

ПРОГРАММА

инновационного курса общей физики для студентов физического факультета

(лекции Е.И. Бутикова, 1 семестр, раздел «МЕХАНИКА»)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема 1: Введение. Принципы классической физики.....	2
Тема 2: Пространство и время. Системы отсчета и системы координат.....	2
Тема 3: Кинематика материальной точки.....	2
Тема 4: Основы классической динамики материальной точки.....	2
Тема 5: Прямая и обратная задачи динамики. Интегрирование уравнений движения.....	3
Тема 6: Измерения в физике. Физические величины и системы единиц. Анализ размерностей.....	3
Тема 7: Предпосылки и постулаты частной теории относительности.....	3
Тема 8: Релятивистская кинематика.....	4
Тема 9: Преобразования Лоренца и следствия из них.....	4
Тема 10: Геометрия пространства-времени.....	4
Тема 11: Основы релятивистской динамики.....	4
Тема 12: Импульс, момент импульса, энергия. Законы сохранения.....	4
Тема 13: Динамика системы материальных точек.....	5
Тема 14: Энергия механической системы. Столкновения частиц.....	5
Тема 15: Тяготение. Движение под действием гравитационных сил. Космическая динамика.....	6
Тема 16: Кинематика абсолютно твердого тела.....	6
Тема 17: Основы динамики абсолютно твердого тела.....	6
Тема 18: Свободное вращение симметричного волчка.....	7
Тема 19: Вынужденная прецессия гироскопа.....	7
Тема 20: Силы инерции и тяготение. Принцип эквивалентности.....	7
Тема 21: Вращающиеся системы отсчета.....	7
Тема 22: Основы механики деформируемых тел.....	7
Тема 23: Механика жидкостей и газов.....	8
Тема 24: Основы физики колебаний.....	8
Тема 25: Вынужденные колебания линейного осциллятора.....	8
Тема 26: Колебания нелинейных систем (на примере маятника).....	9
Тема 27: Параметрическое возбуждение колебаний. Параметрический резонанс.....	9
Тема 28: Колебания систем с несколькими степенями свободы.....	9
Тема 29: Кинематика и динамика волнового движения.....	9
ЛИТЕРАТУРА.....	10
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	10
ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ.....	10
УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ.....	11
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	11

Комментарии к отдельным темам курса приведены в формате pdf – для чтения и распечатки твердой копии с помощью программы Acrobat Reader. Компьютерное моделирование (Java-апплеты) выполняется непосредственно в браузере.

Тема 1: Введение. Принципы классической физики.

Введение. Место физики среди естественных наук. Соотношение эксперимента и теории в физике. Опыт как источник знаний и критерий истины. Эвристическая сила физических теорий. Границы применимости физических теорий. Принцип соответствия. Абстракции классической механики. Абсолютизация физического процесса (независимость от средств наблюдения) и возможность неограниченной детализации его описания. Соотношения неопределенностей и границы применимости классического описания. Роль математики в физике. Различие понятий, с которыми имеет дело чистая математика и экспериментальная наука. Физические модели и абстракции.

- [Комментарий к теме «Введение. Принципы классической физики»](#) (7 стр.)

Тема 2: Пространство и время. Системы отсчета и системы координат

Измерения промежутков времени и пространственных расстояний. Современные эталоны времени и длины. Классические (нерелятивистские) представления о пространстве и времени – предположения об абсолютном характере одновременности событий, промежутков времени и пространственных расстояний. Свойства пространства и времени. Однородность времени. Однородность и изотропность пространства. Классические (нерелятивистские) представления о пространстве и времени – предположения об абсолютном характере одновременности событий, промежутков времени и пространственных расстояний. Соотношение евклидовой геометрии и геометрии реального физического пространства. Система отсчета.

- [Комментарий к теме «Пространство и время. Кинематика материальной точки»](#) (5 стр.)

