

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
базового высшего образования  
по направлению подготовки  
15.03.06 Мехатроника и робототехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теоретическая механика**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Автоматизация и роботизация  
технологических процессов

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 44014  
Подписал: заведующий кафедрой Бегичев Максим  
Михайлович  
Дата: 16.06.2026

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

«Теоретическая механика» – фундаментальная естественнонаучная дисциплина, лежащая в основе современной техники. Освоение аппарата теоретической механики является необходимым условием для последующего изучения таких общетехнических и профильных дисциплин.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся понимания фундаментальных законов механического взаимодействия и движения материальных тел, а также развитие инженерного мышления, необходимого для схематизации реальных объектов, построения их адекватных физико-математических моделей и проведения расчетного анализа.

Изучение теоретической механики способствует формированию системы компетенций, позволяющей будущему специалисту научно анализировать проблемы его профессиональной области, использовать на практике приобретённые им базовые знания, самостоятельно, используя современные образовательные и информационные технологии, овладевать той новой информацией, с которой ему придётся столкнуться в производственной и научной деятельности. На данной основе становится возможным построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления.

Основные задачи дисциплины:

- освоение методов решения научно-технических задач в области механики и основных алгоритмов математического моделирования механических явлений;
- овладение навыками практического использования методов, предназначенных для математического моделирования движения и равновесия материальных тел и механических систем;
- формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений теоретической механики при изучении дисциплин профессионального цикла и научном анализе ситуаций, с которыми выпускнику приходится сталкиваться в профессиональной деятельности.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-1** - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности, используя методы естественных наук, математического анализа и моделирования.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

- основные понятия, законы и принципы механики;
- вытекающие из этих законов методы исследования равновесия и движения материальной точки, твердого тела и механической системы;
- методы механики, которые применяются в прикладных дисциплинах.

**Уметь:**

- выполнять схематизацию реальных конструкций и механизмов, выделяя главные и отбрасывая второстепенные факторы;
- составлять расчетные схемы и применять к ним соответствующий математический аппарат для нахождения неизвестных силовых или кинематических факторов;
- анализировать полученные результаты решения задач на предмет их физической адекватности и размерности.

