

УТВЕЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Д.А. Зубцов
03 июня 2013 г.

ПРОГРАММА

по дисциплине: **Теоретическая механика**

по направлению подготовки 010900 «Прикладные математика и физика»

факультет : **ФАКИ**

кафедра **теоретической механики**

курс **II**

семестр **3**

Трудоемкость: обязательная часть – зач.ед. – 3

вариативная часть – зач.ед. – 1

дополн. за сложность – 1

лекции – 34 часа

Экзамен – 3 сем.

практические (семинарские)

занятия – 34 часа

Зачет – нет

лабораторные занятия – нет

Количество заданий – 2

самостоятельная работа – 1 час в неделю

ВСЕГО ЧАСОВ – 68

Программу составил д.ф.-м.н., проф. А.П. Иванов,

Задания составил ассистент А.В. Сахаров

Программа принята на заседании

кафедры теоретической механики

7 мая 2013 года

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н., проф.

А.П. Иванов

1. Аксиоматика классической механики. Кинематика точки

Постулаты классической механики. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Понятие об инвариантности и ковариантности уравнений механики.

Траектория, скорость, ускорение. Естественный (сопровождающий) трехгранник. Разложение скорости и ускорения в осях трехгранника. Криволинейные координаты точки. Разложение скорости и ускорения точки в локальном базисе криволинейных координат. Коэффициенты Ламе.

2. Кинематика твердого тела (кинематика систем отсчета)

Твердое тело. Разложение движения тела на поступательное движение и вращение (движение с неподвижной точкой). Способы задания ориентации твердого тела: углы Эйлера, матрицы направляющих косинусов.

Алгебра кватернионов. Кватернионный способ задания ориентации твердого тела (присоединенное отображение). Параметры Родрига–Гамильтона. Кватернионные формулы сложения поворотов. Кинематические уравнения вращательного движения твердого тела в кватернионах (уравнения Пуассона).

Теорема Эйлера о конечном повороте твердого тела с неподвижной точкой. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела. Распределение скоростей и ускорений в твердом теле (формулы Эйлера и Ривальса).

3. Кинематика сложного движения

Сложение скоростей и ускорений точек в сложном движении. Вычисление угловой скорости и углового ускорения тела в сложном движении.

4. Основные теоремы динамики

Определения: внешние и внутренние силы, импульс (количество движения), момент импульса (кинетический момент, момент количества движения), кинетическая энергия, центр масс, момент силы, элементарная работа и мощность силы. Теоремы Кенига для кинетической энергии и момента импульса. Теоремы об изменении импульса, момента импульса и кинетической энергии в инерциальных системах отсчета. Консервативные системы, закон сохранения энергии.

Неинерциальные системы отсчета, силы инерции. Основные теоремы динамики в неинерциальных системах отсчета.

5. Движение материальной точки в центральном поле

Законы сохранения. Уравнение Бине. Поле всемирного тяготения. Уравнение конических сечений. Задача двух тел. Законы Кеплера.

6. Динамика систем переменного состава

Понятие о системе переменного состава и ее математической модели. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента для систем переменного состава. Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского.

7. Динамика твердого тела

Геометрия масс. Тензор инерции и эллипсоид инерции твердого тела. Главные оси инерции. Преобразование тензора инерции при повороте и параллельном переносе осей. Теорема Гюйгенса–Штейнера для тензора инерции. Кинетический момент и кинетическая энергия твердого тела.

Динамические уравнения Эйлера. Случай Эйлера; первые интегралы движения; геометрические интерпретации Пуансо. Движение динамически симметричного тела в случае Эйлера; параметры свободной регулярной прецессии. Случай Лагранжа; первые интегралы движения. Формула для момента, поддерживающего вынужденную регулярную прецессию динамически симметричного твердого тела.

8. Лагранжева механика

Понятие механической связи. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Общее уравнение динамики для системы материальных точек с идеальными связями. Конфигурационное многообразие голономной системы с конечным числом степеней свободы. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа. Обобщенные силы.

Потенциальные, гироскопические, диссипативные силы. Критерий потенциальности сил. Уравнения Лагранжа в случае потенциальных сил; функция Лагранжа (лагранжиан системы). Уравнения Лагранжа в неинерциальных системах отсчета.

Свойства уравнений Лагранжа: ковариантность, невырожденность (приведение к нормальному виду Коши). Структура кинетической энергии. Первые интегралы лагранжевых систем: циклические интегралы, обобщенный интеграл энергии (интеграл Пенлеве – Якоби).

Дополнительные темы к программе повышенного уровня

1. Статика твердого тела

Условия равновесия твердого тела. Эквивалентные системы сил. Критерий эквивалентности систем сил, приложенных к твердому телу. Равнодействующая. Теорема Вариньона. Частные случаи условий равновесия твердого тела. Статические инварианты. Динамический винт. Частные случаи приведения системы сил.

2. Теория удара

Понятие ударных сил и ударного импульса, основные гипотезы, задачи теории удара. Коэффициент восстановления (гипотеза Ньютона). Удар материальной точки об абсолютно гладкую поверхность: нахождение угла отражения, послеударной скорости, ударного импульса; потеря кинетической энергии. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента при ударе. Общее уравнение динамики в теории удара. Теорема Карно. Уравнения Лагранжа второго рода в теории удара.

Литература

1. *Айзерман М.А.* Классическая механика. – М.: Наука: 1980, 2005.
2. *Гантмахер Ф.Р.* Лекции по аналитической механике. – 3-е изд. – М.: Физматлит, 2001.
3. *Журавлёв В.Ф.* Основы теоретической механики. – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2001; 3-е изд. – М.: Физматлит, 2008.
4. *Маркеев А.П.* Теоретическая механика. – М.: Наука, 1990.
5. *Яковенко Г.Н.* Краткий курс теоретической механики. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
6. *Амелькин Н.И.* Динамика твёрдого тела: учеб. пособие. – М.: МФТИ, 2010.
7. *Трухан Н.М.* Теоретическая механика. Методика решения задач: учеб. пособие. – М.: МФТИ, 2010.
8. Сайт кафедры теоретической механики МФТИ. <http://teormech.fizteh.ru>

ЗАДАНИЯ

ПЕРВОЕ ЗАДАНИЕ

(срок сдачи с 28 октября по 2 ноября 2013 г.)

Контрольная работа № 1 с 21 по 26 октября

1. **Кинематика точки:**
С – 1.5, 1.21, 1.25, 1.37(д).
2. **Кинематика твёрдого тела:**
 - 2.1. **Плоскопараллельное движение твёрдого тела:**
С – 3.3, 3.20, 3.23, 3.41.
 - 2.2. **Пространственное движение твёрдого тела:**
С – 4.6, 4.28, 4.33, 4.47.
 - 2.3. **Кватернионы:**
С – 4.61(а), 4.67, 4.76, 4.79.
3. **Сложное движение точки и твёрдого тела:**

- С – 2.4, 2.12, 2.36, 3.9, 4.30, 4.35.
- 4. Основные теоремы динамики в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта:**
С – 5.10, 6.16, 6.29, 7.3, 7.5, 7.29, 9.24; М – 41.22.
- 5. Движение точки в центральном поле:**
С – 8.11, 8.14, 8.21, 8.49.

ВТОРОЕ ЗАДАНИЕ

(срок сдачи с 9 по 14 декабря 2013 г.)

Контрольная работа с 2 по 7 декабря

- 1. Системы переменного состава:**
С – 10.5, 10.23, 10.28.
- 2. Геометрия масс. Динамика твёрдого тела:**
С – 11.8(б), 11.11, 11.18, 11.23, 11.44, 11.59, 11.70, 11.116.

Т.1. Твёрдое тело с неподвижной точкой O , для которой главные моменты инерции равны $A = B = 2C$, движется в однородном поле тяжести. Найти минимальное и максимальное значения угла нутации θ , отсчитываемого от оси, направленной вертикально вверх, если в начальный момент углы Эйлера и их первые производные по времени равны

$$\theta(0) = \theta_0, \quad \psi(0) = 0, \quad \varphi(0) = 0, \quad \dot{\theta}(0) = 0,$$

$$\dot{\psi}(0) = 2\sqrt{\frac{Pl}{A \cos \theta_0}}, \quad \dot{\varphi}(0) = 2\sqrt{\frac{Pl \cos \theta_0}{A}},$$

где P – вес тела, l – расстояние его центра масс от точки O , лежащей на оси симметрии тела. Изобразить траекторию центра масс тела на сфере с центром в точке O .

- 3. Уравнения Лагранжа:**
С – 12.5, 12.12, 12.46, 12.49, 12.65, 12.103.

ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ ЗАДАНИЯ

- 1. Статика твёрдого тела:**
1.1. Плоская система сил. Трение:
М – 4.30, 4.35, 5.29.

1.2. Пространственная система сил. Приведение системы сил:

М – 8.25, 8.27, 7.3.

2. Теория удара:

С – 6.23, 7.33, 11.33; М – 44.17, 44.28.

С – Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Г.Н. Сборник задач по аналитической механике. – 2-е изд. – М.: Наука, 1996; 3-е изд. – М.: Физматлит, 2002.

М – Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – 36-е изд. – М: Наука, 1986; 40-е изд. – СПб. Лань, 2003.

Усл. печ.л. 0,5. Тираж 160 экз.