Системы координат. Связь цилиндрических и сферических координат с декартовыми координатами. Элемент длины в криволинейных координатах. Единичные векторы (орты) для декартовых, цилиндрических и сферических координат. Преобразование координат точки при переходе от одной системы координат к другой.

Тема 3: Кинематика материальной точки.

Физические модели. Примеры идеализированных объектов и абстракций, используемых в физике. Материальная точка как физическая модель. Механическое движение и его описание.

Предмет кинематики. Основные понятия кинематики материальной точки. Радиус-вектор. Перемещение. Траектория. Путь. Средняя скорость. Скорость. Вектор скорости как производная радиус-вектора. Направление вектора скорости и траектория. Годограф вектора скорости. Ускорение. Ускорение при криволинейном движении. Центр кривизны и радиус кривизны траектории. Разложение ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие.

- [Комментарий к теме «Пространство и время. Кинематика материальной точки»](#) (5 стр.)

Координатная форма описания движения. Определение скорости и ускорения по заданной зависимости координат от времени. Определение координат по заданной зависимости скорости от времени. Движение при наличии связей. Одномерное криволинейное движение. Число степеней свободы механической системы.

Тема 4: Основы классической динамики материальной точки

Основы динамики. Первый закон Ньютона и его физическое содержание. Динамическая эквивалентность состояния покоя и движения с постоянной скоростью. Связь зако-

на инерции с принципом относительности. Второй закон Ньютона. Сила и механическое движение. Физическая сущность понятия силы в механике. Силы разной физической природы и фундаментальные взаимодействия в физике. Свойства силы и способы измерения сил. Понятие инертной массы. Способы измерения массы. Физическое содержание второго закона Ньютона. Одновременное действие нескольких сил и принцип суперпозиции. Взаимодействие тел и третий закон Ньютона. Логическая схема законов Ньютона и разные возможности ее построения.

- [Комментарий к теме «Основы классической динамики»](#) (7 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Законы движения»\)](#)

Тема 5: Прямая и обратная задачи динамики. Интегрирование уравнений движения

Второй закон Ньютона как основное уравнение динамики материальной точки. Понятие механического состояния. Прямая задача динамики – определение сил по известному движению. Нахождение закона тяготения из законов Кеплера. Обратная задача динамики – определение движения по известным силам и начальному состоянию. Примеры интегрирования уравнений движения (движение частицы в постоянном и в зависящем от времени однородном поле, движение в вязкой среде, движение заряженной частицы в однородном магнитном поле и в скрещенных электрическом и магнитном полях, движение под действием сил, зависящих от положения частицы – пространственный осциллятор и кулоново поле).

Алгоритмы численного интегрирования уравнений движения. Движение материальной точки при наличии связей. Силы реакции идеальных связей.

- [Компьютерное моделирование \(«Законы движения»\)](#)

Тема 6: Измерения в физике. Физические величины и системы единиц. Анализ размерностей

Измерения в физике. Требования к эталону физической величины. Единицы физических величин. Системы единиц в механике. Принципы построения систем единиц. Основные и производные единицы. Эталоны. Размерность физической величины. Метод анализа размерностей и его применения в физических задачах.

- [Комментарий к теме «Физические величины и системы единиц. Анализ размерностей»](#) (8 стр.)

Тема 7: Предпосылки и постулаты частной теории относительности

Инерциальные системы отсчета. Физическая эквивалентность инерциальных систем отсчета (принцип относительности). Преобразования Галилея и преобразование скорости. Ограниченный характер классических представлений о пространстве и времени. Принцип относительности и электродинамика. Экспериментальные факты, свидетельствующие об универсальном характере скорости света в вакууме. Частная теория относительности – физическая теория пространства и времени. Постулаты теории относительности и их физическое содержание.

- [Комментарий к теме «Предпосылки и постулаты частной теории относительности»](#) (4 стр.)

