

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

15.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.17 Теоретическая механика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 2
Семестр 3

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	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	3	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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)	
31.01.2024	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	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

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

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

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, технический директор-главный инженер
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 13.01.2025 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-3 Способен применять соответствующих физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1 Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов	знания: Знает современные средства формализации задач анализа движения и равновесия тел а также методологию их решения и инструментарий реализации соответствующих расчетов умения: Умеет строить расчетные схемы и математические модели механических систем для постановки и решения задач расчета их силовых, динамических и кинематических характеристик навыки: Обладает навыками использования типовых расчетных схем и методов решения основных типов задач статики, кинематики и динамики механических систем

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: Химия (ОПК-3), Математика (ОПК-3); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Надежность технических систем (ОПК-3), Прикладная механика (ОПК-3), Тепломассообмен (ОПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

Основными стратегическими технологиями являются: имитационное моделирование, лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения, исследовательские, работа с онлайн-курсами, подготовка презентаций по выбранной теме.

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Статика	32	ОПК-3
Лекция. Основные понятия и аксиомы статики. Связи и реакции. Эквивалентные преобразования сил. Условия уравновешенности систем сил.	2	
Практическое занятие. Нахождение равнодействующей сходящихся сил графическим и аналитическим способом. Расчет реакций с помощью условия уравновешенности; универсальный алгоритм решения. Учет силы трения.	2	
Практическое занятие. Применение теоремы о 3-х силах для определения направления реакции. Особенности анализа равновесия системы тел.	2	
Лекция. Плоские системы сил: пара, моменты силы и пары, приведение к центру, условия эквивалентности и уравновешенности. Свойства равнодействующей.	2	
Практическое занятие. Вычисление алгебраических моментов сил. Равновесие рычага. Жесткая заделка, расчет внутренних сил в сечении стержня.	2	
Практическое занятие. Расчет простой балки и системы связанных тел. Равнодействующая распределенной силы. Оценка статической определимости.	2	
Лекция. Пространственная система сил: векторный момент силы и пары, основная теорема статики, главный вектор и главный момент, эквивалентность и уравновешенность систем сил.	2	
Практическое занятие. Пространственные расчетные схемы статики: тело с неподвижной осью вращения, консоль с пространственным нагружением. Расчет реакций и внутренних сил.	2	
Практическое занятие. Способы нахождения центра тяжести тела. Контрольная работа 1.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Вычисление проекции силы на ось, проекция силы на плоскость, правило двойного проецирования. Трение скольжения, угол трения; трение качения. Формулировка и доказательство теоремы о трех силах. Расчет плоской фермы методом вырезания узлов Эквивалентные формы условий уравновешенности плоской системы сил Центр параллельных сил, вычисление координат центра тяжести. Связь векторного и осевого моментов силы. Способы вычисления осевого момента силы. Приведение системы сил к простейшему виду, динама.	14	ОПК-3
Кинематика	34	
Лекция. Кинематика точки: способы описания движения и	2	

правила вычисления её скорости и ускорения. Описание простейших движений твердого тела. Теоремы Шаля и Грасгофа. Кинематические характеристики вращения тела.		
Практическое занятие. Расчет скорости и ускорения точки по её уравнениям движения. Чтение графиков движения точки.	2	
Практическое занятие. Простейшие механизмы, их кинематические схемы. Вычисление скорости и ускорения точки вращающегося тела. Расчет передаточного отношения.	2	
Лекция. Сложное движение: абсолютное, переносное и относительное движения; правила сложения скоростей и ускорений точки, Кориолисово ускорение. Кинематика плоско-параллельного движения тела.	2	
Практическое занятие. Кинематический анализ плоских механизмов: кривошипно-ползунного и шарнирного 4-х звенника. Расчет скоростей и ускорений.	2	
Практическое занятие. Применение правил сложения скоростей и ускорений точки в сложном движении.	2	
Практическое занятие. Применение правил сложения угловых скоростей и угловых ускорений при сложном движении тела. Контрольная работа 2.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы, РГР Естественные оси: касательная, главная нормаль, бинормаль. Расчет скорости точки вращающегося тела при помощи векторного произведения. Описание сферического движения тела, углы Эйлера. Теорема Даламбера-Эйлера о конечном повороте. Движение твердого тела как однопараметрическое линейное преобразование. Графический метод кинематического анализа плоского механизма. МЦС плоской фигуры, его построение и применение для расчета скоростей. Правила сложения угловых скоростей и угловых ускорений тела при его сложном движении. выполнение курсового проекта/работы	20 0	
Динамика	42	ОПК-3
Лекция. Аксиомы динамики. Две основные задачи динамики материальной точки и способы их решения; учет связей несвободной точки.	2	
Практическое занятие. Решение задач динамики материальной точки; виды сил: $F(t)$, $F(v)$, $F(x)$. Аналитическое и численное решение дифф. уравнения динамики точки.	2	
Лекция. Механическая система и её инерционные характеристики. Теорема о движении центра масс. Принцип Даламбера, уравнения кинетостатики.	2	
Практическое занятие. Расчет моментов инерции тел, матрица инерции и правила её преобразования. Вывод и применение уравнения динамики вращения тела вокруг неподвижной оси.	2	
Практическое занятие. Составление уравнений кинетостатики для механической системы: расчет динамических реакций, вывод и применение уравнений динамики плоского движения	2	

