

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

**Механика**

по направлению подготовки

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная и прикладная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
С.Н. Филимонов

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – Способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
- ПК-1 – Способность проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-1.1. – Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений;
- ИПК-1.1. Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить понятийный аппарат и определения, изложенные в курсе Механика.
- Владеть основными методами изучения механического движения.
- Уметь применять полученные знания для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 1, экзамен.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для изучения и понимания материала данной дисциплины обучающийся должен владеть основными понятиями и методами курса физики общеобразовательной школы.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 часов, из которых:

- лекции: 64 ч.;
- практические занятия: 80 ч.;
- в том числе практическая подготовка: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Введение. Предмет физики.

Введение. Предмет физики. Задачи и методы. Гипотезы и теории. Абстракции и модели. Физические величины и их измерение. Связь физики с другими науками.

Тема 2. Кинематика точки. Пространство, время, масса, геометрия

Кинематика точки. Пространство, время, масса, геометрия. Механическое движение. Системы единиц. СИ: основные единицы системы. Система отсчета. Ортогональная система координат, орты. Преобразование координат. Операции над векторами. Скалярное, векторное, двойное векторное произведение, смешанное произведение векторов. Дифференцирование векторов. Приращение модуля и модуль приращения вектора.

Способы описания движения материальной точки: векторный, координатный, естественный. Траектория. Радиус-вектор. Путь. Перемещение. Скорость. Ускорение. Касательный вектор. Движение по плоской кривой. Нормальный вектор. Соприкасающаяся окружность, радиус кривизны. Угол, угловая скорость, угловое ускорение. Векторный характер угловых величин. Связь между угловыми и линейными величинами. Нормальное и тангенциальное ускорение. Путь и перемещение как интеграл. Основная задача кинематики. Роль начальных условий. Степени свободы, число степеней свободы.

Тема 3. Динамика материальной точки. Законы Ньютона.

Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Силы в природе. Фундаментальные законы. Представления Ньютона о пространстве и времени. Масса. Импульс. Инерциальные системы отсчета. Два типа задач в классической механике.

Тема 4. Принцип относительности и преобразования Галилея.

Принцип относительности и преобразования Галилея. Инварианты. Центр масс системы материальных точек.

Тема 5. Система материальных точек. Закон сохранения импульса.

Теорема о движении центра масс. Система центра масс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Формула Мещерского.

Тема 6. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия.

Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Поле сил. Работа в однородном поле, в поле центральных сил. Консервативные силы, потенциальные поля. Работа консервативных сил по замкнутому контуру. Градиент. Связь между силой и потенциальной энергией.

Тема 7. Закон сохранения энергии.

Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии. Диссипативные силы. Примеры: 2-я космическая скорость; баллистический маятник.

Тема 8. Теорема Кёнига для системы мат. точек.

Кинетическая энергия системы материальных точек при произвольном движении. Теорема Кёнига для системы мат. точек

Тема 9. Условие равновесия механической системы.

Условие равновесия механической системы. Потенциальная яма, потенциальный барьер. Фinitное и инфинитное движение.

Основы специальной теории относительности.

Тема 10. Постулаты СТО. Кинематика СТО. Релятивистская механика. Предпосылки появления специальной теории относительности (СТО). Основы специальной теории относительности. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца координат и времени.

Тема 11. Преобразования Лоренца в векторной форме.

Связь преобразований Лоренца и преобразований Галилея. Следствия из преобразований Лоренца: одновременность событий; длина тела; замедление времени. Собственное время. Поведение  $\mu$ -мезонов. Интервал. Координата  $ct$  4-х мерного вектора. Преобразования Лоренца как поворот в 4-х мерном пространстве  $(ct, x, y, z)$ . Преобразование и сложение скоростей в СТО.

Тема 12. Динамика СТО.

Релятивистский импульс. Релятивистская энергия. Энергия покоя. Кинетическая энергия в СТО. Инварианты. Преобразования импульса и энергии. Взаимосвязь массы и энергии. Второй закон Ньютона и преобразование силы в СТО.

13

Тема 13. Энергия взаимодействия. Полная энергия и энергия покоя.