Тема 8: Релятивистская кинематика

Измерение промежутков времени и пространственных расстояний с точки зрения теории относительности. Понятие события. Относительность одновременности событий. Синхронизация часов. Преобразование промежутков времени между событиями при переходе в другую систему отсчета. Собственное время. Экспериментальные подтверждения релятивистского закона преобразования промежутков времени. Относительность пространственных расстояний между событиями. Собственная длина. Лоренцево сокращение как следствие постулатов теории относительности. Релятивистский эффект Доплера. Преобразования Лоренца. Релятивистский закон преобразования скорости. Относительная скорость и скорость сближения. Аберрация света.

- [Комментарий к теме «Релятивистская кинематика»](#) (8 стр.)

Тема 9: Преобразования Лоренца и следствия из них

Преобразования Лоренца. Релятивистский закон преобразования скорости. Относительная скорость и скорость сближения. Аберрация света. Кинематические следствия преобразований Лоренца.

- [Комментарий к теме «Преобразования Лоренца и следствия из них»](#) (7 стр.)

Тема 10: Геометрия пространства-времени

Интервал между событиями. Геометрическая интерпретация преобразований Лоренца. Четырехмерное пространство-время Минковского. Световой конус. Мировые линии. Времениподобные и пространственноподобные интервалы между событиями. Причинность и классификация интервалов. Абсолютное прошлое, абсолютное будущее и абсолютно удаленное. Интерпретация относительности одновременности событий, относительности промежутков времени и расстояний с помощью диаграмм Минковского. Четырехвекторы в пространстве Минковского. Четырехмерный радиус-вектор события.

- [Комментарий к теме «Геометрия пространства-времени»](#) (11 стр.)

Тема 11: Основы релятивистской динамики

Релятивистский импульс частицы. Релятивистская энергия. Кинетическая энергия и энергия покоя. Масса и энергия. Эквивалентность энергии и релятивистской массы. Энергия связи атомных ядер. Превращения энергии покоя в ядерных реакциях. Реакции деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер. Связь энергии и импульса частицы. Преобразование энергии и импульса частицы при переходе в другую систему отсчета. Четырехвектор энергии-импульса частицы. Простые задачи релятивистской динамики. Движение частицы в однородном постоянном поле, движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.

- [Комментарий к теме «Основы релятивистской динамики»](#) (10 стр.)

Тема 12: Импульс, момент импульса, энергия. Законы сохранения

Импульс материальной точки и закон его изменения. Импульс силы. Момент импульса материальной точки. Момент силы. Закон изменения момента импульса. Сохранение момента импульса при движении частицы в центральном силовом поле. Секториальная скорость и закон площадей (второй закон Кеплера).

- [Комментарий к теме «Момент импульса и секториальная скорость»](#) (2 стр.)

Понятие работы силы в механике. Свойства работы как физической величины. Мощность силы. Кинетическая энергия частицы. Работа полной силы и изменение кинетической энергии частицы. Потенциальное силовое поле. Потенциальная энергия частицы. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности. Связь силы и потенциальной энергии. Примеры потенциальных силовых полей.

Механическая энергия материальной точки. Закон изменения механической энергии частицы при ее движении в потенциальном силовом поле. Диссипативные и консервативные механические системы. Работа сил реакции идеальных связей. Связь сохранения механической энергии консервативной системы с обратимостью ее движения во времени и с однородностью времени. Примеры применения закона сохранения механической энергии в физических задачах.

Тема 13: Динамика системы материальных точек

Центр масс системы. Импульс системы частиц. Связь импульса системы со скоростью центра масс. Внешние и внутренние силы. Закон изменения импульса системы. Сохранение импульса замкнутой системы взаимодействующих тел. Закон движения центра масс. Движение тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Формула Циолковского. Идея многоступенчатых ракет.

Задача двух тел. Приведенная масса.