тела.		
Лекция. Теорема об изменении кинетической энергии, вычисление кинетической энергии тела и работ сил тяжести, упругости, пары сил. Теорема импульсов, и теорема моментов.	2	
Практическое занятие. Вывод и применение уравнений динамики твердого тела. Динамика многотельных систем, использование уравнений связей.	2	
Практическое занятие. Применение общих теорем динамики для решения задач динамики механической системы.	2	
Лекция. Колебания материальной точки. Свободные колебания при линейной восстанавливающей силе; влияние вязкого сопротивления. Вынужденные колебания при гармонической вынуждающей силе; резонанс.	2	
Практическое занятие. Расчет характеристик колебательной системы: частоты, периода, декремента, резонансной частоты и амплитуды, коэффициентов восстановления и вязкого сопротивления.	2	
Практическое занятие. Современные алгоритмы и программы решения прямых задач динамики системы твердых тел на ЭВМ.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Уравнения и основные задачи динамики несвободной материальной точки. Уравнения связей и их классификация. Вычисление моментов инерции тел простой формы при помощи интегралов. Главные оси инерции тела. Правила преобразования матрицы инерции тела при выборе новых координатных осей. Главный вектор и главный момент Даламберовых сил твердого тела. Уравнения динамики плоско-параллельного движения твердого тела. Уравнения динамики свободного твердого тела (уравнения Ньютона-Эйлера). Экспериментальное определение момента инерции тела. Матричная форма уравнений динамики многотельной системы. Обобщенные координаты и обобщенные силы механической системы. Построение уравнений динамики многотельной системы в обобщенных координатах. Работа как криволинейный интеграл. Вычисление работы силы, действующей на твердое тело.		
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Первое, с чего рекомендую начать изучение УД "Теоретическая механика", - это ознакомление со структурой и содержанием её **рабочей программы (РП)**. Элементы

учебного материала, в РП структурированы (разбиты по темам), и перечислены в соответствии с временным и тематическим порядком их представления в процессе обучения.

Занятия лекционного типа дают систематизированные теоретические основы знаний по дисциплине, лектор уделяет внимание наиболее важным и актуальным вопросам их практического приложения. Во время лекционных занятий следует выполнять **конспектирование** учебного материала; обращать внимание на термины и грамотные формулировки основных определений, теорем, принципов.; фиксировать обобщения, выводы и рекомендации. Важно! структурировать свой конспект: 1) указывать названия тем и разделов; 2) выделять начало и конец каждой темы их связь и иерархию (подчинение); 3) выделять главные элементы содержания лекции.

Подготовка к **практическим занятиям** включает: 1) выполнение домашнего задания по темам предыдущих занятий, при этом рекомендуется использовать не только свои конспекты, но и работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины; 2) предварительное ознакомление с планом следующего практического занятия в рабочей программе и работу с конспектом лекций по теме этого занятия. **Во время практического занятия** следует записывать в рабочей тетради тему и план занятия, кратко излагать постановку решаемых задач и ход их решения.

Содержание **самостоятельной работы** определяется разделами 4, 5, 6.1 и 7 данной рабочей программы, в которых описаны оценочные и методические материалы, задания и указания 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, а также к электронному курсу дисциплины. Изучение дисциплины включает **обязательное конспектирование** лекций и ведение рабочих тетрадей, выполнение **домашних заданий**, индивидуальных **расчётно-графических работ, контрольных работ**, а также, по желанию обучаемого, выполнение таких **дополнительных работ** как подготовка презентации-доклада по результатам анализа результатов информационного поиска или выполнения НИРС.