**Владеть:**

- методами математического моделирования механических систем;
- культурой строгого логического мышления, необходимой для самостоятельного освоения новой технической информации и современных программных комплексов инженерного анализа.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов			
	Всего	Семестр		
		№2	№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	192	64	64	64
В том числе:				
Занятия лекционного типа	96	32	32	32
Занятия семинарского типа	96	32	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 132 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Тема 1: Введение в теоретическую механику. Основные понятия и аксиомы статики.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предмет и задачи курса теоретической механики, ее место среди фундаментальных наук;</li> <li>- основные абстракции механики: материальная точка, абсолютно твердое тело;</li> <li>- понятия силы, системы сил, эквивалентности систем сил и равнодействующей;</li> <li>- аксиомы статики абсолютно твердого тела.</li> </ul>
2	<p>Тема 2: Свободные и несвободные тела. Связи и их реакции.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тела свободные и несвободные;</li> <li>- понятие связи, классификация идеальных связей;</li> <li>- реакции связей различного типа;</li> <li>- аксиома освобождаемости от связей и принцип отвердевания.</li> </ul>
3	<p>Тема 3: Система сходящихся сил и условия ее равновесия.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение системы сходящихся сил;</li> <li>- приведение системы сходящихся сил к равнодействующей;</li> <li>- геометрическое и аналитические условия равновесия систем сходящихся сил;</li> <li>- теорема о равновесии трех непараллельных сил (теорема о трех силах).</li> </ul>
4	<p>Тема 4: Произвольная плоская система сил. Момент силы относительно центра.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- алгебраический момент силы относительно центра;</li> <li>- свойства момента силы, зависимость момента от выбора полюса;</li> <li>- вычисление момента силы аналитическим способом;</li> <li>- теорема Вариньона о моменте равнодействующей силы для плоской системы.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
5	<p>Тема 5: Теория пар сил на плоскости.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение пары сил, плечо пары;</li> <li>- алгебраический момент пары сил;</li> <li>- свойства момента пары;</li> <li>- теоремы об эквивалентности пар, сложение плоских пар сил.</li> </ul>
6	<p>Тема 6: Приведение плоской системы сил к заданному центру.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лемма Пуансо о параллельном переносе силы;</li> <li>- приведение произвольной плоской системы сил к заданному центру;</li> <li>- понятия главного вектора и главного момента плоской системы сил;</li> <li>- частные случаи приведения плоской системы сил.</li> </ul>
7	<p>Тема 7: Условия равновесия произвольной плоской системы сил.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основная (первая) форма аналитических условий равновесия плоской системы сил;</li> <li>- вторая форма условий равновесия;</li> <li>- третья форма условий равновесия.</li> </ul>
8	<p>Тема 8: Равновесие системы сочлененных тел. Основы теории плоских ферм.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- равновесие системы взаимодействующих твердых тел;</li> <li>- внутренние и внешние силы системы;</li> <li>- понятие плоской фермы, стержни и узлы фермы;</li> <li>- условия статической определимости и геометрической неизменяемости ферм.</li> </ul>
9	<p>Тема 9: Аналитические методы расчета плоских ферм.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие принципы определения реакций опор фермы;</li> <li>- расчет усилий в стержнях методом вырезания узлов;</li> <li>- метод сквозных сечений (метод Риттера);</li> <li>- понятие о нулевых стержнях фермы и их выявление.</li> </ul>
10	<p>Тема 10: Момент силы в пространстве.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- момент силы относительно центра как вектор;</li> <li>- момент силы относительно оси;</li> <li>- зависимость между моментом силы относительно оси и относительно центра, взятого на этой оси.</li> </ul>
11	<p>Тема 11: Теория пространственных пар сил.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вектор момента пространственной пары сил;</li> <li>- теорема о переносе пары в плоскость, параллельную плоскости ее действия;</li> <li>- теорема об эквивалентных парах сил в пространстве;</li> <li>- сложение пар сил в пространстве, многоугольник моментов пар.</li> </ul>
12	<p>Тема 12: Приведение и равновесие произвольной пространственной системы сил.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведение силы к заданному центру в пространстве;</li> <li>- приведение произвольной пространственной системы сил к центру;</li> <li>- зависимость вектора главного момента от выбора центра приведения;</li> <li>- геометрические и аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил.</li> </ul>