Энергия взаимодействия. Полная энергия и энергия покоя. Фотон, его энергия и масса. Законы сохранения в СТО. Дефект массы, примеры.

Тема 14. Процессы столкновения.

Процессы столкновения. Абсолютно упругие, упругие и неупругие столкновения. Коэффициент передачи энергии при упругих столкновениях. Нецентральный удар шаров,

угол разлета шаров. Столкновения в лабораторной системе и СЦМ. Замедление нейтронов. Потеря энергии при абсолютно неупругом ударе. Релятивистские столкновения.

Тема 15. Неинерциальные системы отсчета. Гравитационная и инертная массы. Принцип эквивалентности.

Неинерциальные системы отсчета. Преобразования координат, скорости и ускорения в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции: переносная, центробежная, кориолисова.

Тема 16. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Особенности сил инерции.

Закон Бэра, маятник Фуко. Влияние вращения Земли на вес тела. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Особенности сил инерции. Гравитационная и инертная массы. Принцип эквивалентности.

Тема 17. Момент импульса частицы. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Момент импульса частицы. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Момент импульса системы материальных точек.

Тема 18. Уравнение моментов.

Уравнение моментов. Моменты сил и импульса относительно оси. Уравнение моментов относительно оси.

Тема 19. Законы сохранения и симметрии пространства и времени.

Законы сохранения и симметрии пространства и времени.

Тема 20. Абсолютно твердое тело. Момент инерции. Теорема Штейнера.

Абсолютно твердое тело. Плотность вещества, физически бесконечно малый объем. Виды движения твердого тела. Степени свободы. Разложение движения твердого тела на составляющие. Вращательное движение. Вектор угловой скорости. Мгновенная ось вращения. Момент инерции. Его вычисление. Моменты инерции диска, стержня. Теорема Штейнера

Тема 21. Движение твердого тела под действием сил.

Пара сил. Движение твердого тела под действием сил. Свойства системы центра масс.

Тема 22. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

Тема 23. Работа момента сил при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси

Работа момента сил при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.

Тема 24. Тензор инерции. Свободные оси. Гироскоп

Тензор инерции. Главные оси. Эллипсоид инерции. Кинетическая энергия при произвольном вращении твердого тела. Свободные оси, условия их существования. Кинетическая энергия тела при плоском движении. Аналогия между поступательным и вращательным движением. Приведенная Радиус инерции. Гироскоп. Прецессия. Гироскопические силы. Применение гироскопов.

Тема 25. Закон тяготения Ньютона. Законы Кеплера.

Закон тяготения Ньютона. Опыты Кавендиша по определению гравитационной постоянной, крутильные весы. Притяжение тел неправильной формы. Напряженность гравитационного поля и потенциал. Поле шарового слоя. Поле однородного шара. Гравитационный радиус. “Черные дыры”. Сфера Шварцшильда. Движение планет и комет. Задача двух тел. Законы Кеплера, их связь с законами сохранения в механике.

Тема 26. Механика сплошных сред. Деформации и напряжения в твердых телах. Закон Гука Механика сплошных сред. Деформации и напряжения в твердых телах. Закон Гука, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Модуль всестороннего сжатия. Связь между модулями Юнга, всестороннего сжатия и коэффициентом Пуассона. Деформация и модуль сдвига, его связь с другими модулями. Диаграмма растяжения. Пределы пропорциональности, упругости, текучести, разрыва. Энергия упругих деформаций.

Тема 27. Механика жидкостей и газов. Закон Архимеда. Уравнение Бернулли.

Механика жидкостей и газов. Коэффициент сжимаемости и модуль всестороннего сжатия. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Линии и трубки тока. Стационарное течение жидкости. Теорема о неразрывности струи. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли.

Тема 28. Течение вязкой жидкости.

Течение вязкой жидкости. Коэффициент вязкости. Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел жидкостью и газом. Парадокс д'Аламбера. Эффект Магнуса. Турбулентное и ламинарное течения. Число Рейнольдса. Течение жидкости в круглой трубе, формула Пуазейля.

Тема 29. Свободные колебания. Гармонический осциллятор.