- [Компьютерное моделирование \(«Замечательные движения в системах трех тел»\)](#)

Момент импульса системы тел. Связь моментов импульса системы в разных системах отсчета и относительно разных точек. Закон изменения момента импульса системы взаимодействующих тел. Моменты внутренних и внешних сил. Уравнение моментов относительно движущегося полюса. Сохранение момента импульса замкнутой системы.

Законы сохранения и принципы симметрии в физике. Связь законов сохранения для замкнутой системы тел со свойствами симметрии физического пространства. Сохранение импульса и однородность пространства. Сохранение момента импульса и изотропность пространства.

Тема 14: Энергия механической системы. Столкновения частиц

Кинетическая энергия системы частиц. Разложение кинетической энергии системы на сумму кинетической энергии движения системы как целого и кинетической энергии движения относительно центра масс. Неупругие столкновения и кинетическая энергия относительного движения. Изменение кинетической энергии системы и работа всех сил, действующих на входящие в нее частицы.

Потенциальные силы взаимодействия между частицами системы. Работа внешних и внутренних потенциальных сил при изменении конфигурации системы. Потенциальная энергия частиц во внешнем поле и потенциальная энергия взаимодействия частиц системы. Механическая энергия системы взаимодействующих тел и закон ее изменения. Консервативные и диссипативные системы взаимодействующих тел.

Упругие столкновения частиц. Применение законов сохранения энергии и импульса к процессам столкновений. Столкновения макроскопических тел и атомные столкновения. Лабораторная система отсчета и система центра масс. Предельный угол рассеяния налетающей частицы на более легкой неподвижной частице. Угол рассеяния и угол разлета частиц после столкновения. Передача энергии при упругих столкновениях. Замедление нейтронов. Роль столкновений в процессах релаксации и установления теплового равно-

весия. Ограничения на возможности передачи энергии при большом различии масс сталкивающихся частиц.

Тема 15: Тяготение. Движение под действием гравитационных сил. Космическая динамика

Гравитационное взаимодействие. Закон всемирного тяготения. Гравитационная масса. Напряженность гравитационного поля. Принцип суперпозиции. Силовые линии и поток напряженности гравитационного поля. Непрерывность силовых линий. Теорема Гаусса. Поле тяготения сферической оболочки и сплошного шара. Гравитационное взаимодействие шарообразных тел. Экспериментальное определение гравитационной постоянной. Опыт Кавендиша. Потенциальная энергия точки в гравитационном поле. Гравитационная энергия шарообразного тела.

Движение в поле тяготения. Законы движения планет, комет и искусственных спутников. Законы Кеплера. Годограф вектора скорости. Применение законов сохранения энергии и момента импульса к исследованию кеплерова движения. Космические скорости. Круговая скорость. Скорость освобождения.

- [Комментарий к теме «Движение в поле тяготения. Космическая динамика»](#) (13 стр.)

Возмущенные кеплеровы движения. Влияние атмосферного торможения и формы планеты на орбиту искусственного спутника. Прецессия экваториальной орбиты.

Задача трех тел – точные частные решения и приближенные решения (сопряженные конические сечения). Сфера гравитационного действия планеты. Основы космической динамики. Третья и четвертая космические скорости.

- [Компьютерное моделирование \(«Замечательные движения в системах трех тел»\)](#)

Тема 16: Кинематика абсолютно твердого тела

Число степеней свободы твердого тела. Параллельный перенос и поворот. Теорема Эйлера. Эйлеровы углы. Частные виды движения твердого тела. Поступательное движение. Вращение вокруг фиксированной оси. Винтовое движение. Плоское движение твердого тела. Разложение плоского движения на поступательное движение и вращение. Вектор угловой скорости. Мгновенная ось вращения. Выражение линейной скорости точек твердого тела через радиус-вектор и вектор угловой скорости. Ускорение точек твердого тела. Вращение вокруг неподвижной точки. Сложение вращений. Разложение угловой скорости на составляющие. Общий случай движения твердого тела.