13	<p>Тема 13: Инварианты пространственной системы сил и динамический винт.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- первый и второй инварианты пространственной системы сил;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приведение пространственной системы сил к простейшему виду;</li> <li>- центральная ось системы сил и ее уравнение;</li> <li>- условия приведения системы к одной равнодействующей.</li> </ul>
14	<p>Тема 14: Система параллельных сил и центр параллельных сил.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сложение параллельных сил, равнодействующая;</li> <li>- центр параллельных сил и его свойства;</li> <li>- формулы для определения координат центра параллельных сил.</li> </ul>
15	<p>Тема 15: Центр тяжести твердого тела и методы его определения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулы для координат центров тяжести объема, площади и линии;</li> <li>- центры тяжести простейших однородных тел;</li> <li>- практические способы определения центров тяжести.</li> </ul>
16	<p>Тема 16: Равновесие тел при наличии трения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды трения в механике;</li> <li>- трение скольжения, законы Кулона;</li> <li>- угол трения и конус трения;</li> <li>- трение качения, сопротивления качению;</li> <li>- составление уравнений равновесия твердых тел при наличии сил трения.</li> </ul>
17	<p>Тема 17: Введение в кинематику. Векторный способ задания движения точки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предмет кинематики;</li> <li>- радиус-вектор точки;</li> <li>- векторный способ задания движения точки;</li> <li>- определение векторов скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения.</li> </ul>
18	<p>Тема 18: Координатный способ задания движения точки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание движения точки в координатной форме;</li> <li>- уравнения траектории точки;</li> <li>- определение проекций скорости и ускорения точки на оси декартовых координат;</li> <li>- определение модулей и направляющих косинусов векторов скорости и ускорения.</li> </ul>
19	<p>Тема 19: Естественный способ задания движения точки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- естественный трехгранник;</li> <li>- дуговая координата, закон движения по траектории;</li> <li>- переход от координатного способа задания движения к естественному;</li> <li>- алгебраическая скорость точки.</li> </ul>
20	<p>Тема 20: Ускорение точки при естественном способе задания движения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разложение вектора ускорения по осям естественного трехгранника;</li> <li>- касательное (тангенциальное) ускорение;</li> <li>- нормальное (центростремительное) ускорение и радиус кривизны траектории;</li> <li>- анализ частных случаев движения точки.</li> </ul>
21	<p>Тема 21: Поступательное движение твердого тела.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение поступательного движения твердого тела;</li> <li>- теорема о траекториях точек тела при поступательном движении;</li> <li>- теорема о скоростях и ускорениях точек тела;</li> <li>- сведение изучения поступательного движения тела к кинематике точки.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
22	<p>Тема 22: Вращательное движение твердого тела.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси;</li> <li>- уравнение (закон) вращательного движения;</li> <li>- угловая скорость и угловое ускорение тела, их векторное представление;</li> <li>- равномерное и равнопеременное вращательное движение.</li> </ul>
23	<p>Тема 23: Кинематические характеристики точек вращающегося тела.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение линейных скоростей точек тела;</li> <li>- определение линейных ускорений точек тела;</li> <li>- связь между модулями линейных и угловых кинематических характеристик;</li> <li>- векторы скорости и ускорения точек тела.</li> </ul>
24	<p>Тема 24: Введение в сложное движение точки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятия неподвижной и подвижной систем отсчета;</li> <li>- определение абсолютного, относительного и переносного движений точки;</li> <li>- относительная, переносная и абсолютная траектории.</li> </ul>
25	<p>Тема 25: Теорема сложения скоростей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- абсолютная, относительная и переносная скорости точки;</li> <li>- теорема о сложении скоростей при сложном движении;</li> <li>- анализ сложения скоростей при сложном движении.</li> </ul>
26	<p>Тема 26: Теорема Кориолиса о сложении ускорений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- абсолютное, относительное и переносное ускорения точки;</li> <li>- вывод теоремы сложения ускорений (теоремы Кориолиса);</li> <li>- природа возникновения ускорения Кориолиса;</li> <li>- следствия из теоремы Кориолиса для случая поступательного переносного движения.</li> </ul>
27	<p>Тема 27: Анализ ускорения Кориолиса.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- модуль ускорения Кориолиса;</li> <li>- правило Жуковского для определения направления ускорения Кориолиса;</li> <li>- условия, при которых кориолисово ускорение обращается в нуль;</li> <li>- примеры проявления кориолисовых сил в природе и технике.</li> </ul>