Колебания. Периодическая функция. Свободный гармонический осциллятор: масса на пружине, математический маятник, физический маятник. Роль начальных условий. Амплитуда, частота, фаза. Графики смещения, скорости, ускорения гармонического осциллятора. Энергия гармонического осциллятора.

Тема 30. Затухающий гармонический осциллятор

Затухающий гармонический осциллятор (масса на пружине с мокрым трением). Метод комплексных чисел. Решение уравнения затухающего гармонического осциллятора. Подкритическое, критическое, надкритическое затухание. Коэффициент затухания, период, частота, амплитуда затухания. Время затухания. Логарифмический декремент затухания. Добротность осциллятора. Энергия затухающих колебаний.

Тема 31. Гармонический осциллятор под действием внешней гармонической силы.

Сложение колебаний. Колебания одного направления и одной частоты. Метод векторных диаграмм. Биения. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу. Гармонический осциллятор под действием внешней гармонической силы. Решение уравнения методом комплексных чисел. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Добротность. Графики амплитуд смещения, скорости и ускорения в зависимости от частоты вынуждающей силы. Ширина резонансной кривой. Воздействие произвольной силы на гармонический осциллятор. Фурье – разложение силы.

Тема 32. Нелинейные колебания.

Нелинейные колебания. Разложение потенциальной энергии в ряд вблизи положения равновесия. Метод теории возмущений. Вторая и высшие гармоники. Параметрический резонанс. Автоколебания. Релаксационные колебания.

Тема 33. Волны в различных средах

Волны в различных средах. Продольные и поперечные волны. Фронт волны. Волновая поверхность. Период, длина волны, волновое число, волновой вектор, частота. Уравнение плоской волны (тригонометрическое и экспоненциальное представления). Волновое уравнение. Принцип суперпозиции. Когерентность. Интерференция. Стоячие волны. Уравнение стоячей волны. Узлы и пучности смещения, скорости, деформации. Колебания струны. Собственные частоты. Уравнение стоячей волны для струны, закрепленной с обоих концов.

Тема 34. Упругие волны в твердой среде.

Упругие волны в твердой среде. Фазовая скорость продольных и поперечных волн. Энергия упругой волны. Объемная плотность энергии. Телесный угол. Понятие потока вектора. Поток энергии, плотность потока энергии. Вектор Умова. Интенсивность волны. Звук. Высота, тембр, громкость. Акустический спектр. Порог слышимости. Порог болевого ощущения. Уровень громкости. Скорость звука в газах. Связь между интенсивностью звуковой волны и амплитудой колебания давления. Эффект Доплера в акустике.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, контроля выполнения практических занятий, контрольных заданий и тестов, коллоквиумов по материалам дисциплины, выполняемых самостоятельно.

Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен в первом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два вопроса. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

К экзамену допускаются только те студенты, кто удовлетворительно выполнил все практические задания.

Первые вопросы билетов проверяют формирование ОПК-1 в соответствии с индикатором ИОПК-1.1. Ответы даются в развернутой форме.

Вторые вопросы билетов проверяют формирование ПК-1 в соответствии с индикатором ИПК-1.1. Ответы даются в развернутой форме.

Примерный перечень теоретических вопросов.

1. Кинематика. Пространство, время, масса. Механическое движение. Системы единиц. Система отсчета. Траектория. Радиус-вектор. Путь. Перемещение. Скорость. Средняя и мгновенная скорость.
2. Движение по плоской кривой. Касательный вектор. Нормальный вектор. Соприкасающаяся окружность, радиус кривизны, Нормальное и тангенциальное ускорение.
3. Путь и перемещение как интеграл. Основная задача кинематики. Роль начальных условий.
4. Кинетическая энергия при произвольном вращении твердого тела. Свободные оси. Кинетическая энергия тела при плоском движении.
5. Инерциальные системы отсчета. Два типа задач в классической механике. Принцип относительности и преобразования Галилея.
6. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Работа момента сил при вращении твердого тела.
7. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса.
8. Реактивное движение. Формула Мещерского.
9. Работа. Мощность. Кинетическая энергия.
10. Поле сил. Работа в однородном поле, в поле центральных сил.
11. Консервативные силы, потенциальные поля. Работа консервативных сил по замкнутому контуру. Потенциальная энергия.
12. Потенциальная энергия. Градиент. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии.
13. Абсолютно упругие, упругие и неупругие столкновения. Коэффициент передачи энергии при упругих столкновениях.
14. Нецентральный удар шаров, угол разлета шаров. Столкновения в лабораторной системе и СЦМ. Замедление нейтронов. Потеря энергии при абсолютно неупругом ударе.
15. Релятивистские столкновения.
16. Условие равновесия механической системы.
17. Релятивистская механика. Предпосылки появления специальной теории относительности (СТО). Основы специальной теории относительности. Постулаты СТО.
18. Преобразования Лоренца координат и времени. Связь преобразований Лоренца и преобразований Галилея.