Тема 17: Основы динамики абсолютно твердого тела

Моменты внешних сил и условия равновесия (статика). Нахождение сил реакции и статически неопределимые системы. Принцип виртуальных перемещений.

Динамика вращения вокруг фиксированной оси. Момент инерции. Моменты инерции однородных тел (стержня, диска, шара, конуса, бруска и т.п.). Моменты инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса – Штейнера). Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Физический маятник. Приведенная длина и центр качаний. Свойство обратимости.

Динамика плоского движения твердого тела. Применение уравнения моментов относительно движущегося полюса. Скатывание цилиндра с наклонной плоскости. Маятник Максвелла. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении.

Тема 18: Свободное вращение симметричного волчка

Момент импульса абсолютно твердого тела и его связь с вектором угловой скорости. Тензор инерции. Главные оси инерции. Свободное вращение вокруг главных осей инерции. Устойчивость свободного вращения вокруг главных осей инерции. Свободное вращение симметричного волчка. Регулярная прецессия (нутация). Геометрическая интерпретация свободной прецессии для вытянутого и сплюсненного симметричного волчка. Подвижный и неподвижный аксоиды.

- [Комментарий к теме «Свободное вращение симметричного волчка»](#). (9 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Свободное вращение симметричного волчка»\)](#)

Тема 19: Вынужденная прецессия гироскопа

Влияние внешних сил на вращающееся твердое тело. Гироскоп. Приближенная теория гироскопа. Вынужденная прецессия гироскопа (псевдорегулярная прецессия и нутация). Применения гироскопов. Гироскопический маятник. Прецессия земной оси.

- [Комментарий к теме «Вынужденная прецессия гироскопа»](#). (11 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Прецессия и нутация гироскопа»\)](#)

Тема 20: Силы инерции и тяготение. Принцип эквивалентности

Законы движения в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции в поступательно движущихся неинерциальных системах. Принцип относительности, первый закон Ньютона и происхождение сил инерции. Системы отсчета, свободно падающие в гравитационном поле. Невесомость. Принцип эквивалентности. Пропорциональность инертной и гравитационной масс. опыты Галилея, Ньютона, Бесселя, Этвеша и Дикке. Локальный характер принципа эквивалентности. Приливные силы в неоднородном гравитационном поле.

- [Комментарий к теме «Силы инерции и тяготение. Принцип эквивалентности»](#). (6 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Океанские приливы»\)](#)

Тема 21: Вращающиеся системы отсчета

Законы движения во вращающихся системах отсчета. Осестремительное и кориолисово ускорения. Центробежная и кориолисова силы инерции. Отклонение отвеса от направления на центр Земли. Динамика движения материальной точки вблизи поверхности Земли при учете вращения Земли. Интегрирование уравнений свободного движения методом последовательных приближений. Отклонение свободно падающего тела от вертикали. Маятник Фуко. Угловая скорость поворота плоскости качаний на полюсе и в произвольной точке Земли.

Тема 22: Основы механики деформируемых тел

Деформации сплошной среды. Однородная и неоднородная деформация. Упругая и пластическая деформация. Предел упругости и остаточная деформация. Деформации и механические напряжения. Упругие постоянные. Закон Гука.

Виды упругих деформаций. Одноосное растяжение и сжатие. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Деформация изгиба. Энергия упруго деформированного тела. Су-

пер-позиция деформаций. Деформация сдвига. Связь модуля сдвига материала с модулем Юнга и коэффициентом Пуассона.

Деформация кручения цилиндрического стержня (упругой нити). Модуль кручения. Деформация всестороннего (гидростатического) сжатия. Выражение модуля всестороннего сжатия через модуль Юнга и коэффициент Пуассона.

Тема 23: Механика жидкостей и газов

Законы гидростатики. Давление в жидкости и газе. Массовые и поверхностные силы. Гидростатика несжимаемой жидкости. Равновесие жидкости и газа в поле тяжести. Барометрическая формула. Равновесие тела в жидкости и газе. Устойчивость равновесия. Плавание тел. Устойчивость плавания. Метацентр.