28	<p>Тема 28: Плоскопараллельное движение твердого тела. Скорости.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение плоского движения фигуры;</li> <li>- уравнения движения плоской фигуры;</li> <li>- теорема о распределении скоростей точек плоской фигуры;</li> <li>- теорема о проекциях скоростей двух точек на прямую, их соединяющую.</li> </ul>
29	<p>Тема 29: Мгновенный центр скоростей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение мгновенного центра скоростей (МЦС);</li> <li>- определение скоростей точек фигуры с помощью МЦС;</li> <li>- основные геометрические способы нахождения МЦС.</li> </ul>
30	<p>Тема 30: Ускорения точек при плоском движении тела.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема о распределении ускорений точек плоской фигуры при выборе полюса;</li> <li>- вычисление ускорения точек тела при плоском движении;</li> <li>- анализ картины распределения ускорений.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
31	<p>Тема 31: Мгновенный центр ускорений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение мгновенного центра ускорений (МЦУ);</li> <li>- формулы для нахождения координат МЦУ;</li> <li>- определение ускорений точек фигуры с помощью МЦУ.</li> </ul>
32	<p>Тема 32: Сферическое движение и общий случай движения твердого тела.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение сферического движения тела;</li> <li>- углы Эйлера и кинематические уравнения Эйлера;</li> <li>- мгновенная ось вращения и вектор угловой скорости при сферическом движении.</li> </ul>
33	<p>Тема 33: Введение в динамику. Основные законы динамики материальной точки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предмет и задачи динамики, понятия массы и силы в механике;</li> <li>- законы классической механики;</li> <li>- инерциальные системы отсчета и принцип относительности Галилея;</li> <li>- первая (прямая) и вторая (обратная) основные задачи динамики точки.</li> </ul>
34	<p>Тема 34: Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах и естественных осях;</li> <li>- начальные условия движения;</li> <li>- интегрирование уравнений движения методом разделения переменных;</li> <li>- решение задач динамики точки при заданных силах, зависящих от времени, положения или скорости.</li> </ul>
35	<p>Тема 35: Динамика механической системы. Внешние и внутренние силы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие механической системы материальных точек;</li> <li>- изменяемые и неизменяемые системы, голономные и неголономные связи;</li> <li>- классификация сил: внешние и внутренние силы системы;</li> <li>- свойства главного вектора и главного момента внутренних сил;</li> <li>- дифференциальные уравнения движения системы материальных точек.</li> </ul>
36	<p>Тема 36: Геометрия масс и теорема о движении центра масс.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- масса механической системы, определение и координаты центра масс;</li> <li>- вывод теоремы о движении центра масс системы;</li> <li>- следствия из теоремы: закон сохранения движения центра масс.</li> </ul>
37	<p>Тема 37: Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- количество движения материальной точки и механической системы;</li> <li>- элементарный и полный импульс силы;</li> <li>- теорема об изменении количества движения системы;</li> <li>- момент количества движения (кинетический момент) точки и системы;</li> <li>- теорема об изменении кинетического момента системы относительно центра и неподвижной оси.</li> </ul>
38	<p>Тема 38: Кинетический момент вращающегося тела. Моменты инерции.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы сохранения количества движения и момента количества движения;</li> <li>- моменты инерции твердого тела: осевые, центробежные, полярный;</li> <li>- теорема Гюйгенса-Штейнера о моментах инерции относительно параллельных осей;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление кинетического момента твердого тела при его вращении вокруг неподвижной оси;</li> <li>- дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела.</li> </ul>
39	<p>Тема 39: Работа, мощность и кинетическая энергия.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементарная и полная работа силы на конечном перемещении;</li> <li>- аналитическое выражение работы, мощность силы;</li> <li>- вычисление работы силы тяжести, силы упругости и силы трения;</li> <li>- кинетическая энергия материальной точки и механической системы;</li> <li>- вычисление кинетической энергии твердого тела (поступательное, вращательное и плоское движение), теорема Кёнига.</li> </ul>
40	<p>Тема 40: Теорема об изменении кинетической энергии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вывод теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальной и интегральной формах для точки и механической системы;</li> <li>- понятие об идеальных связях;</li> <li>- применение теоремы к исследованию движения механизмов.</li> </ul>