19. Преобразования Лоренца в векторной форме. Следствия из преобразований Лоренца: одновременность событий; длина тела; замедление времени. Собственное время. Поведение  $\mu$ -мезонов.
20. Интервал. Преобразования Лоренца как поворот в 4-х мерном пространстве  $(ct, x, y, z)$ . Преобразование и сложение скоростей в СТО.
21. Релятивистский импульс. Релятивистская энергия. Энергия покоя. Кинетическая энергия в СТО.
22. Инварианты. Преобразования импульса и энергии. Взаимосвязь массы и энергии.
23. Второй закон Ньютона и преобразование силы в СТО.
24. Энергия взаимодействия. Полная энергия и энергия покоя. Фотон, его энергия и масса. Законы сохранения в СТО. Дефект массы, примеры.
25. Неинерциальные системы отсчета. Преобразования координат, скорости и ускорения в неинерциальных системах отсчета.
26. Силы инерции: переносная, центробежная, кориолисова, маятник Фуко.
27. Влияние вращения Земли на вес тела.
28. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Особенности сил инерции. Гравитационная и инертная массы. Принцип эквивалентности.
29. Момент импульса частицы. Момент силы. Закон сохранения момента импульса.
30. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов.
31. Абсолютно твердое тело. Степени свободы. Движение твердого тела под действием сил. Пара сил. Свойства системы центра масс.
32. Моменты сил и импульса относительно оси. Уравнение моментов относительно оси.
33. Момент инерции. Его вычисление.
34. Теорема Штейнера.
35. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Работа момента сил при вращении твердого тела.
36. Тензор инерции. Главные оси.
37. Кинетическая энергия при произвольном вращении твердого тела. Свободные оси. Кинетическая энергия тела при плоском движении.
38. Гироскоп. Прецессия.
39. Скатывание тел с наклонной плоскости. Радиус инерции.
40. Закон тяготения Ньютона. Опыты Кавендиша по определению гравитационной постоянной, крутильные весы. Притяжение тел неправильной формы. Напряженность гравитационного поля и потенциал.
41. Поле шарового слоя. Поле однородного шара. Гравитационный радиус. “Черные дыры”. Сфера Шварцшильда.
42. Движение планет и комет. Задача двух тел. Законы Кеплера, их связь с законами сохранения в механике.
43. Механика сплошных сред. Деформации и напряжения в твердых телах. Закон Гука, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Модуль всестороннего сжатия.
44. Связь между модулями Юнга, всестороннего сжатия и коэффициентом Пуассона. Деформация и модуль сдвига, его связь с другими модулями.
45. Диаграмма растяжения. Пределы пропорциональности, упругости, текучести, разрыва. Энергия упругих деформаций.
46. Механика жидкостей и газов. Коэффициент сжимаемости и модуль всестороннего сжатия. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
47. Линии и трубки тока. Стационарное течение жидкости. Теорема о неразрывности струи. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли.
48. Течение вязкой жидкости. Коэффициент вязкости. Течение жидкости в круглой трубе, формула Пуазейля.
49. Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел жидкостью и газом. Парадокс д’Аламбера. Эффект Магнуса. Турбулентное и ламинарное течения. Число Рейнольдса.