Стационарное течение жидкости. Поле скоростей движущейся жидкости. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности. Идеальная жидкость. Закон Бернулли. Динамическое давление. Истечение жидкости из отверстия. Формула Торричелли. Вязкость жидкости. Стационарное ламинарное течение вязкой жидкости по трубе. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Гидродинамическое подобие. Обтекание тел жидкостью и газом. Лобовое сопротивление и подъемная сила. Парадокс Даламбера. Разрывные течения. Пограничный слой. Потенциальные и вихревые течения. Отрыв потока и образование вихрей. Подъемная сила крыла самолета. Эффект Магнуса.

- [Компьютерное моделирование \(«Законы движения»\)](#)

Тема 24: Основы физики колебаний

Колебания. Предмет теории колебаний. Классификация колебаний по кинематическим признакам. Классификация по физической природе процессов. Классификация по способу возбуждения (собственные, вынужденные, параметрические и автоколебания). Кинематика гармонического колебания. Векторные диаграммы. Связь гармонического колебания и равномерного движения по окружности. Сложение гармонических колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу.

Свободные колебания гармонического осциллятора. Превращения энергии при колебаниях. Фазовый портрет линейного осциллятора. Изохронность линейного осциллятора. Затухание колебаний при вязком трении. Декремент затухания. Добротность. Критическое затухание. Аперриодический режим. Затухание колебаний при сухом трении. Зона застоя. Погрешности стрелочных измерительных приборов.

- [Комментарий к теме «Собственные колебания гармонического осциллятора».](#) (15 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Собственные колебания гармонического осциллятора»\)](#)
- [Компьютерное моделирование \(«Собственные колебания осциллятора с сухим трением»\)](#)

Тема 25: Вынужденные колебания линейного осциллятора

Вынужденные колебания линейного осциллятора при синусоидальном внешнем воздействии. Силовое и кинематическое возбуждение колебаний. Резонанс смещения и скорости. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Средние значения ки-

нетической и потенциальной энергии. Поглощаемая и рассеиваемая мощность. Лоренцевский контур. Устойчивость режима установившихся вынужденных колебаний. Переходные процессы. Установление вынужденных колебаний. Несинусоидальное периодическое внешнее воздействие. Гармонический анализ. Преобразование осциллятором спектра входного воздействия.

- [Комментарий к теме «Вынужденные колебания линейного осциллятора»](#). (16 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Вынужденные колебания гармонического осциллятора»\)](#)
- [Компьютерное моделирование \(«Вынужденные колебания осциллятора при несинусоидальном возбуждении»\)](#)

Тема 26: Колебания нелинейных систем (на примере маятника)

Собственные колебания нелинейного осциллятора. Жесткий маятник в поле тяжести. Потенциальная яма и фазовые траектории колебаний и переворотов. Зависимость периода колебаний от амплитуды. Перевороты маятника. Движение по сепаратрисе. Влияние трения на фазовый портрет маятника.

- [Комментарий к теме «Собственные колебания нелинейных систем»](#). (14 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Колебания и перевороты жесткого маятника»\)](#)

Тема 27: Параметрическое возбуждение колебаний. Параметрический резонанс

Вынужденные и параметрические колебания. Особенности параметрического резонанса. Энергетические превращения. Порог параметрического резонанса и параметрическая регенерация. Частотные интервалы параметрической неустойчивости. Хаотические движения в нелинейных системах при периодическом воздействии.

- [Комментарий к теме «Параметрическое возбуждение колебаний»](#). (10 стр.)
- [Компьютерное моделирование \(«Параметрические колебания осциллятора»\)](#)

Тема 28: Колебания систем с несколькими степенями свободы.