41	<p>Тема 41: Принцип Даламбера и метод кинетостатики.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сила инерции материальной точки;</li> <li>- формулировка принципа Даламбера для точки;</li> <li>- принцип Даламбера для механической системы (метод кинетостатики);</li> <li>- приведение сил инерции твердого тела к заданному центру (главный вектор и главный момент сил инерции).</li> </ul>
42	<p>Тема 42: Аналитическая механика. Принцип возможных перемещений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия аналитической механики: возможные перемещения и возможные скорости;</li> <li>- число степеней свободы системы;</li> <li>- идеальные связи и их аналитическое выражение;</li> <li>- принцип возможных перемещений и общее уравнение динамики.</li> </ul>
43	<p>Тема 43: Уравнения Лагранжа второго рода.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обобщенные координаты, обобщенные скорости и обобщенные силы;</li> <li>- методы вычисления обобщенных сил;</li> <li>- вывод дифференциальных уравнений движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа II рода).</li> </ul>
44	<p>Тема 44: Потенциальная энергия и закон сохранения механической энергии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- потенциальное силовое поле и силовая функция;</li> <li>- потенциальная энергия механической системы;</li> <li>- свойства консервативных систем;</li> <li>- закон сохранения полной механической энергии на основе теоремы об изменении кинетической энергии.</li> </ul>
45	<p>Тема 45: Устойчивость равновесия консервативных систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о положении равновесия системы в обобщенных координатах;</li> <li>- устойчивые и неустойчивые положения равновесия;</li> <li>- теорема Лагранжа-Дирихле об устойчивости равновесия;</li> <li>- анализ устойчивости равновесия систем с одной и несколькими степенями свободы с использованием второй вариации потенциальной энергии.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
46	<p>Тема 46: Свободные и затухающие колебания механических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о малых колебаниях консервативной системы около положения устойчивого равновесия;</li> <li>- дифференциальное уравнение малых свободных колебаний системы с одной степенью свободы, собственная частота и период;</li> <li>- влияние сил вязкого сопротивления на малые колебания.</li> </ul>
47	<p>Тема 47: Вынужденные колебания механических систем. Явление резонанса.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дифференциальное уравнение вынужденных колебаний при гармоническом возмущающем воздействии;</li> <li>- решение уравнения с учетом и без учета сил сопротивления (переходный и установившийся режимы);</li> <li>- амплитуда и фаза вынужденных колебаний, коэффициент динамичности;</li> <li>- явление резонанса и его значение в технике.</li> </ul>
48	<p>Тема 48: Колебания систем с несколькими степенями свободы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составление дифференциальных уравнений малых колебаний систем с двумя и более степенями свободы;</li> <li>- инерционные и квазиупругие коэффициенты системы;</li> <li>- формы главных колебаний и их независимость.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Занятие 1. Основные понятия статики. Связи и их реакции. Проекция сил.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студент усваивает базовые алгоритмы статики: замену идеальных связей их реакциями, приведение распределенных нагрузок к эквивалентным сосредоточенным силам. Получает навыки проецирования векторов сил на оси и плоскости декартовой системы координат для подготовки к аналитическому решению задач.</p>
2	<p>Занятие 2. Равновесие плоской системы сходящихся сил.</p> <p>Студент овладевает аналитическим методом решения задач на равновесие плоской системы сходящихся сил. Учитя составлять уравнения равновесия (уравнения проекций) и определять неизвестные реакции связей в плоских шарнирно-стержневых системах и тросовых подвесах.</p>
3	<p>Занятие 3. Равновесие пространственной системы сходящихся сил.</p> <p>В ходе решения задач студент переходит к анализу трехмерных конструкций. Отрабатывает навыки составления трех уравнений равновесия для пространственной системы сходящихся сил и нахождения усилий в стержнях пространственных узлов жесткого крепления.</p>
4	<p>Занятие 4. Произвольная плоская система сил. Основные понятия.</p> <p>Студент закрепляет понятие момента силы относительно центра. Получает навыки приведения плоской системы сил к заданному центру и составления основного вида уравнений равновесия для абсолютно твердого тела.</p>
5	<p>Занятие 5. Произвольная плоская система сил. Формы условий равновесия.</p> <p>Практическое занятие направлено на глубокое понимание выбора рациональных центров моментов и осей проекций. Студент учится применять основную и дополнительные (вторую и третью) формы записи уравнений равновесия для максимального упрощения процесса решения систем линейных алгебраических уравнений.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
