

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени М. В. Ломоносова**  
**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

---

**ПЛАН**  
**ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА**  
**«МЕХАНИКА»**  
**КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

**Москва – 2024**

## ПЛАН ЛЕКЦИЙ

Лекторы: доц. А. А. Якута (1-й поток), проф. О. Г. Косарева (2-й поток), проф. А. Л. Клавсюк (3-й поток).

### Лекция 1

Предмет механики. Пространство и время в механике Ньютона. Тело отсчета и система координат. Часы. Синхронизация часов. Система отсчета. Кинематика точки. Способы описания движения. Закон движения.

### Лекция 2

Прямолинейное и криволинейное движение точки. Движение точки по окружности. Скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение. Уравнение кинематической связи. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея.

### Лекция 3

Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона. Законы Ньютона. Уравнение движения. Начальные условия. Законы, описывающие индивидуальные свойства сил. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Законы для сил сухого и вязкого трения. Явление застоя. Явление заноса.

### Лекция 4

Тело как система материальных точек. Число степеней свободы системы. Изолированная и замкнутая системы тел. Законы изменения и сохранения импульса. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

### Лекция 5

Работа силы. Консервативные силы. Кинетическая и потенциальная энергия системы материальных точек. Связь консервативных сил с потенциальной энергией.

### Лекция 6

Законы изменения и сохранения механической энергии. Соударения тел. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары. Законы сохранения при соударениях тел.

### Лекция 7

Неинерциальные системы отсчета. Движение материальной точки относительно неинерциальных систем отсчета. Абсолютное, относительное, переносное и кориолисово ускорение.

### Лекция 8

Силы инерции. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции. Примеры проявления сил инерции на Земле. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Принцип эквивалентности Эйнштейна.

**Лекция 9**

Пространство и время в релятивистской механике. Два постулата Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Скорость света как максимальная скорость распространения сигналов.

**Лекция 10**

Следствия преобразований Лоренца. Относительность одновременности. Замедление темпа хода движущихся часов. Сокращение длины движущихся отрезков. Инварианты преобразований Лоренца. Некоторые «парадоксы» теории относительности. Событие. Интервал между событиями. Инвариантность интервала. Светоподобные, времениподобные и пространственноподобные интервалы. Причинно-следственная связь между событиями.

**Лекция 11**

Релятивистское правило сложения скоростей. Релятивистская динамика. Импульс, энергия, масса и сила в релятивистской механике. Уравнение движения в релятивистской динамике. Понятие о сопутствующей системе отсчета.

**Лекция 12**

Кинематика твердого тела. Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей. Движение твердого тела с одной закрепленной точкой. Теорема Эйлера. Свободное движение твердого тела.

**Лекция 13**

Динамика твердого тела. Момент силы. Момент импульса материальной точки и системы материальных точек. Осевой момент инерции. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса для материальной точки и системы материальных точек.

**Лекция 14**

Тензор инерции. Главные и центральные оси вращения. Осевые и центробежные моменты инерции. Силы, действующие на вращающееся твердое тело. Свободные оси вращения.

**Лекция 15**

Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Свойства осевого момента инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Динамика плоского движения. Уравнение движения и уравнение моментов при плоском движении. Кинетическая энергия твердого тела. Теорема Кёнига.

**Лекция 16**

Движение твердого тела с закрепленной точкой. Гироскопы. Свободная и вынужденная прецессия гироскопа. Угловая скорость вынужденной прецессии. Уравнение гироскопа.

**Лекция 17**

Гироскопические силы. Волчки. Качественное объяснение движения волчков. Свободное движение твердого тела.

**Лекция 18**

Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Гармонические колебания. Амплитуда, частота и период колебаний. Фаза и начальная фаза. Сложение гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу. Биения.

**Лекция 19**

Затухающие колебания. Аперидический (закритический), критический и периодический режимы колебаний. Коэффициент затухания и логарифмический декремент затухания. Время релаксации. Добротность колебательной системы.

**Лекция 20**

Вынужденные колебания. Процесс установления колебаний. Резонанс смещений, скоростей, ускорений. Амплитудно-частотная резонансная характеристика (АЧХ).

**Лекция 21**

Фазово-частотная резонансная характеристика (ФЧХ). Соотношение между силами при резонансе (на примере пружинного маятника). Добротность и ее определение по АЧХ и ФЧХ. Параметрическое возбуждение колебаний (на примере математического маятника). Автоколебания. Основные элементы автоколебательной системы. Релаксационные колебания. Понятие о нелинейных колебаниях.

**Лекция 22**

Свободные колебания систем с двумя степенями свободы. Парциальные колебания и парциальные частоты. Нормальные колебания (моды) и нормальные частоты. Синхронная и асинхронная моды колебаний и их частоты на примере двух математических маятников, соединенных упругой пружиной. Произвольное колебание системы как суперпозиция мод.

**Лекция 23.**

Основы механики деформируемых сред. Упругая и остаточная деформация. Типы деформаций. Деформации растяжения, сжатия, сдвига, кручения, изгиба. Количественные характеристики деформаций. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига. Связь между модулем Юнга и модулем сдвига. Энергия упругих деформаций.

**Лекция 24**

Распространение импульса в среде. Волна. Бегущие волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Скорость волны и скорости «частиц». Плоская гармоническая бегущая волна. Волны смещений, скоростей, деформаций, напряжений.

**Лекция 25**

Волновое уравнение. Решение волнового уравнения. Волны на струне, в стержне, газе и жидкости. Связь скорости волны со свойствами среды. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

**Лекция 26**

Отражение и прохождение волны на границе раздела двух сред. Основные случаи граничных условий. «Потеря» половины длины волны. Стоячие волны. Распределение амплитуд смещений, скоростей и ускорений «частиц» в стоячей волне. Узлы и пучности. Энергия стоячей волны.

