниром. В точка А и Е закреплена при помощи шарниров. Приложенная нагрузка представлена на рисунке. Размеры даны в метрах. Найти реакции опор.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

3 Семестр

1. Какими тремя факторами определяется сила, действующая на твердое тело?
2. Какая сила называется равнодействующей данной системы сил?
3. Какое тело называется несвободным?
4. Что представляют собой реакции связей?
5. Как формулируются аксиомы статики?
6. В чем состоит геометрический способ сложения сил, приложенных в одной точке?
7. Как формулируются условия равновесия системы сходящихся сил?
8. Что называется парой сил?
9. Как направлен и чему равен по величине момент пары?
10. При каком условии две пары эквивалентны?
11. Могут ли быть эквивалентны две пары, лежащие в пересекающихся плоскостях?

12. Как формулируется теорема о сложении пар?
13. Что называется векторным моментом силы относительно точки?
14. В каком случае момент силы относительно точки равен нулю?
15. Изменится ли момент силы относительно данной точки при переносе силы по линии ее действия?
16. Что называется главным вектором системы сил?
17. Что называется главным моментом системы сил?
18. В чем состоит теорема Вариньона?
19. Что называется моментом силы относительно оси?
20. В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?
21. Какая существует зависимость между векторным моментом силы относительно точки и моментом этой силы относительно оси, проходящей через ту же точку?
22. Чему равны проекции главного вектора данной системы сил на каждую из координатных осей?
23. Чему равны проекции главного момента данной системы сил относительно начала координат на каждую из координатных осей?
24. В каких случаях пространственная система сил приводится к одной равнодействующей силе?
25. Как формулируются условия равновесия пространственной системы сил?
26. Как формулируются условия равновесия плоской системы сил?
27. Как определяется алгебраический момент силы относительно точки?
28. Что называется центром системы параллельных сил?
29. Какая точка называется центром тяжести тела?
30. Что называется уравнением (законом) движения точки?
31. Какие способы описания движения точки применяются в кинематике и в чем они состоят?
32. Как направлен вектор скорости точки?
33. Как связаны радиус-вектор движущейся точки и вектор скорости этой точки?
34. Чему равны проекции скорости точки на декартовы координатные оси?
35. Что называется ускорением точки?
36. Как связаны радиус-вектор точки и вектор ускорения этой точки?
37. Чему равны проекции ускорения точки на декартовы координатные оси?
38. Какие оси называются естественными осями?
39. Чему равны проекции ускорения точки на естественные оси?
40. В каких движениях точки равны нулю её касательное или нормальное ускорения?
41. Какое движение твердого тела называется поступательным?
42. В чем состоит теорема о движении точек твердого тела, движущегося поступательно?

43. Как выглядит уравнение (закон) вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси?
44. Что называется угловой скоростью тела, угловым ускорением?
45. Какое вращение твердого тела называется равномерным?
46. Какая зависимость существует между угловой скоростью (рад/с) и частотой (об/мин) вращающегося тела?
47. Как направляется вектор угловой скорости тела?
48. Как выражается скорость точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
49. Как выражается касательное и центростремительное ускорение точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
50. Какое движение твердого тела называется плоскопараллельным?
51. Как выглядят уравнения плоскопараллельного движения?
52. На какие два движения можно разложить плоскопараллельное движение тела?
53. Что называется мгновенным центром скоростей плоской фигуры?
54. Как найти положение мгновенного центра скоростей, если известны скорости двух точек плоской фигуры?
55. Каковы будут скорости точек плоской фигуры в том случае, когда её мгновенный центр скоростей окажется в бесконечности?
56. Какое движение точки называется относительным?
57. Какое движение называется переносным?
58. Какая скорость называется относительной скоростью точки?
59. Как определяется переносная скорость точки?
60. Как формулируется теорема о сложении скоростей?
61. Какие ускорения точки называются относительным, переносным?
62. Как формулируется теорема о сложении ускорений?
63. Как определяется абсолютное ускорение точки в том случае, когда переносное движение является поступательным?
64. В каких случаях кориолисово ускорение равно нулю?
65. Каким образом производится сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей?
66. Каким образом производится сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Паравращений?
67. Что такое винтовое движение?

#### 4 Семестр

10. Основные понятия курса «Сопротивление материалов»: прочность, жёсткость, устойчивость. Реальный объект и расчетная схема. Классификация тел по геометрическим параметрам.