6	<p><b>Занятие 6. Равновесие системы тел. Метод расчленения.</b> Студент знакомится с понятием статической определимости конструкций. Овладевает методом расчленения механической системы на отдельные твердые тела с применением аксиомы о равенстве действия и противодействия для последовательного нахождения реакций внешних и внутренних связей.</p>
7	<p><b>Занятие 7. Плоские фермы. Метод вырезания узлов.</b> В ходе занятия студент проводит кинематический анализ фермы на геометрическую неизменяемость. Осваивает аналитический расчет усилий во всех стержнях фермы с использованием классического метода вырезания узлов и проверки равновесия каждого шарнира.</p>
8	<p><b>Занятие 8. Плоские фермы. Метод сечений (метод Риттера).</b> Студент изучает метод сквозных сечений для плоских ферм. Отрабатывает навыки проведения рациональных сечений и составления уравнений моментов относительно точек Риттера для независимого определения напряжений в заданных стержнях сложной конструкции.</p>
9	<p><b>Занятие 9. Равновесие плоской системы сил и систем тел.</b>  Занятие посвящено проверке и закреплению компетенций по анализу плоских систем сил. Студент демонстрирует навыки самостоятельного составления расчетных схем, выбора оптимальных форм уравнений равновесия и расчета реакций опор сложных систем сочлененных тел.</p>
10	<p><b>Занятие 10. Пространственная система сил. Момент силы относительно оси.</b> Студент учится вычислять момент силы относительно произвольно ориентированной оси. Отрабатывает приемы нахождения моментов пространственных сил, что является фундаментальной базой для перехода к общему случаю равновесия.</p>
11	<p><b>Занятие 11. Пространственная система сил. Условия равновесия.</b> Практическая работа направлена на освоение составления шести универсальных уравнений равновесия (трех уравнений проекций и трех уравнений моментов) для произвольной пространственной системы сил, действующих на твердое тело.</p>
12	<p><b>Занятие 12. Решение задач на равновесие тел с учетом реакций пространственных опор.</b> Студент получает навыки решения комплексных инженерных задач на равновесие валов, роторов и плит в пространстве. Отрабатывается алгоритм анализа пространственных шарниров, подпятников и подшипников для минимизации числа неизвестных реакций.</p>
13	<p><b>Занятие 13. Приведение пространственной системы сил.</b> В результате выполнения задания студент осваивает вычисление главного вектора и главного момента системы пространственных сил. Решает задачи на нахождение инвариантов системы, параметров динамического винта (динами) и составление уравнений центральной винтовой оси.</p>
14	<p><b>Занятие 14. Система параллельных сил. Центр тяжести.</b> Студент учится применять методы разбиения, симметрии и дополнения для аналитического определения положения центров тяжести сложных плоских фигур, сечений и пространственных однородных тел.</p>
15	<p><b>Занятие 15. Трение скольжения. Законы Кулона.</b> Студент решает задачи статики с учетом неидеальных (шероховатых) связей. Осваивает законы Кулона, работу с углом и конусом трения. Отрабатывает нахождение граничных условий (условий равновесия при предельном значении силы трения скольжения).</p>
16	<p><b>Занятие 16. Трение качения.</b> Практикум посвящен анализу равновесия с учетом момента сопротивления качению. Студент решает задачи на определение предельных моментов и вычисление необходимых тяговых или удерживающих сил для катков и колес, анализируя возможность скольжения или опрокидывания тела.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
17	<p><b>Занятие 17. Кинематика точки. Траектория движения.</b></p> <p>В результате занятия студент учится исключать время из параметрических уравнений для нахождения уравнения траектории точки. Овладевает алгоритмом построения графиков траектории и определения положения точки на траектории.</p>
18	<p><b>Занятие 18. Кинематика точки. Координатный способ.</b></p> <p>Студент закрепляет навыки дифференцирования уравнений движения. Решает задачи на вычисление проекций и модулей скорости и ускорения материальной точки по заданному закону движения в декартовой прямоугольной системе координат.</p>
19	<p><b>Занятие 19. Кинематика точки. Естественный способ задания движения.</b></p> <p>Занятие посвящено переходу к осям естественного трехгранника. Студент получает навыки вычисления касательного (тангенциального) и нормального (центростремительного) ускорений, а также радиуса кривизны траектории в заданный момент времени.</p>
20	<p><b>Занятие 20. Кинематика точки. Анализ частных случаев движения.</b></p> <p>Студент решает комплексные задачи кинематики точки, связывая координатный и естественный способы. Учится классифицировать движение, а также вычислять полное ускорение.</p>
21	<p><b>Занятие 21. Вращение тела вокруг неподвижной оси.</b></p> <p>В результате выполнения задания студент учится применять закон вращательного движения твердого тела. Овладевает расчетом угловой скорости и углового ускорения, а также линейных скоростей и ускорений произвольных точек вращающегося тела.</p>