**Лекция 27**

Нормальные колебания стержня, струны, столба газа. Нормальные частоты для различных случаев граничных условий. Акустические резонаторы.

**Лекция 28**

Элементы акустики. Звук и его характеристики. Громкость звука. Тембр звука. Эффект Доплера. Бинауральный эффект. Ударные волны. Движение со сверхзвуковой скоростью. Конус Маха. Число Маха.

**Лекция 29**

Основы гидро- и аэростатики. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики. Сжимаемость жидкостей и газов. Коэффициент всестороннего сжатия. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести. Барометрическая формула. Закон Архимеда. Условия устойчивого плавания тел.

**Лекция 30**

Стационарное течение жидкости (газа). Линии тока. Трубки тока. Идеальная жидкость. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Условие применимости уравнения Бернулли. Вязкость. Сила вязкого трения. Течение вязкой жидкости по трубе. Формула Пуазейля.

**Лекция 31**

Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Лобовое сопротивление при обтекании тел. Тело в потоке идеальной жидкости. Парадокс Даламбера. Тело в потоке вязкой жидкости. Пограничный слой. Циркуляция. Подъемная сила. Формула Жуковского. Эффект Магнуса.

**Лекция 32**

Резервная.

## ПЛАН СЕМИНАРОВ

### **Семинар 1-3.**

Кинематика материальной точки и простейших систем.

### **Семинар 4-6.**

Динамика материальной точки и простейших систем.

### **Семинар 7-8.**

Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс.

### **Семинар 9.**

Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

### **Семинар 10-11.**

Работа силы. Кинетическая и потенциальная энергия точки. Теорема о кинетической энергии. Законы изменения и сохранения механической энергии.

### **Семинар 12.**

Упругие и неупругие столкновения тел.

### **Семинар 13.**

Контрольная работа № 1 на темы семинаров 1-12.

### **Семинар 14-16.**

Движение материальной точки относительно неинерциальных систем отсчета. Силы инерции.

### **Семинар 17-19.**

Кинематика материальной точки в релятивистской механике. Преобразования Лоренца и их следствия. Сложение скоростей. Релятивистский эффект Доплера.

### **Семинар 20-21.**

Релятивистские интервалы. Инвариантность интервалов. Динамика материальной точки в релятивистской механике. Движение с постоянным ускорением в сопутствующей системе отсчета. Импульс, полная энергия, кинетическая энергия, энергия покоя системы материальных точек.

### **Семинар 22.**

Контрольная работа № 2 на темы семинаров 14-21.

### **Семинар 23.**

Кинематика твердого тела.

**Семинар 24-26.**

Динамика поступательного и вращательного движения твердого тела. Компоненты тензора инерции. Момент инерции твердого тела относительно оси. Динамика плоского движения твердого тела.

**Семинар 27-28.**

Закон сохранения момента импульса. Гироскопы. Прецессия гироскопов. Гироскопические силы.

**Семинар 29.**

Контрольная работа №3 на темы семинаров 23-28.

**Семинар 30-32.**

Свободные и затухающие колебания систем с одной степенью свободы.

**Семинар 33-34.**

Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Резонанс.

**Семинар 35.**

Колебания систем с несколькими степенями свободы. Моды колебаний.

**Семинар 36.**

Бегущие волны смещений, скоростей, ускорений, деформаций и напряжений. Поток энергии в бегущей волне. Вектор Умова.

**Семинар 37.**

Граничные условия. Отражение и прохождение волн. Стоячие волны. Моды и нормальные частоты.

**Семинар 38.**

Элементы акустики. Интенсивность звуковых волн. Смещение, скорость и ускорение частиц среды и давление в звуковых волнах. Эффект Доплера.

**Семинар 39-40.**

Механика сплошных сред. Деформации. Энергия упругих деформаций.

**Семинар 41-43.**

Статика и динамика жидкостей и газов.

**Семинар 44.**

Контрольная работа №4 на темы семинаров 30-43.

**Семинар 45.**

Резервный.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алешкевич В. А., Деденко Л. Г., Караваев В. А. Механика (Университетский курс общей физики). – М.: АCADEMIA, 2004. – 480 с. (М.: Физматлит, 2011. – 480 с.)
2. Матвеев А. Н. Механика и теория относительности. – М.: Изд. дом «ОНИКС 21 век», 2003. – 432 с.
3. Хайкин С. Э. Физические основы механики. – С.-Пб.: Лань, 2008.
4. Стрелков С. П. Механика. – С.-Пб.: Лань, 2005. – 560 с.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т.1. Механика. – С.-Пб.: Лань, 2006. – 560 с.
6. Бушина Т.А., Никанорова Е. А., Русаков В. С., Слепков А. И., Чистякова Н. И. Механика. Механика. Сборник задач. / Учебное пособие – М.: Физический факультет МГУ, 2019. – 372 с.
7. Бушина Т.А., Никанорова Е. А., Русаков В. С., Слепков А. И., Чистякова Н. И. Механика. Методика решения задач – М.: Физический факультет МГУ, 2017. – 720 с.
8. Сборник задач по общему курсу физики. Механика. Под. ред. И. А. Яковлева. – С.-Пб.: Лань, 2006. – 240 с.
9. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. – С.-Пб.: Лань, 2006. – 416 с.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Фейнман и др. Фейнмановские лекции по физике. Т. 1, 2. – М.: Либроком, 2009. – 440 с.
2. Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман. Механика. – С.-Пб.: Лань, 2005. – 480 с.