Собственные колебания линейных систем с несколькими степенями свободы. Связанные маятники. Парциальные и нормальные колебания (моды). Разложение произвольного колебания в спектр. Вынужденные колебания. Резонансы. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики связанных осцилляторов. Динамическое демпфирование.

Тема 29: Кинематика и динамика волнового движения

Кинематика волнового движения. Волновое уравнение. Классификация волн. Поляризация волн. Монохроматические волны. Волновые поверхности. Уравнения плоской, цилиндрической и сферической волн. Волны в упругих средах. Динамика поперечных волн в натянутой струне, продольных и поперечных волн в упругом стержне. Скорость распространения волн. Энергия волн в упругой среде. Поток энергии в монохроматической бегущей волне.

Интерференция монохроматических волн. Стоячие волны при разных граничных условиях. Стоячие волны как нормальные колебания распределенных систем. Превраще-

ния энергии в стоячей волне. Возбуждение стоячих волн синусоидальным внешним воздействием. Резонансы.

Дисперсия волн. Волны на поверхности воды. Фазовая и групповая скорость. Формула Рэлея. Расплывание волнового пакета. Эффект Доплера при движении источника волн или приемника относительно среды.

Элементы акустики. Высота и тембр звука. Звуковые колебания в замкнутых объемах. Акустические резонаторы.

ПРИМЕЧАНИЕ. Весь материал, указанный в программе, не может быть полностью изложен в лекциях, предусмотренных учебным планом. Программа может быть выполнена только при полном использовании лекций, семинарских занятий, лабораторного практикума, а также времени для самостоятельной работы студентов. Наиболее важные темы сопровождаются подробными комментариями и компьютерным моделированием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.В. Сивухин. Общий курс физики, т. 1. Механика. М., «Наука», 1989.
2. Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман. БКФ, т. 1. Механика. М., «Наука», 1971.
3. С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. Курс общей физики, т. 1. М., «Физматлит», 1962.
4. С.П. Стрелков. Механика. М., «Наука», 1975.
5. А.Н. Матвеев. Механика и теория относительности. М., «Высшая школа», 1986.
6. Е.И. Бутиков. Релятивистские представления в курсе общей физики. СПбГУ, 2006.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике, вып. 1 – 4. М., «Мир», 1966.
2. Л.И. Мандельштам. Лекции по теории колебаний. М., «Наука», 1972.
3. С.Э. Хайкин. Физические основы механики. М., «Наука», 1971.
4. В.А. Угаров. Специальная теория относительности. М., «Наука», 1977.
5. Э.Ф. Тэйлор, Дж.А. Уилер. Физика пространства-времени. М., «Мир», 1969.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ

- [Вопросы для подготовки к коллоквиуму по физике \(формат html\)](#) либо [формат pdf](#)
- [Вопросы для подготовки к экзамену по физике \(формат html\)](#) либо [формат pdf](#)
- [Задачи для семинаров по физике \(1 семестр, 80 задач\)](#) (формат pdf)

- [Задачи-минимум для семинаров по физике \(1 семестр, 50 задач\)](#) (формат pdf)
-

УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ

Следующие учебные пособия доступны в формате pdf для чтения с экрана и распечатки твердой копии с помощью свободно распространяемой программы Adobe Acrobat Reader.

- [Релятивистские представления в курсе общей физики](#) (95 стр.)
 - [Закономерности кеплеровых движений](#) (61 стр.)
 - [Движения космических тел в компьютерных моделях](#) (43 стр.)
 - [Динамика вращения твердого тела](#) (22 стр.)
 - [Физика океанских приливов](#) (16 стр.)
-

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Следующие циклы моделирующих программ (Java-апплеты) выполняются непосредственно в web-браузере.

[Законы движения классической механики](#)

[Коллекция замечательных движений в системе многих тел](#)

[Океанские приливы](#)

[Свободное вращение симметричного волчка](#)

[Вынужденная прецессия гироскопа](#)