50. Незатухающий гармонический осциллятор: масса на пружине, математический маятник, физический маятник, LC - контур. Роль начальных условий. Амплитуда, частота, фаза. Графики смещения, скорости, ускорения гармонического осциллятора.
51. Энергия гармонического осциллятора.
52. Затухающий гармонический осциллятор Подкритическое затухание. Коэффициент затухания, период, частота, амплитуда затухания. Время затухания. Логарифмический декремент затухания. Добротность осциллятора.
53. Затухающий гармонический осциллятор Критическое, надкритическое затухание.
54. Амплитуда и энергия затухающих колебаний.
55. Сложение колебаний. Колебания одного направления и одной частоты. Метод векторных диаграмм. Биения.
56. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
57. Гармонический осциллятор под действием внешней гармонической силы. Решение уравнения методом комплексных чисел. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Добротность.
58. Графики амплитуд смещения, скорости и ускорения в зависимости от частоты вынуждающей силы. Ширина резонансной кривой. Воздействие произвольной силы на гармонический осциллятор. Фурье - разложение силы.
59. Нелинейные колебания. Автоколебания. Релаксационные колебания. Параметрический резонанс.
60. Волны в различных средах. Продольные и поперечные волны. Фронт волны. Волновая поверхность. Период, длина волны, волновое число, волновой вектор, частота.
61. Уравнение плоской волны (тригонометрическое и экспоненциальное представления). Волновое уравнение.
62. Принцип суперпозиции. Когерентность. Интерференция.
63. Упругие волны в твердой среде. Фазовая скорость продольных и поперечных волн.
64. Энергия упругой волны. Объемная плотность энергии. Поток энергии, плотность потока энергии. Вектор плотности потока энергии (вектор Умова). Интенсивность волны.
65. Эффект Доплера для звуковых волн.
66. Стоячие волны. Уравнение стоячей волны. Узлы и пучности смещения, скорости, деформации. Энергия стоячей волны.
67. Колебания струны. Собственные частоты. Уравнение стоячей волны для струны, закрепленной с обоих концов.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=3199>

б) **Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).**

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен.

1. Кинематика. Пространство, время, масса. Механическое движение. Системы единиц. Система отсчета. Траектория. Радиус-вектор. Путь. Перемещение. Скорость. Средняя и мгновенная скорость.
2. Движение по плоской кривой. Касательный вектор. Нормальный вектор. Соприкасающаяся окружность, радиус кривизны, Нормальное и тангенциальное ускорение.
3. Путь и перемещение как интеграл. Основная задача кинематики. Роль начальных условий.
4. Кинетическая энергия при произвольном вращении твердого тела. Свободные оси. Кинетическая энергия тела при плоском движении.



5. Инерциальные системы отсчета. Два типа задач в классической механике. Принцип относительности и преобразования Галилея.
6. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Работа момента сил при вращении твердого тела.
7. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса.
8. Реактивное движение. Формулы Мещерского и Циолковского.
9. Работа. Мощность. Кинетическая энергия.
10. Поле сил. Работа в однородном поле, в поле центральных сил.
11. Консервативные силы, потенциальные поля. Работа консервативных сил по замкнутому контуру. Потенциальная энергия.
12. Потенциальная энергия. Градиент. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии.
13. Абсолютно упругие, упругие и неупругие столкновения. Коэффициент передачи энергии при упругих столкновениях.
14. Нецентральный удар шаров, угол разлета шаров. Столкновения в лабораторной системе и СЦМ. Замедление нейтронов. Потеря энергии при абсолютно неупругом ударе.
15. Релятивистские столкновения.
16. Условие равновесия механической системы.
17. Релятивистская механика. Предпосылки появления специальной теории относительности (СТО). Основы специальной теории относительности. Постулаты СТО.
18. Преобразования Лоренца координат и времени. Связь преобразований Лоренца и преобразований Галилея.
19. Следствия из преобразований Лоренца: одновременность событий; длина тела; замедление времени. Собственное время. Поведение  $\mu$ -мезонов.
20. Интервал. Координата  $k \equiv ct$ . 4-х мерного вектора. Преобразования Лоренца как поворот в 4-х мерном пространстве  $(ct, x, y, z)$ . Преобразование и сложение скоростей в СТО.
21. Релятивистский импульс. Релятивистская энергия. Энергия покоя. Кинетическая энергия в СТО.
22. Инварианты. Преобразования импульса и энергии. Взаимосвязь массы и энергии.
23. Второй закон Ньютона и преобразование силы в СТО.
24. Энергия взаимодействия. Полная энергия и энергия покоя. Фотон, его энергия и масса. Законы сохранения в СТО. Дефект массы, примеры.
25. Неинерциальные системы отсчета. Преобразования координат, скорости и ускорения в неинерциальных системах отсчета.
26. Силы инерции: переносная, центробежная, кориолисова. Закон Бера, маятник Фуко.
27. Влияние вращения Земли на вес тела.
28. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Особенности сил инерции. Гравитационная и инертная массы. Принцип эквивалентности.
29. Момент импульса частицы. Момент силы. Закон сохранения момента импульса.
30. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов.
31. Абсолютно твердое тело. Степени свободы. Движение твердого тела под действием сил. Пара сил. Свойства системы центра масс.
32. Моменты сил и импульса относительно оси. Уравнение моментов относительно оси.
33. Момент инерции. Его вычисление.
34. Теорема Штейнера.

35. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Работа момента сил при вращении твердого тела.
36. Тензор инерции. Главные оси.
37. Кинетическая энергия при произвольном вращении твердого тела. Свободные оси. Кинетическая энергия тела при плоском движении.
38. Гироскоп. Прецессия.
39. Скатывание тел с наклонной плоскости. Радиус инерции.
40. Закон тяготения Ньютона. опыты Кавендиша по определению гравитационной постоянной, крутильные весы. Притяжение тел неправильной формы. Напряженность гравитационного поля и потенциал.
41. Поле шарового слоя. Поле однородного шара. Гравитационный радиус. "Черные дыры". Сфера Шварцшильда.
42. Движение планет и комет. Задача двух тел. Законы Кеплера, их связь с законами сохранения в механике.
43. Механика сплошных сред. Деформации и напряжения в твердых телах. Закон Гука, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Модуль всестороннего сжатия.
44. Связь между модулями Юнга, всестороннего сжатия и коэффициентом Пуассона. Деформация и модуль сдвига, его связь с другими модулями.
45. Диаграмма растяжения. Пределы пропорциональности, упругости, текучести, разрыва. Энергия упругих деформаций.
46. Механика жидкостей и газов. Коэффициент сжимаемости и модуль всестороннего сжатия. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
47. Линии и трубки тока. Стационарное течение жидкости. Теорема о неразрывности струи. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли.
48. Течение вязкой жидкости. Коэффициент вязкости. Течение жидкости в круглой трубе, формула Пуазейля.
49. Движение тел в жидкостях и газах. Обтекание тел жидкостью и газом. Парадокс д'Аламбера. Эффект Магнуса. Турбулентное и ламинарное течения. Число Рейнольдса.
50. Незатухающий гармонический осциллятор: масса на пружине, математический маятник, физический маятник, LC - контур. Роль начальных условий. Амплитуда, частота, фаза. Графики смещения, скорости, ускорения гармонического осциллятора.
51. Энергия гармонического осциллятора.
52. Затухающий гармонический осциллятор Подкритическое затухание. Коэффициент затухания, период, частота, амплитуда затухания. Время затухания. Логарифмический декремент затухания. Добротность осциллятора.
53. Затухающий гармонический осциллятор Критическое, надкритическое затухание.
54. Амплитуда и энергия затухающих колебаний.
55. Сложение колебаний. Колебания одного направления и одной частоты. Метод векторных диаграмм. Биения.
56. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
57. Гармонический осциллятор под действием внешней гармонической силы. Решение уравнения методом комплексных чисел. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Добротность.
58. Графики амплитуд смещения, скорости и ускорения в зависимости от частоты вынуждающей силы. Ширина резонансной кривой. Воздействие произвольной силы на гармонический осциллятор. Фурье - разложение силы.
59. Нелинейные колебания. Автоколебания. Релаксационные колебания. Параметрический резонанс.