22	<p><b>Занятие 22. Преобразование вращательного движения.</b></p> <p>Студент решает задачи кинематики механизмов передачи вращения (зубчатых, ременных, фрикционных). Усваивает принцип равенства линейных скоростей точек на ободах сцепленных колес и соотношения между угловыми скоростями и радиусами в многоступенчатых передачах.</p>
23	<p><b>Занятие 23. Кинематика точки и простейшие движения тел.</b></p> <p>Рубежный контроль знаний по основам кинематики. Студент демонстрирует способность анализировать законы движения точек.</p>
24	<p><b>Занятие 24. Сложное движение точки. Сложение скоростей.</b></p> <p>Студент осваивает методы кинематики сложного движения. Получает навыки построения параллелограммов скоростей на основе теоремы о сложении скоростей материальной точки.</p>
25	<p><b>Занятие 25. Сложное движение точки. Сложение ускорений.</b></p> <p>В результате выполнения задания студент переходит к сложению ускорений. Отрабатывает навыки раздельного вычисления относительного и переносного ускорений для поступательного и вращательного видов переносного движения.</p>
26	<p><b>Занятие 26. Ускорение Кориолиса. Правило Жуковского.</b></p> <p>Практикум посвящен анализу ускорения Кориолиса. Студент учится вычислять модуль ускорения Кориолиса и определять его векторное направление с помощью правила Жуковского в задачах вращательного переносного движения.</p>
27	<p><b>Занятие 27. Плоскопараллельное движение тела. Теорема о проекциях скоростей.</b></p> <p>Студент анализирует движение тел, совершающих плоское движение. Учится определять скорости точек плоской фигуры, в том числе с использованием теоремы о равенстве проекций скоростей двух точек на прямую, их соединяющую.</p>
28	<p><b>Занятие 28. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр скоростей (МЦС).</b></p> <p>Занятие фокусируется на геометрических методах кинематики. Студент отрабатывает навыки нахождения МЦС и определения скоростей и угловых скоростей звеньев многосвязных рычажных механизмов методом.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
29	<p><b>Занятие 29. Плоскопараллельное движение тела. Ускорения точек.</b> Студент решает задачи на определение ускорений точек при плоском движении с использованием полюса. Внимание уделяется определению линейных и угловых ускорений при плоском движении.</p>
30	<p><b>Занятие 30. Плоскопараллельное движение. Мгновенный центр ускорений (МЦУ).</b> В результате выполнения задания студент способы нахождения МЦУ. Изучает распределение ускорений в плоской фигуре и метод пропорциональности для нахождения ускорений любых точек сечения.</p>
31	<p><b>Занятие 31. Кинематический анализ многозвенных рычажных механизмов.</b> Комплексное занятие, объединяющее изученные методы кинематики. Студент выполняет сквозной кинематический расчет сложного шарнирно-рычажного механизма (скорости и ускорения) от начального ведущего звена к конечному.</p>
32	<p><b>Занятие 32. Сферическое движение твердого тела. Углы Эйлера.</b> Студент знакомится с решением кинематических задач для тел с одной неподвижной точкой. Отрабатывает вычисление вектора угловой скорости через производные углов Эйлера и нахождение скоростей точек в общем пространственном случае движения тела.</p>
33	<p><b>Занятие 33. Динамика материальной точки. Прямая задача динамики.</b>  В результате выполнения практического задания студент применяет второй закон Ньютона для решения первой (прямой) задачи динамики: нахождения модуля и направления равнодействующей силы по заданному кинематическому закону движения материальной точки.</p>
34	<p><b>Занятие 34. Динамика материальной точки. Обратная задача динамики.</b> Студент осваивает решение второй (обратной) задачи динамики. Получает навыки составления дифференциальных уравнений движения точки и нахождения закона движения по заданным активным силам с учетом начальных условий.</p>
35	<p><b>Занятие 35. Интегрирование дифференциальных уравнений движения.</b> Практикум посвящен аналитическому решению уравнений динамики. Студент учится применять метод разделения переменных при интегрировании уравнений для сил, зависящих от времени, координаты или скорости.</p>
36	<p><b>Занятие 36. Теорема о движении центра масс системы.</b> Студент решает задачи на применение теоремы о движении центра масс механической системы. Анализирует условия, при которых проекции центра масс сохраняют свое кинематическое состояние, и использует закон сохранения движения центра масс.</p>
37	<p><b>Занятие 37. Теорема об изменении количества движения.</b> В ходе занятия студент овладевает понятием количества движения. Учится определять векторы количества движения системы и решать задачи динамики с использованием теоремы в дифференциальной и интегральной формах, а также применять законы сохранения.</p>
38	<p><b>Занятие 38. Теорема об изменении момента количества движения.</b> Студент получает навыки вычисления кинетического момента для систем твердых тел. Решает задачи динамики вращательного движения с использованием моментов инерции тел и применяет законы сохранения кинетического момента.</p>
39	<p><b>Занятие 39. Теорема об изменении кинетической энергии в интегральной форме.</b> Студент изучает энергетические характеристики. Учится вычислять работу постоянных и переменных сил, находить кинетическую энергию сложных механизмов и применять теорему об изменении кинетической энергии.</p>
