

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и
транспортных тоннелей,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теоретическая механика

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог,
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Геоинформационные технологии при
проектировании, строительстве и
эксплуатации транспортной инфраструктуры

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: 2805
Подписал: заведующий кафедрой Косицын Сергей Борисович
Дата: 23.09.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение общей теории о совокупности сил, приложенных к материальным телам, и об основных операциях над силами, позволяющих приводить совокупности их к наиболее простому виду, выводить условия равновесия материальных тел, находящихся под действием заданной совокупности сил, и определять реакции связей, наложенных на данное материальное тело;

- изучение способов количественного описания существующих движений материальных тел в отрыве от силовых взаимодействий их с другими телами или физическими полями, колебательные движения (вибрации) в широком их диапазоне – от вибраций в машинах и фундаментах, качки кораблей на волнении, колебаний самолетов в воздухе, тепловозов, электровозов, вагонов и других транспортных средств, до колебаний в приборах управления;

- изучение движения материальных тел в связи с механическими взаимодействиями между ними, основываясь на законах сложения сил, правилах приведения сложных их совокупностей к простейшему виду и приемах описания движений, установление законов связи действующих сил с кинематическими характеристиками движений и применение этих законов для построения и исследования механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- 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 придется 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 с использованием методов 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:

- прилагать полученные знания для решения соответствующих конкретных задач техники.

Владеть:

- способностью, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 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	
		№1	№2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	64	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	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 88 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	Раздел 1 «Статика». Задачи курса теоретической механики. Статика. Основные понятия и определения. Аксиомы статики. Тела свободные и несвободные. Связи и их реакции. Аксиома освобожденности от связей.
2	Системы сходящихся сил. Геометрическое и аналитические условия равновесия систем сходящихся сил. Тео-рема о трех силах.
3	Произвольная плоская система сил. Момент силы относительно центра. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей силы. Пара сил и ее момент. Свойства момента пары.
4	Приведение произвольной плоской системы сил к заданному центру. Главный вектор и главный момент. Условия равновесия произвольной плоской системы сил – основная форма. Дополнительные формы условий равновесия произвольной плоской системы сил.
5	Равновесие системы тел. Плоские фермы. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости. Способы расчета ферм.
6	Произвольная пространственная система сил. Приведение пространственной системы сил к заданному центру. Момент силы относительно оси. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
7	Система параллельных сил. Условия равновесия системы параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Способы определения центров тяжести тел.
8	Трение скольжения. Законы Кулона. Угол трения и конус трения. Трение качения. Равновесие твердых тел при наличии сил трения.
9	Раздел 2 «Кинематика». Кинематика точки. Основные понятия и определения. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки при векторном способе задания движения.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
10	Координатный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки при координатном способе задания движения.
11	Естественный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения.
12	Поступательное и вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Линейные скорости и ускорения точек тела при вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси.
13	Сложное движение точки. Теорема сложения скоростей.
14	Сложное движение точки. Теорема сложения ускорений. Анализ ускорения Кориолиса.
15	Плоское движение тела. Скорости точек тела. Мгновенный центр скоростей.
16	Плоское движение тела. Ускорение точек тела. Мгновенный центр ускорений.
17	Раздел 3 «Динамика». Введение в динамику. Законы классической динамики. Два типа задач динамики точки.
18	Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки ме-тодом разделения переменных.
19	Механическая система. Центр масс. Сведения о моментах инерции.
20	Теорема о движении центра масс. Сохранение движения центра масс. Количество движения и момент количества движения. Теоремы об изменении и законы сохранения количества движения и момента количества движения.
21	Момент количества движения твердого тела Момент количества движения твердого тела при его вращении вокруг неподвижной оси.
22	Теорема об изменении кинетической энергии. Теорема об изменении кинетической энергии.
23	Принцип Даламбера для материальной точки и системы. Главный вектор и главный момент сил инерции.
24	Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.
25	Обобщенные координаты и силы. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода).
26	Потенциальная энергия механической системы. Консервативные системы. Закон сохранения механической энергии.
27	Устойчивость равновесия систем с одной и несколькими степенями свободы. Устойчивость равновесия систем с одной и несколькими степенями свободы.
28	Теория малых колебаний механических систем без учета и с учетом сил сопротивления. Теория малых колебаний механических систем без учета и с учетом сил сопротивления.
29	Вынужденные колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.
30	Колебания систем с двумя и более степенями свободы. Колебания систем с двумя и более степенями свободы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
31	Приближенная теория гироскопа. Теорема Резаля. Гироскопы с тремя и двумя степенями свободы. Гироскопический момент. Примеры применения гироскопов в технике.
32	Основы элементарной теории удара. Удар точки о неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления. Фазы уда-ра. Ударные импульсы для двух фаз удара. Теорема Карно. Прямой центральный удар двух тел. Удар по вращающемуся твердому телу. Центр удара.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Раздел 1 «Статика». Понятие силы. Связи и их реакции. Распределенная нагрузка. Сложение сил. Проекция силы на ось и на плоскость. Аналитический способ задания и сложения сил.
2	Система сходящихся сил, условия ее равновесия. Теорема о трех силах.
3	Векторный и алгебраический моменты силы относительно центра. Пара сил. Векторный и алгебраический моменты пары сил. Условия равновесия твердого тела под действием произвольной плоской системы сил. Основная и до-полнительные формы записи условий равновесия. Случай параллельных сил.
4	Понятие о статической определимости и неопределимости. Равновесие системы твердых тел. Способ расчленения.
5	Плоские фермы. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости ферм с треугольной решеткой. Определение усилий в стержнях ферм способами выреза-ния узлов и сквозных сечений.
6	Произвольная пространственная система сил. Момент силы относительно оси. Способы его определения. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил. Решение задач о равновесии про-странственной системы сил. Случай параллельных сил.
7	Система параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Центр тяжести однородно-го тела. Практические способы и приемы определения положения центра тяжести.
8	Законы трения скольжения. Равновесие твердых тел при наличии сил трения скольжения. Угол трения и конус трения. Трение качения. Равновесие с учетом сопротивления качению.
9	Раздел 2 «Кинематика». Основные понятия. Траектория точки. Определение траектории движения точки. Определение скоро-сти и ускорения точки при векторном способе задания движения.
10	Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения.
11	Естественные оси координат. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения. Связь координатного и естественного способов. Определение радиуса кривизны, кас-тельного и нормального ускорений.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
12	Простейшие движения твердого тела. Поступательное движение тела. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Определение скоростей и ускорений точек тела при вращении тела вокруг неподвижной оси. Преобразование вращательного движения.
13	Сложное движение точки. Определение скоростей при сложном движении точки. Теорема сложения скоростей.
14	Определение ускорений при сложном движении точки. Теорема сложения ускорений. Ускорение Кориолиса. Правило Жуковского. Мгновенный центр ускорений.
15	Плоско-параллельное движение твердого тела. Распределение скоростей. Определение скоростей точек тела. Мгновенный центр скоростей.
16	Ускорение точек твердого тела. Определение ускорений при плоском движении тела. Мгновенный центр ускорений.
17	Раздел 3 «Динамика». Введение в динамику. Законы классической динамики. Два типа задач динамики точки.
18	Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки методом разделения переменных.
19	Механическая система. Теорема о движении центра масс. Сохранение движения центра масс.
20	Количество движения материальной точки и системы. Теоремы об изменении и законы сохранения количества движения.
21	Сведения о моментах инерции. Моменты количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Момент количества движения твердого тела при его вращении вокруг неподвижной оси. Теоремы об изменении и законы сохранения моментов количества движения. Динамика вращательного движения.
22	Работа и мощность силы. Кинетическая энергия. Теорема Кенига. Теорема об изменении кинетической энергии.
23	Принцип Даламбера для материальной точки и системы. Принцип Даламбера для материальной точки и системы.
24	Принцип возможных перемещений и общее уравнение динамики. Принцип возможных перемещений и общее уравнение динамики.
25	Обобщенные координаты и силы. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода). Применение уравнений Лагранжа второго рода для решения задач.
26	Потенциальная энергия механической системы. Консервативные системы. Закон сохранения механической энергии. Условия равновесия и движения систем в обобщенных координатах. Решение задач.
27	Устойчивость равновесия систем с одной и несколькими степенями свободы Решение задач устойчивости.
28	Теория малых колебаний механических систем без учета сил сопротивления. Решение задач.
29	Теория малых колебаний механических систем с учетом сил сопротивления. Решение задач.
30	Вынужденные колебания. Резонанс. Амплитудно-частотная характеристика механической системы.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
31	Приближенная теория гироскопа. Гироскопический момент. Решение задач о гироскопах.
32	Основные положения приближенной теории удара. Удар точки о неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления. Фазы уда-ра. Ударные импульсы для двух фаз удара. Теорема Карно. Прямой центральный удар двух тел.