60. Волны в различных средах. Продольные и поперечные волны. Фронт волны. Волновая поверхность. Период, длина волны, волновое число, волновой вектор, частота.
61. Уравнение плоской волны (тригонометрическое и экспоненциальное представления). Волновое уравнение.
62. Принцип суперпозиции. Когерентность. Интерференция.
63. Упругие волны в твердой среде. Фазовая скорость продольных и поперечных волн.
64. Энергия упругой волны. Объемная плотность энергии. Поток энергии, плотность потока энергии. Вектор плотности потока энергии (вектор Умова). Интенсивность волны.
65. Эффект Доплера для звуковых волн.
66. Стоячие волны. Уравнение стоячей волны. Узлы и пучности смещения, скорости, деформации. Энергия стоячей волны.
67. Колебания струны. Собственные частоты. Уравнение стоячей волны для струны, закрепленной с обоих концов.

в) Перечень рекомендуемых семинаров и практических занятий:

1. Скаляры и векторы. Операции с ними.
2. Кинематика нерелятивистской материальной точки
3. Законы динамики материальной точки.
4. Закон сохранения импульса.
5. Работа, мощность. Градиентная связь
6. Закон сохранения механической энергии. Столкновения.
7. Потенциальная, кинетическая энергия. Закон сохранения энергии.
8. Специальная теория относительности. Кинематика.
9. Специальная теория относительности. Релятивистская динамика
10. Момент импульса. Момент сил. Закон сохранения момента импульса.
11. Динамика абсолютно твердого тела. Момент инерции
12. Основное уравнение вращательного движения. Гироскоп.
13. Неинерциальные системы отсчета.
14. Гидродинамика. Уравнение Бернулли.
15. Гравитационное поле.
16. Кинематика колебаний. Биения, фигуры Лиссажу. Свободные колебания.
17. Затухающие колебания.
18. Вынужденные колебания.

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение.

- Реактивное движение. Формула Мещерского
- Баллистический маятник
- Скатывание тел с наклонной плоскости.
- Приведенная масса

Литература к темам для самостоятельного изучения

1. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] / И. Е. Иродов. — 12-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 309 с. : ил.

2. Сивухин Д. В., Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 1. Механика, Издательство: Физматлит, 2014 г, ISBN: 978-5-9221-1512-4, 560с
3. Матвеев А.Н., Механика и теория относительности, М., 3-е изд. — М.: ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2003, 432 с.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

Перечень основной и дополнительной учебной литературы.

а) основная литература:

1. И. В. Савельев, Курс физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика. Учебное пособие Издательство: «Лань» 2016 г. ISBN: 978-5-8114-0685-2, 978-5-8114-0648-5
2. Сивухин Д. В., Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 1. Механика, Издательство: Физматлит, 2014 г, ISBN: 978-5-9221-1512-4, 560с
3. Матвеев А.Н., Механика и теория относительности, М., 3-е изд. — М.: ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2003;
4. Иродов, И.Е., Задачи по общей физике. – СПб: Издательство:Лань, 2016. – 416 с. ISBN: 978-5-8114-0319-6

б) дополнительная литература:

1. Горелик Г. С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику– 3-е изд.: под ред. С.М. Рытова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 656 с. —ISBN 978-5-9221-0776-1.
2. Курс физики, под редакцией Лозовского В.Н., СПб.: Издательство «Лань», 2001, т.1.
3. Фейнман, Лейтон, Сэндс, Фейнмановские лекции по физике, изд.3-е, М, Мир, 1976-78
4. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Лебедев А.К., Справочник по физике, изд. 8-е, 2006,
5. Корн Г., Корн Т, Справочник по математике, 1968 и позже.

в) ресурсы сети Интернет:

1. [https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k6/lit/docs/uchebnik/Trofimova\\_Kurs\\_fiziki.pdf](https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k6/lit/docs/uchebnik/Trofimova_Kurs_fiziki.pdf)<https://ru.wikipedia.org>–портал Физика
2. <https://old.mephi.ru/students/vl/physics/index.php>

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

#### **15. Информация о разработчиках**

Демкин Владимир Петрович, профессор, доктор физико-математических наук, физический факультет Томского государственного университета, зав. кафедрой общей и экспериментальной физики