

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
Теоретическая механика Б1.Б.22

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Соловьев О.В.

**Рецензент(ы):**

Прошин Ю.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 611116

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, к.н. Соловьев О.В. Кафедра теоретической физики Отделение физики, Oleg.Solovyev@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теоретическая механика" являются изучение основных понятий, законов, моделей и уравнений движения теоретической механики.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.22 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, векторный и тензорный анализ, механика. Является базовой дисциплиной для изучения других курсов теоретической физики (электродинамика, квантовая механика, термодинамика и статистическая физика). Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы основной образовательной программы бакалавриата и магистратуры.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

#### 1. должен знать:

Знать: основные понятия, законы и модели классической механики; иметь представление о современном состоянии этого раздела теоретической физики

#### 2. должен уметь:

Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; использовать математический аппарат для освоения основ теоретической механики, записывать основные уравнения движения простейших механических систем

#### 3. должен владеть:

Владеть: навыками решения простейших задач о движении механических систем, нахождении законов движения и вычисления траекторий.

Демонстрировать способность и готовность к дальнейшему обучению

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет теоретической механики. Кинематика материальной точки.	4	1	2	2	0	письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Динамика. Законы сохранения. Интегрирование уравнений движения материальной точки в частных случаях.	4	2-5	8	2	0	письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле. Задача Кеплера. Задача двух тел. Контрольная работа ♦1 по темам 1-3.	4	6-8	6	6	0	контрольная работа письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Динамика систем со связями. Уравнения Лагранжа.	4	9-12	8	4	0	письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Малые колебания механических систем с одной и многими степенями свободы.	4	13-14	4	4	0	письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Принцип наименьшего действия. Формализм Гамильтона. Контрольная работа ♦2 по темам 4-6.	4	15-18	8	6	0	контрольная работа письменное домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	экзамен
	Итого			36	24	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Предмет теоретической механики. Кинематика материальной точки.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Предмет теоретической механики. Понятие материальной точки. Предмет кинематики, основные понятия: радиус-вектор, закон движения и траектория движения и способы их задания, вектора скорости и ускорения и их разложение в декартовой системе координат. Особенности криволинейных координат, разложение радиус-вектора и вектора скорости в цилиндрической системе координат.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Разложение вектора ускорения в цилиндрической системе координат. Вывод выражений для радиус-вектора и вектора скорости в сферической системе координат. Свойства производных по времени от ортов криволинейных координат.

**Тема 2. Динамика. Законы сохранения. Интегрирование уравнений движения материальной точки в частных случаях.****лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Понятия силы, массы, инерциальной системы отсчета. Законы Ньютона, прямая и обратная задачи динамики, принцип причинности, принцип относительности Галилея. Работа силы, мощность силы. Классификация сил в классической механике: стационарные потенциальные, нестационарные потенциальные, гироскопические, диссипативные силы. Механическая энергия материальной точки. Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и механической энергии материальной точки. Понятия первого и второго интегралов движения. Одномерное движение в потенциальном поле: точки остановки, финитное и инфинитное движение, нахождение периода финитного движения. Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и механической энергии системы материальных точек.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Интегрирование уравнений движения в случаях частных видов сил: гармонический осциллятор, движение в средах с трением, движение в поле тяжести, движение заряженной частицы в однородном магнитном поле и в скрещенных однородных электрическом и магнитном полях, пространственный осциллятор.

**Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле. Задача Кеплера. Задача двух тел. Контрольная работа ♦1 по темам 1-3.****лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Центральная сила: определение, основные свойства движения в под действием центральной силы (плоское движение, постоянство секторной скорости, монотонность изменения полярного угла). Центрально-симметричная сила: определение, свойства движения под действием центрально-симметричной силы, первые и вторые интегралы движения, закон движения, уравнение траектории. Задача Кеплера: уравнение траектории, перигелий, параметр орбиты, эксцентриситет, закон движения, третий закон Кеплера. Задача двух тел: задача о движении центра масс, задача о движении фиктивной частицы, траектории и закон движения реальных частиц.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Вывод условия падения материальной точки на силовой центр. Решение задачи о нахождении типа траектории материальной точки в задаче Кеплера в зависимости от начальных условий. Запись законов сохранения в задаче двух тел. Примеры задачи двух тел: движение системы Земля-Солнце, двойные звезды. Расчет поправки к третьему закону Кеплера. Контрольная работа ♦1 по темам 1-3.

**Тема 4. Динамика систем со связями. Уравнения Лагранжа.****лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Понятие о связях, стационарные и нестационарные связи. Основная задача динамики несвободной системы. Действительные, возможные и виртуальные перемещения и уравнения, которым они удовлетворяют. Понятие об идеальных связях. Уравнения Лагранжа 1 рода. Общее уравнение механики (уравнение д'Аламбера-Лагранжа). Понятие о независимых обобщенных координатах и числе степеней свободы. Уравнения Лагранжа 2 рода. Обобщенные силы. Функция Лагранжа. Циклические координаты. Обобщенный импульс. Законы сохранения и изменения обобщенного импульса. Обобщенная энергия. Законы сохранения и изменения обобщенной энергии. Связь обобщенной энергии и полной механической энергии системы.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Законы сохранения и изменения импульса, момента импульса и полной механической энергии несвободной системы материальных точек. Схема решения задач с помощью уравнений Лагранжа 1 рода. Пример: расчет точки отрыва частицы при соскальзывании по параболе. Нахождение функции Лагранжа для механических систем. Примеры: гармонический осциллятор, движение в центральном поле, свободные частицы. Структура функции Лагранжа. Использование циклических переменных в формализме Лагранжа.

**Тема 5. Малые колебания механических систем с одной и многими степенями свободы.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Положение равновесия. Принцип виртуальных перемещений. Малые колебания системы с одной степенью свободы под действием потенциальных сил. Малые колебания системы со многими степенями свободы под действием потенциальных сил. Критерий устойчивости положения равновесия, собственные частоты, амплитуды колебаний, нормальные координаты.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Одномерные колебания при наличии трения: анализ различных случаев. Одномерные вынужденные колебания при наличии трения. Пример: вынуждающая сила, изменяющаяся по гармоническому закону; явление резонанса.

**Тема 6. Принцип наименьшего действия. Формализм Гамильтона. Контрольная работа ♦2 по темам 4-6.**

**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Действие. Принцип наименьшего действия для системы с потенциальными силами и идеальными голономными связями. Функция Гамильтона, закон изменения функции Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Переход от формализма Лагранжа к формализму Гамильтона и обратный переход. Скобки Пуассона и их свойства. Фундаментальные скобки Пуассона. Теорема Пуассона. Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Возможные упрощения уравнения Гамильтона-Якоби. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Нахождение функции Гамильтона для механических систем. Примеры: гармонический осциллятор, движение в центральном поле, свободные частицы. Использование циклических координат в гамильтоновом формализме. Закон изменения произвольной функции координат, импульсов и времени через скобки Пуассона. Расчет скобок Пуассона для компонент момента импульса. Контрольная работа ♦2 по темам 4-6.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Предмет теоретической механики. Кинематика материальной точки.	4	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Динамика. Законы сохранения. Интегрирование уравнений движения материальной точки в частных случаях.	4	2-5	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле. Задача Кеплера. Задача двух тел. Контрольная работа ♦1 по темам 1-3.	4	6-8	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
4.	Тема 4. Динамика систем со связями. Уравнения Лагранжа.	4	9-12	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
5.	Тема 5. Малые колебания механических систем с одной и многими степенями свободы.	4	13-14	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
6.	Тема 6. Принцип наименьшего действия. Формализм Гамильтона. Контрольная работа ♦2 по темам 4-6.	4	15-18	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
Итого					48	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курсы лекций и практических занятий, организованные по стандартной технологии.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Предмет теоретической механики. Кинематика материальной точки.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Математический маятник переменной длины колеблется в вертикальной плоскости по гармоническому закону. Найти зависимость от времени компонент скорости и ускорения и величины скорости точки А, если длина l части ОА нити уменьшается по линейному закону.
2. Частица движется в плоскости  $z = 0$  по гиперболе. Секторная скорость постоянна. Найти интервал времени, за который частица сместится из точки с координатой  $x_1$  в точку с координатой  $x_2$ .

#### Тема 2. Динамика. Законы сохранения. Интегрирование уравнений движения материальной точки в частных случаях.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Математический маятник массы  $m$  отклоняется на угол  $f_0$  и отпускается без начальной скорости. Найти натяжение нити  $T$  в зависимости от угла  $f$ . 2. Парашютист прыгает с самолёта, летящего по горизонтали на высоте  $h$  со скоростью  $v_0$ . По какой траектории движется парашютист при затяжном прыжке (до раскрытия парашюта), если сила сопротивления воздуха  $F = -kv$ , где  $v$  - скорость парашютиста. 3. Две трети однородной цепочки длины  $l$  лежат на наклонной полочке, расположенной под углом  $\alpha$  к горизонту, а одна треть свободно свисает вдоль вертикали. В начальный момент цепь покоится, затем под действием постоянной силы тяжести начинает соскальзывать вниз по наклонной полочке. Найти скорость цепи в тот момент, когда вся цепочка окажется на полочке. Коэффициент трения между цепочкой и полочкой равен  $f$ . 4. Непосредственным вычислением показать, что средние за период значения кинетической и потенциальной энергии гармонического осциллятора равны.

### **Тема 3. Движение в центрально-симметричном поле. Задача Кеплера. Задача двух тел. Контрольная работа ♦1 по темам 1-3.**

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Задача о теле, брошенном с поверхности земли: нахождение дальности, высоты и времени полета. 2. Известны параметр и эксцентриситет орбиты тела, движущегося в поле тяготения Земли. Найти величину скорости тела, как функцию расстояния от центра Земли. 3. Найти первую и вторую космические скорости для тела массы  $m$  с учетом конечности массы Земли. Масса Земли, радиус Земли и ускорение силы тяжести у поверхности Земли известны.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задач контрольной работы (задачи см. внизу во вкладке "Прочее")

### **Тема 4. Динамика систем со связями. Уравнения Лагранжа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Расчет точки отрыва частицы при соскальзывании по сфере. Нахождение силы реакции сферы. 2. Точка подвеса плоского маятника длиной  $l$  движется по оси  $x$  по заданному закону. Сколько степеней свободы у такой системы? Составить уравнение Лагранжа 2-го рода для угла  $\varphi$ . 3. Точка массы  $m$  движется в центральном поле. Составить функцию Лагранжа, в качестве обобщённых координат выбрав сферические координаты  $r$ ,  $\theta$  и  $\varphi$ . Выписать интеграл движения, соответствующий циклической координате. Выписать уравнение Лагранжа, соответствующее координате  $r$ .

### **Тема 5. Малые колебания механических систем с одной и многими степенями свободы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Между двумя неподвижными одинаковыми зарядами  $e$ , расстояние между которыми равно  $a$ , по прямой, соединяющей их, движется точка массой  $m$ , несущая такой же заряд  $e$ . Решить задачу о малых колебаниях точки. 2. Найти общее решение задачи о малых колебаниях частицы массы  $m$ , способной двигаться по поверхности, задаваемой уравнением вида  $z = \text{квадратичная форма координат } x \text{ и } y$  (ось  $z$  - вертикальна).

### **Тема 6. Принцип наименьшего действия. Формализм Гамильтона. Контрольная работа ♦2 по темам 4-6.**

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Нахождение функции Гамильтона для плоского маятника с переменной длиной. Запись уравнений Гамильтона. 2. Пользуясь только свойствами скобок Пуассона, вычислить  $\{p_1^2 + p_3^2 q^2, q_1^2 q^2 p_2^2\}$ . 3. Доказать, что если функция Гамильтона зависит от пары координата-импульс только посредством некоторой функции от них, то эта функция является интегралом движения.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задач контрольной работы (задачи см. внизу во вкладке "Прочее")

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Регламент балльно-рейтинговой системы:

1. Выполнение домашних заданий 10 баллов
2. Контрольная работа ♦1 20 баллов



3. Контрольная работа ♦2 20 баллов

4. Экзамен 50 баллов

Примеры задач для Контрольной работы ♦1

1. Направляющая ОС вращается в горизонтальной плоскости  $\chi$  вокруг точки  $O$  с постоянной угловой скоростью. В этой плоскости вдоль ОС поступательно с постоянной скоростью движется стержень  $AB$  длиной  $l$ . Стержень образует прямой угол с направляющей ОС. Найти зависимость величины скорости и величины ускорения точки  $B$  стержня от времени, если при  $t=0$  точка  $A$  совпала с точкой  $O$ .

2. Точка движется в плоскости так, что угол между вектором скорости и радиус-вектором всё время движения равен  $f$ . Найти уравнение траектории точки.

3. Точка движется в плоскости  $\chi$  с постоянной по величине скоростью. Вектор скорости образует с осью  $x$  угол, пропорциональный времени. Найти уравнение траектории точки, изобразить траекторию, найти величину ускорения точки, если в начальный момент точка находилась в начале координат.

4. Частица движется в горизонтальной плоскости. Найти уравнение траектории в декартовых координатах, если отрезок касательной, заключенный между точкой касания и точкой пересечения касательной с осью  $x$ , имеет постоянную длину  $p$ . Считать, что в начальный момент времени  $x=0$ , а затем частица движется в положительном направлении оси  $x$ .

5. На однородную призму  $A$ , лежащую на горизонтальной плоскости, положена однородная призма  $B$ , массой в  $n$  раз меньше. Длины призм равны соответственно  $a$  и  $b$ . Трения между призмой  $A$  и плоскостью нет. Неизвестно, есть ли трение между призмами. В начальный момент времени призмы покоятся. Затем призма  $B$  начинает скользить вниз по призме  $A$ . Определить длину  $l$ , на которую передвинется призма  $A$ , когда точка  $O$  призмы  $B$  дойдет до горизонтальной плоскости.

6. Каждый элемент бесконечно тонкой однородной неподвижной окружности радиуса  $R$  общей массой  $M$  притягивает материальную точку массы  $m$ , лежащую на перпендикуляре к плоскости окружности, проходящем через её центр. Силы притяжения описываются законом всемирного тяготения. Определить скорость, с которой точка  $m$  пересечёт плоскость окружности, если в начальный момент она покоилась на расстоянии  $h$  от плоскости окружности.

7. С поверхности Земли выстреливают снарядом под углом  $f_0$  к вертикали. Какова должна быть начальная скорость снаряда, чтобы он упал на Землю на расстоянии (по поверхности Земли) в четверть длины экватора? Считать Землю шаром радиуса  $R$ . Ускорение земного притяжения у поверхности Земли  $g$ . Соппротивлением воздуха пренебречь.

8. Известны параметр и эксцентриситет орбиты тела, движущегося в поле тяготения Земли. Найти угол между радиус-вектором тела и скоростью тела, как функцию расстояния от центра Земли.

9. Найти высоту искусственного спутника над поверхностью Земли, если он всё время находится над одной и той же точкой экватора. Радиус земли  $R = 6400$  км, ускорение свободного падения на поверхности Земли  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>.

10. Комета движется вокруг Солнца по эллиптической орбите с эксцентриситетом  $e$ . Как соотносятся между собой максимальное и минимальное расстояние кометы от Солнца, макс. и мин. значение секторной скорости, макс. и мин. значение угловой скорости.

11. Две частицы с массами  $m_1$  и  $m_2$  взаимодействуют по закону тяготения. Каким неравенством связаны такие значения их радиус-векторов и скоростей в начальный момент времени, при которых во время дальнейшего движения расстояние между частицами остается конечным?

Примеры задач для Контрольной работы ♦2

1. Длина  $l$  плоского маятника меняется по заданному закону в зависимости от угла отклонения от вертикали  $\varphi$ . Сколько степеней свободы у такой системы? Составить уравнение Лагранжа 2-го рода для угла  $\varphi$ .

2. Система плоская. Точка массой  $m_1$  может двигаться по оси  $x$ , а точка массой  $m_2$  взаимодействует с ней посредством пружинки жёсткостью  $k$  и длиной в недеформированном состоянии  $l_0$ . Сколько степеней свободы у данной системы? Составить уравнения Лагранжа 2-го рода. В качестве обобщённых координат выбрать необходимое количество декартовых координат точек.
3. Найти функцию Лагранжа системы, функция Гамильтона которой имеет вид  $H=q_1 \cdot p_2 - q_2 \cdot p_1 + a(p_1^2 + p_2^2)$ . Записать уравнения Гамильтона.
4. Для системы из предыдущей задачи составить уравнение Гамильтона-Якоби и упростить его.
5. Пользуясь только свойствами скобок Пуассона, вычислить  $\{p_1 \cdot p_3 + p_2^2, q_1 \cdot q_2\}$ .

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Предмет теоретической механики. Понятие материальной точки. Предмет кинематики, основные понятия: радиус-вектор, закон движения и траектория движения и способы их задания, вектора скорости и ускорения и их разложение в декартовой системе координат.
2. Особенности криволинейных координат, разложение радиус-вектора и вектора скорости в цилиндрической и сферической системах координат.
3. Понятия силы, массы, инерциальной системы отсчета. Законы Ньютона, основная задача динамики, принцип причинности, принцип относительности Галилея.
4. Работа силы, мощность силы. Классификация сил в классической механике: стационарные потенциальные, нестационарные потенциальные, гироскопические, диссипативные силы. Механическая энергия материальной точки.
5. Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и механической энергии материальной точки. Понятия первого и второго интегралов движения.
6. Одномерное движение в потенциальном поле: точки остановки, финитное и инфинитное движение, нахождение периода финитного движения.
7. Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и механической энергии системы материальных точек.
8. Центральная сила: определение, основные свойства движения в под действием центральной силы (плоское движение, постоянство секторной скорости, монотонность изменения полярного угла).
9. Центральная-симметричная сила: определение, свойства движения под действием центральной-симметричной силы, первые и вторые интегралы движения, закон движения, уравнение траектории.
10. Задача Кеплера: уравнение траектории, перигелий, параметр орбиты, эксцентриситет, закон движения, третий закон Кеплера.
11. Задача двух тел: задача о движении центра масс, задача о движении фиктивной частицы, траектории и закон движения реальных частиц.
12. Понятие о связях, стационарные и нестационарные связи. Основная задача динамики несвободной системы.
13. Действительные, возможные и виртуальные перемещения и уравнения, которым они удовлетворяют. Понятие об идеальных связях.
14. Уравнения Лагранжа 1 рода. Общее уравнение механики (уравнение д'Аламбера-Лагранжа).
15. Понятие о независимых обобщенных координатах и числе степеней свободы. Уравнения Лагранжа 2 рода. Обобщенные силы. Функция Лагранжа.
16. Циклические координаты. Обобщенный импульс. Законы сохранения и изменения обобщенного импульса. Обобщенная энергия. Законы сохранения и изменения обобщенной энергии. Связь обобщенной энергии и полной механической энергии системы.
17. Положение равновесия. Принцип виртуальных перемещений.
18. Малые колебания системы с одной степенью свободы под действием потенциальных сил.

19. Малые колебания системы со многими степенями свободы под действием потенциальных сил. Критерий устойчивости положения равновесия, собственные частоты, амплитуды колебаний, нормальные координаты.
20. Действие. Принцип наименьшего действия для системы с потенциальными силами и идеальными голономными связями.
21. Функция Гамильтона, закон изменения функции Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Переход от формализма Лагранжа к формализму Гамильтона и обратный переход.
22. Скобки Пуассона и их свойства. Фундаментальные скобки Пуассона. Теорема Пуассона.
23. Уравнение Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби. Возможные упрощения уравнения Гамильтона-Якоби.
24. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля.

### 7.1. Основная литература:

1. Тазюков Ф.Х., Тазюков, Б.Ф. Задания по курсу "Теоретическая механика. Динамика точки и механической системы". Учебно-методическое пособие / Казан. федер. ун-т, Мех.-мат. фак.; -Казань: [Казанский университет], 2011.-27 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика[Электронный ресурс]. Т.1 Механика, М., Физматлит, 2007.- 224 с. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/view/book/2231/>
3. Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н. Теоретическая физика. Механика (практический курс). Задачник для физиков. Пособие [Электронный ресурс]. Казань: Казан. ун-т, 2015. - 250 с. Режим доступа: - <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/32292>
4. Теоретическая механика: Учебник / В.Л. Цивильский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-48-3, 700 экз. <http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=443436>
5. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики [Электронный ресурс]. Лань, 2011, 720 с. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/view/book/1807/>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Сборник коротких задач по теоретической механике [Электронный ресурс]. Под ред. Кепе О.Э., Издательство: Лань, ISBN:978-5-8114-0826-9, 3-е изд., стер., 2009, 368 стр. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/view/book/183/>
2. Стрелков С.П. Механика[Электронный ресурс] . Лань, 2005, 560 с. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/view/book/589/>
3. Теоретическая механика. Сборник задач: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 430 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-010026-5, 300 экз. <http://znaniyum.com/bookread2.php?book=487544>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Сайт кафедры теоретической физики КФУ - <http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teoreticheskoy-fiziki>  
сайт Научной библиотеки им. Н. И. Лобачевского - [http://www.kpfu.ru/main\\_page?p\\_sub=5056](http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5056)  
страница ассистента Кутузова А.С. - <http://portal.kpfu.ru/docs/F1873255007/a.s.kutuzov.html>  
Страница профессора Прошина Ю.Н. - <http://mrsej.kpfu.ru/pro/>  
Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теоретическая механика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):

Соловьев О.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Прошин Ю.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.