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	Подготовка к защите расчетно-графических работ.
6	Посещение консультаций, организуемых преподавателем, защита расчетно-графических работ.
7	Самостоятельное изучение темы «Колебания систем с двумя и более степенями свободы».
8	Выполнение расчетно-графической работы.
9	Подготовка к промежуточной аттестации.
10	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

I. Статика. Произвольная плоская система сил. «Определение реакций опор твер-дого тела».

1. Определение реакций в жесткой заделке.
2. Определение реакций в скользящей заделке.
3. Определение реакций в бискользющей заделке.
4. Определение реакций в шарнирно неподвижной опоре.
5. Определение реакции в шарнирно подвижной опоре.
6. Определение реакции в невесомом опорном стержне.
7. Определение реакции в гибкой связи.
8. Определение момента силы относительно центра.
9. Определение момента пары сил.
10. Определение момента равномерно распределенной нагрузки относительно центра.

II. Кинематика. Кинематика точки. «Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения».

1. $x = -2t^2 - 3$; $y = -5t$; $t = 0,5$ с.
2. $x = 4\cos^2(\pi t/3) + 2$; $y = 4\sin^2(\pi t/3)$; $t = 1$ с.
3. $x = -\cos(\pi t^2/3) + 3$; $y = \sin(\pi t^2/3) - 1$; $t = 1$ с.
4. $x = 4t + 4$; $y = -4/(t + 1)$; $t = 2$ с.
5. $x = 2\sin(\pi t/3)$; $y = -\cos(\pi t/3) + 4$; $t = 1$ с.
6. $x = 3t^2 + 2$; $y = -14t$; $t = 0,5$ с.
7. $x = 3t^2 - t + 1$; $y = 5t^2 - 5t/3 - 2$; $t = 1$ с.
8. $x = 7\sin(\pi t^2/6) + 3$; $y = 2 - 7\cos(\pi t^2/6)$; $t = 1$ с.
9. $x = -3/(t + 2)$; $y = 3t + 6$; $t = 2$ с.
10. $x = -4\cos(\pi t/3)$; $y = -2\sin(\pi t/3) - 3$; $t = 1$ с.

III. Динамика. Динамика механической системы. «Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы».

1. Определение кинетической энергии поступательно движущегося тела.
2. Определение кинетической энергии тела при его вращении вокруг неподвижной оси.
3. Определение кинетической энергии тела при его плоскопараллельном движении.
4. Определение работы силы тяжести.
5. Определение работы силы трения скольжения.
6. Определение работы момента сопротивления, возникающего при качении одного тела по поверхности другого.
7. Применение теоремы об изменении кинетической энергии.
8. Определение скоростей точек тел, входящих в механическую систему.
9. Определение угловых скоростей тел, входящих в механическую систему.
10. Определение ускорений точек тел, входящих в механическую систему.

IV. Динамика. Динамика механической системы. «Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы с одной степенью свободы».

1. Определение возможных линейных перемещений точек тел, входящих в механическую систему.
2. Определение возможных угловых перемещений тел, входящих в механическую систему.
3. Определение возможной работы силы тяжести.
4. Определение возможной работы силы трения скольжения.
5. Определение возможной работы момента сопротивления, возникающего при качении одного тела по поверхности другого.
6. Определение силы инерции при поступательном движении тела.
7. Определение момента сил инерции при вращательном движении тела вокруг неподвижной оси.
8. Определение силы инерции и момента сил инерции при плоскопараллельном движении тела.
9. Определение возможной работы силы инерции при поступательном движении тела.
10. Определение возможной работы момента сил инерции при вращательном движении тела вокруг неподвижной оси.
11. Определение возможной работы силы инерции и момента сил инерции при плоскопараллельном движении тела.
12. Применение общего уравнения динамики.

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.	https://urait.ru/bcode/538598
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.	https://urait.ru/bcode/538658
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.	https://e.lanbook.com/book/324968

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>).

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

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

Пакет программ MS Office.

Платформа MS Teams.

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

Маркерная доска (обязательно).

Персональный компьютер, интерактивная доска, экран и проектор

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 1 семестре.

Экзамен во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

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

С.Б. Косицын

Согласовано:

Заведующий кафедрой ГГН

И.Н. Розенберг

Заведующий кафедрой ТМ

С.Б. Косицын

Председатель учебно-методической
комиссии

М.Ф. Гуськова