11. Основные гипотезы о свойствах материала. Классификация внешних сил (объемные, поверхностные, распределенные, сосредоточенные, статические, динамические).
12. Принципы курса «Сопротивление материалов».
13. Метод сечений, внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня.
14. Понятие о напряжении. Напряжение полное, нормальное, касательное. Напряженное состояние в точке. Связь внутренних силовых факторов с напряжениями.
15. Перемещения и деформации (линейные, угловые).
16. Растяжение и сжатие прямого стержня. Гипотеза плоских сечений. Внутренние силы и напряжения в поперечном сечении стержня. Напряжения в наклонном сечении стержня при растяжении-сжатии.
17. Перемещения и деформации. Закон Гука. Модуль упругости. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент Пуассона.
18. Механические испытания материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Условная и истинная диаграммы напряжений. Диаграммы сжатия различных материалов.
19. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии. Работа, затраченная на разрыв образца.
20. Механические свойства и механические характеристики материалов.
21. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии. Предельное и допускаемое напряжения, условия прочности. Коэффициент запаса прочности. Условие жесткости.
22. Чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Анализ напряженного состояния при чистом сдвиге. Диаграмма напряжений. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига.
23. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Гипотезы. Вывод формулы для определения касательного напряжения. Полярный момент инерции и полярный момент сопротивления круга и кольца.
24. Определение взаимного угла поворота сечений. Относительный угол закручивания. Потенциальная энергия при деформации кручение.
25. Условия прочности и жесткости при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении (типы задач).
26. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Статические моменты площади. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей координат.
27. Осевые моменты инерции простейших фигур (прямоугольник, треугольник, круг).
28. Изменение моментов инерции при повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции.
29. Плоский изгиб стержня. Внутренние силовые факторы. Правило знаков. Дифференциальные зависимости между  $M$ ,  $Q$ .
30. Чистый изгиб. Основные гипотезы. Вывод формулы для определения нормального напряжения при чистом изгибе. Зависимость изменения кривизны оси балки от изгибающего момента. Жесткость поперечного сечения стержня на изгиб.

31. Рациональные формы поперечных сечений балок: двутавр, швеллер, трехслойная конструкция. Балка равного сопротивления изгибу.
32. Касательные напряжения при плоском поперечном изгибе стержней со сплошным поперечным сечением. Вывод формулы Журавского. Касательные напряжения при поперечном изгибе балки прямоугольного поперечного сечения, круглого поперечного сечения.
33. Расчеты на прочность при плоском изгибе (по нормальным напряжениям, по касательным напряжениям).
34. Перемещения при плоском поперечном изгибе балки. Определение перемещений методом интегрирования дифференциального уравнения упругой линии балки. Пример. Расчеты на жесткость при плоском поперечном изгибе.
35. Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Работа внешних сил. Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений. Потенциальная энергия упругой деформации стержня в общем случае его нагружения. Теорема Кастильяно.
36. Интегралы Максвелла-Мора. Определение упругих перемещений с помощью интегралов Мора. Пример.
37. Вычисление интегралов Мора по правилу Верещагина. Пример.
38. Теория напряжений. Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжения. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Классификация напряженных состояний.
39. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций. Объёмная деформация.
40. Обобщённый закон Гука для изотропного тела. Потенциальная энергия упругой деформации. Потенциальная энергия изменения объёма и изменения формы.
41. Прочность при сложном напряженном состоянии. Первая и вторая теории прочности. Третья и четвёртая теории прочности. Теория прочности Мора.
42. Комбинированное нагружение стержня. Косой изгиб. Эпюры внутренних силовых факторов. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении. Опасные точки в сечении. Условия прочности.
43. Внецентренное растяжение – сжатие. Эпюры внутренних силовых факторов. Определение нормальных напряжений и положения нейтральной линии в поперечном сечении. Опасные точки в сечении. Условия прочности. Ядро сечения.
44. Изгиб с кручением стержня круглого поперечного сечения. Эпюры внутренних силовых факторов. Опасное сечение, нейтральная линия, опасные точки, условия прочности.
45. Устойчивость упругих систем. Понятие потери устойчивости. Критическая сила. Устойчивость центрально сжатых стержней. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления концов стержня.
46. Критическое напряжение. Пределы применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости стержня при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Тетмайера-Ясинского.
47. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней.



48. Основные виды динамических нагрузок, действующих на конструкции. Действие ударной нагрузки. Энергетический метод расчета. Динамический коэффициент. Определение упругих перемещений и напряжений.