40	<p><b>Занятие 40. Теорема об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме.</b> Студент решает задачи на определение угловых и линейных кинематических характеристик механических систем, а также расчет мощностей сил, используя дифференциальную форму теоремы об изменении кинетической энергии.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
41	Занятие 41. Общие теоремы динамики. Студент демонстрирует навыки комплексного применения общих теорем динамики для независимого решения сложных инженерных задач о движении механических систем под действием заданных внешних сил.
42	Занятие 42. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики. В результате выполнения задания студент осваивает метод кинетостатики. Учится вычислять и прикладывать векторы главных сил и моментов сил инерции к движущимся звеньям, составляя уравнения квазистатического равновесия для нахождения неизвестных величин.
43	Занятие 43. Принцип возможных перемещений. Студент овладевает базовым методом аналитической механики. Учится задавать виртуальные (возможные) перемещения системы и составлять уравнение работ активных сил для нахождения условий равновесия.
44	Занятие 44. Общее уравнение динамики. Занятие посвящено применению принципа Даламбера-Лагранжа. Студент учится объединять метод кинетостатики и принцип возможных перемещений для составления дифференциальных уравнений движения многосвязных систем с идеальными связями в декартовых координатах.
45	Занятие 45. Уравнения Лагранжа второго рода. Студент получает навыки работы в обобщенных координатах. Отрабатывает алгоритм вычисления кинетической энергии системы как функции обобщенных скоростей и вычисления обобщенных сил для составления дифференциальных уравнений Лагранжа II рода.
46	Занятие 46. Потенциальная энергия. Консервативные системы. Практикум направлен на работу с потенциальными полями. Студент учится вычислять потенциальную энергию упругих и гравитационных сил, составлять функцию Лагранжа и применять интеграл энергии (закон сохранения механической энергии) к решению динамических задач.
47	Занятие 47. Устойчивость равновесия механических систем. В результате выполнения задания студент исследует устойчивость положений равновесия консервативных систем. Применяет теорему Лагранжа-Дирихле, вычисляя и анализируя вторую вариацию потенциальной энергии для определения критериев устойчивости.
48	Занятие 48. Колебания механических систем. Студент осваивает основы линейной теории малых колебаний. Составляет и интегрирует дифференциальные уравнения малых свободных колебаний консервативных систем с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение теоретического материала по конспекту лекций.
2	Изучение теоретического материала по учебникам.
3	Подготовка к практическим занятиям.
4	Решение задач по перечню, рекомендованному преподавателем.
5	Выполнение индивидуальных расчетно-графических работ.
6	Подготовка к защите расчетно-графических работ.
7	Посещение консультаций, организуемых преподавателем, защита расчетно-графических работ.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
8	Самостоятельное изучение темы «Колебания систем с двумя и более степенями свободы».
9	Подготовка к промежуточной аттестации.
10	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Жуковский, Н. Е. Теоретическая механика в 2 т. Том 1: учебник для вузов / Н. Е. Жуковский. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 404 с. ISBN 978-5-534-03529-2.	<a href="https://urait.ru/bcode/538598">https://urait.ru/bcode/538598</a> (дата обращения: 11.05.2026). — Текст: электронный.
2	Жуковский, Н. Е. Теоретическая механика в 2 т. Том 2: учебник для вузов / Н. Е. Жуковский. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 411 с. ISBN 978-5-534-03531-5.	<a href="https://urait.ru/bcode/538658">https://urait.ru/bcode/538658</a> (дата обращения: 11.05.2026). — Текст: электронный.
3	Мещерский, И. В. Задачи по теоретической механике: учебное пособие для вузов / И. В. Мещерский; под редакцией В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. — 53-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 448 с. — ISBN 978-5-507-46953-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/324968">https://e.lanbook.com/book/324968</a> (дата обращения: 11.05.2026). — Текст: электронный.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) <http://library.miiit.ru>
2. Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов <https://urait.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

- 1) Интернет-браузер (Yandex и др.).
- 2) Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет во 2, 3 семестрах.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

заведующий кафедрой, доцент, к.н.  
кафедры «Теоретическая механика»

М.М. Бегичев

профессор, профессор, д.н. кафедры  
«Теоретическая механика»

С.Б. Косицын

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Заведующий кафедрой ТМ

М.М. Бегичев

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин