

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.22 Механика

наименование дисциплины

Автор: Великанов Егор Юрьевич

Код и наименование направления подготовки, профиля: 27.03.02 Управление качеством, Управление качеством в производственно-технологических системах

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Цель освоения дисциплины:

Целью дисциплины является изучение механического движения макроскопических систем в пространстве с течением времени со скоростями, значительно меньшими скорости света в вакууме.

Задачи учебного курса:

- познакомить студентов с фундаментальными положениями классической механики;
- в рамках векторного формализма указать на основные допущения теории, дать глубокое понимание законов Ньютона;
- познакомить студентов с методом Лагранжа, показать возможность ковариантной записи уравнений движения;
- продемонстрировать применение рассмотренных методов к решению конкретных задач о движении материальной точки, о движении системы материальных точек, о движении твердого тела, малых колебаниях.

План курса:

Тема 1. Основные понятия и законы механики.

Основные понятия классической механики: пространство и время, движение, система отсчета. Понятие механической системы. Основные модели механических систем: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, сплошная среда. Область применимости законов классической механики. Первый закон Ньютона (закон инерции). Второй закон Ньютона (уравнение движения). Третий закон Ньютона (закон действия и противодействия).

Тема 2. Статика.

Основные понятия и аксиомы статики. Несвободное тело, идеальные связи, силы реакции. Основные виды связей: гладкая плоскость, поверхность и опора, гибкая нить, цилиндрический шарнир (подшипник), сферический шарнир (подпятник), невесомый стержень. Реакции этих связей. Геометрический и аналитический способы сложения сил.

Условия равновесия системы сходящихся сил. Сходящиеся силы. Равнодействующая сходящихся сил. Геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил. Аналитические условия равновесия пространственной и плоской систем сходящихся сил. Теорема о равновесии трех непараллельных сил.

Условия равновесия твердого тела. Определение и свойства векторного произведения. Векторное произведение в прямоугольных координатах. Пара сил. Основная теорема статики о приведении системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Равнодействующая двух параллельных сил. Равновесие твердого тела.

Равновесие плоской системы сил. Алгебраическая величина момента силы. Вычисление главного вектора и главного момента плоской системы сил. Частные случаи приведения

плоской системы сил: приведение к паре сил, к равнодействующей и случай равновесия. Аналитические условия равновесия плоской системы сил. Сосредоточенные и распределенные силы. Реакция жесткой заделки. Равновесие системы тел. Статически определимые и статически неопределимые системы.

Равновесие пространственной системы сил. Момент силы относительно центра. Аналитические формулы для вычисления моментов силы относительно трех координатных осей. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил. Аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил. Условия равновесия пространственной системы параллельных сил.

Тема 3. Кинематика.

Векторный способ задания движения точки. Скорость. Ускорение. Предмет кинематики. Пространство и время в классической механике. Относительность механического движения. Система отсчета. Задачи кинематики. Векторный способ задания движения точки. Траектория точки. Скорость точки как производная, ее радиус-вектора по времени. Ускорение точки как производная, ее вектора скорости по времени.

Координатный способ задания движения точки. Скорость. Ускорение. Прямоугольная декартова система координат. Закон движения точки. Определение траектории точки. Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси.

Естественный способ задания движения точки. Скорость. Касательное и нормальное ускорения. Естественный трехгранник. Алгебраическая величина скорости точки. Определение ускорения точки по его проекциям на оси естественного трехгранника; касательное и нормальное ускорения точки. Равномерное и равнопеременное криволинейные движения точки; законы этих движений.

Поступательное и вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Конечные перемещения твердого тела: поступательное, сферическое вращение, вращение вокруг оси. Математическое описание поворотов в пространстве, вектор угловой скорости, углы Эйлера. Ускорение точек вращающегося тела. Угол поворота. Угловая скорость, угловое ускорение, величина и направление векторов. Линейные скорости и ускорения точек тела. Касательное и центростремительное ускорения, угол между векторами ускорения и скорости.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Уравнения плоского движения. Разложение движения на поступательное и вращательное. Мгновенный центр скоростей движения твердого тела. Вычисление угловой скорости. Мгновенный центр ускорений. Вычисление углового ускорения.

Тема 4. Динамика материальной точки и системы материальных точек.

Уравнения движения материальной точки. Основной закон динамики частицы. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Предмет динамики. Основные понятия и определения: масса, материальная точка, сила. Силы, зависящие от времени, от положения точки и от ее скорости. Задачи динамики. Дифференциальные уравнения движений свободной и несвободной материальной точки в декартовых и полярных координатах. Две основные задачи динамики для материальной точки. Начальные условия. Постоянные интегрирования и их определение по начальным условиям. Движение тяжелой частицы, влияние сопротивления воздуха.

Общие теоремы динамики точки. Законы сохранения и их использование при решении задач. Импульс и сила. Момент импульса и момент силы. Энергия и работа. Потенциальные и не потенциальные силы. Решение одномерных уравнений, его общие свойства. Движение в поле центральных сил. Сохранение момента количества движения в поле центральных сил. Плоские траектории, сохранение секторной скорости. Общее уравнение движения в полярных координатах. Общее решение радиального уравнения в

квадратурах. Центробежный вклад в эффективную потенциальную энергию, точки возврата, падение частицы на центр. Движение в поле тяготения. Открытые и замкнутые орбиты. Эксцентриситет, период движения.

Относительное движение материальной точки. Несвободное движение материальной точки. Дифференциальные уравнения движения точки по заданной гладкой неподвижной кривой. Определение закона движения и реакции связи. Относительное движение материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки; переносная и кориолисова силы инерции.

Свободные прямолинейные колебания точки. Свободные колебания материальной точки под действием восстанавливающей силы, пропорциональной расстоянию от центра колебаний. Амплитуда, начальная фаза, частота и период колебаний. Затухающие колебания материальной точки при сопротивлении, пропорциональном скорости; период этих колебаний.

Уравнения движения механической системы. Механическая система. Классификация сил, действующих на механическую систему: силы активные (задаваемые) и реакции связей; силы внешние и внутренние. Свойства внутренних сил. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс. Дифференциальные уравнения движения механической системы.

Теорема о движении центра масс механической системы. Закон сохранения движения центра масс. Элементарный импульс силы. Импульс силы за конечный промежуток времени и его проекции на координатные оси.

Теорема об изменении импульса системы. Теорема об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной и конечноразностной формах. Определение импульса системы. Теорема об изменении импульса системы. Условия сохранения импульса системы.

Теорема об изменении момента импульса системы. Момент количества движения системы частиц. Момент количества движения материальной точки и системы точек относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения механической системы. Закон сохранения кинетического момента механической системы и его применение для решения задач. Момент количества движения в системе относительно центра инерции и относительно произвольного полюса.

Теорема об изменении кинетической энергии системы. Кинетическая энергия точки и механической системы. Работа силы при малом и конечном перемещении точки. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной и конечной формах. Суммы работ внутренних сил и сил трения. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Выражение проекций силы через силовую функцию. Поверхности равного потенциала. Работа силы при конечном перемещении точки в потенциальном силовом поле. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Влияние сил трения на движение системы, диссипация энергии.

Тема 5. Динамика твердого тела.

Динамические характеристики твердого тела. Разделение общего движения твердого тела на поступательное и вращательное с общей угловой скоростью. Момент импульса, или кинетический момент тела, представление через тензор моментов инерции и угловую скорость. Осевые и центробежные моменты инерции. Момент инерции относительно оси. Главные моменты инерции, главные центральные оси. Симметрия тела и вычисление моментов инерции.

Уравнения движения твердого тела. Кинетическая энергия вращающегося тела. Система уравнений движения твердого тела. Уравнения вращения тела вокруг неподвижной оси. Реакция закрепленных точек оси вращающегося тела. Статические нагрузки и динамические перегрузки.

Плоское движение тела и вращение свободного гироскопа. Физический маятник.

Крутильные колебания. Плоское движение тела. Вращение свободного твердого тела. Шаровой волчок, ротатор. Вращение симметричного волчка, или гироскопа. Движение вектора угловой скорости, прецессия. Скорость прецессии и скорость вращения вокруг оси. Работа сил, приложенных к твердому телу.

Динамика сферического движения твердого тела. Эйлеровы углы и соответствующие угловые скорости. Кинетическая энергия гироскопа в эйлеровых переменных. Уравнения вращения свободного гироскопа. Движение тяжелого гироскопа. Прецессия и нутации, три типа движения оси. Устойчивость вращения тяжелого волчка вокруг вертикальной оси. «Быстрый» волчок, приближенная теория гироскопов. Динамические уравнения Эйлера в подвижной системе главных осей твердого тела.

Тема 6. Основы аналитической механики.

Классификация связей. Связи и виртуальные перемещения. Обобщенные координаты системы (коллективные переменные). Число степеней свободы системы. Голономные и неголономные системы. Виртуальная работа и обобщенные силы. Принцип возможных перемещений в обычных и обобщенных координатах.

Общее уравнение динамики. Принцип виртуальных перемещений. Начало Даламбера. Сила инерции материальной точки и момент сил инерции твердого тела. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. «Статический» метод решения динамических задач. Общее уравнение движения систем с совершенными связями. Уравнение Лагранжа первого рода для систем с голономными связями. Принцип возможных перемещений.

Обобщенные координаты. Обобщенные скорости. Кинетическая энергия в обобщенных скоростях. Сумма виртуальных работ сил инерции.

Уравнения Лагранжа. Тождества Лагранжа. Обобщенные силы. Уравнение Лагранжа второго рода для потенциальных и непотенциальных сил. Циклические координаты. Функция Лагранжа. Свойства функции Лагранжа.

Принцип Гамильтона-Остроградского. Функция Лагранжа и интеграл действия. Принцип наименьшего действия Гамильтона. Вариация действия. Общие свойства функции Лагранжа. Ограничения, следующие из однородности пространства и времени и изотропии пространства. Функция Лагранжа свободной частицы с учетом преобразования Галилея. Функция Лагранжа системы материальных точек.

Малые свободные колебания системы. Классификация положений равновесия. Линеаризация уравнений Лагранжа. Уравнения частот. Главные колебания.

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации:

В ходе реализации дисциплины *Б1.Б.22 Механика* используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

При проведении занятий лекционного типа:

выборочный или летучий опрос-контроль по материалам лекций.

при проведении занятий семинарского типа:

подготовка к практическим занятиям, выполнение практических заданий, лабораторных и контрольных работ.

при контроле результатов самостоятельной работы студентов:

изучение вопросов, которые не излагались преподавателем на лекциях и практических (семинарских) занятиях, выполнение практических заданий.

Зачет проводится в форме подведения итогов по результатам работы на лекционных и практических (семинарских) занятиях, выполнения заданий, лабораторных и контрольных работ и ответа на экзаменационный билет.

Основная литература:

- 1.Щербакова Ю. В. Механика: учебное пособие. — Саратов : Научная книга, 2019. — 191 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81028.html>
- 2.Волков А. Г. Механика: учебное пособие. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 116 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66170.html>
- 3.Стародубцева Г. П. Курс лекций по физике. Механика, молекулярная физика, термодинамика. Электричество и магнетизм: учебное пособие. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. — 168 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76115.html>
- 4.Барсуков В.И. Физика. Механика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 248 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63918.html>.— ЭБС «IPRbooks».