Периодичность проведения текущего контроля успеваемости 7-я, 12-я и 18-я неделя семестра. Форма контроля - балльная аттестация обучаемого с пороговыми значениями 13, 25 и 40 баллов , соответственно.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **экзамен** в 3-ем 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.	Диевский, В. А. Теоретическая механика. Сборник заданий [Электронный ресурс] : учебное пособие для во / Диевский В. А., Малышева И. А. 5-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 216 с. ISBN 978-5-8114-5602-4.	https://e.lanbook.com/book/143132
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 167.	167
3.	Журавлев, Евгений Алексеевич. Теоретическая механика [Текст] : курс лекций : [для студентов направлений подготовки 250400, 190600, 220400 всех форм обучения] / Е. А. Журавлев; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 140 с. ISBN 978-5-8158-1281-9. Экземпляры: всего 83.	83 / https://portal.volgatech.net/books/Zhuravlev_teoredichesk_aia_mexanika_2014.pdf
4.	Шлычков, Сергей Владимирович. Теоретическая механика [Текст] : учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-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 / https://portal.volgatech.net/books/Shlichkov_teoretichesk_aia_mexanika_2016.pdf
5.	Котляров, А. А. Теоретическая механика и сопротивление материалов: компьютерный практикум [Электронный ресурс] / Котляров А. А. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 304 с. ISBN 978-5-8114-8510-9.	https://e.lanbook.com/book/293237
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.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.	155 (I)	Лабораторная установка "Модель М1" (1), Лабораторная установка "Модель М2" (1), Лабораторная установка "Модель М3" (1), Лабораторная установка "Модель М4" (1), МОДЕЛЬ КОНУС ТРЕНИЯ (1), Экран на штативе 180x180 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, 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.

1. Найти внутренние силы и моменты в указанном сечении балки или стержневой системы.

2. Установить условия равновесия тела с учетом сил трения.

3. Выполнить кинематический анализ плоского 3-х (или 4-х звенного) механизма.
4. Рассчитать скорость (ускорение) точки, используя правила сложения скоростей (ускорений).
5. Рассчитать ускорения и динамические реакции звена механизма.
6. Определить характеристики заданной колебательной системы или идентифицировать её параметры.
7. Оценить мощность привода механизма при помощи теоремы об изменении кинетической энергии.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

- 1 Задачи и основные понятия статики: сила, системы сил, уравновешенные и эквивалентные системы сил, равнодействующая. Три аксиомы о свойствах сил
- 2 Связи, две аксиомы о связях; реакции связей. Реакции подвижного и неподвижного шарниров, жесткой заделки. Статически неопределимые задачи.
- 3 Система сходящихся сил и её равнодействующая. Условия уравновешенности сходящихся сил в векторной и скалярной форме.
- 4 Пара сил, момент пары. Свойства пар: эквивалентные преобразования и сложение пар.
- 5 Основная теорема статики (о приведении к центру); главный вектор и главный момент. Критерий эквивалентности двух систем сил.
- 6 Плоская система сил и плоские расчетные схемы. Условия уравновешенности произвольной плоской системы сил; момент силы.
- 7 Центр тяжести тела; вычисление координат центра тяжести с помощью теоремы о моменте равнодействующей.
- 8 Описание движения точки и расчет её кинематических характеристик при разных способах описания.
- 9 Кинематические свойства движения твердого тела: теорема Грасгофа (о проекциях скоростей двух точек тела) и теорема Шаля. Виды движений тела, простейшие движения.
- 10 Уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси; характеристики вращательного движения. Скорости и ускорения точек вращающегося тела. Вектор угловой скорости и его использование.
- 11 Правила сложения скоростей и ускорений при сложном движении точки; Кориолисово ускорение.
- 12 Аксиомы динамики (законы Ньютона). Уравнения динамики материальной точки в декартовых координатах и в естественных осях. Прямая и обратная задачи динамики для свободной и несвободной материальной точки.
- 13 Свободные колебания материальной точки при линейной восстанавливающей силе; амплитуда, частота, период, начальная фаза. Влияние вязкого сопротивления на свободные колебания; декремент.
- 14 Вынужденные колебания материальной точки при периодической вынуждающей силе и вязком сопротивлении; резонанс.
- 15 Механическая система и её инерционные характеристики. Матрица инерции твердого тела, её свойства. Осевые моменты инерции тела относительно параллельных осей.
- 16 Принцип Даламбера и его применение в динамике; Даламберова сила (сила инерции). Уравнения кинетостатики.
- 17 Вывод уравнений динамики твердого тела с помощью принципа Даламбера: уравнения динамики вращения, плоского движения, свободного движения тела.
- 18 Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Кинетическая энергия твердого тела. Работа силы.

