

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Рябчин Владимир Васильевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 18.06.2026 10:40:51  
Уникальный программный ключ:  
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Технологический институт –  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ТИ НИЯУ МИФИ)

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО  
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ  
Протокол № 2 от 03.07.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

(наименование дисциплины (модуля))

|                                   |                                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
| Направление                       | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника       |
| подготовки                        |                                                   |
| Профиль подготовки                | Высоковольтная электроэнергетика и электротехника |
| Квалификация (степень) выпускника | бакалавр                                          |
| Форма обучения                    | очная                                             |

|                                       |     |     |     |       |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-------|
| Семестр                               | 2   | 3   | 4   | Итого |
| Трудоемкость, кред.                   | 6   | 5   | 5   | 16    |
| Общий объем курса, час.               | 216 | 180 | 180 | 576   |
| Лекции, час.                          | 32  | 32  | 32  | 96    |
| Практич. занятия, час.                | 32  | 32  | 32  | 96    |
| Лаборат. работы, час.                 | 16  | 16  | 16  | 48    |
| В форме практической подготовки, час. | -   | -   | -   | -     |
| СРС, час.                             | 91  | 64  | 64  | 219   |
| КСР, час.                             | -   | -   | -   | -     |
| Форма контроля – экзамен              | 45  | 36  | 36  | 117   |

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Физика» формирует представления о современной картине мира и при достаточной подготовке гарантирует более глубокое усвоение любых знаний. Дисциплина направлена на развитие понимания физических процессов и явлений, а также на применение полученных знаний для решения различных задач, в том числе связанных с профессиональной деятельностью. Освоение дисциплины предполагает изучение онлайн курса «Физика в опытах», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование».

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** учебной дисциплины «Физика» является формирование у студентов опорных знаний, позволяющих выделить основополагающие опытные законы и на их основе построить метод познания природных явлений.

**Главной задачей** дисциплины является ознакомление студентов с основными фундаментальными понятиями и законами современной физики, с экспериментальными фактами, положенными в основу физики.

#### **Учебные задачи дисциплины:**

В процессе изучения дисциплины студенты должны овладеть знаниями:

- основных фундаментальных законов классической и современной физики;
  - о различных физических моделях окружающего мира и границах применимости физических теорий;
  - работы с научной и научно-методической литературой;
  - проведения физического эксперимента и обработки результатов измерений, анализа полученных результатов;
  - использования математического аппарата физики;
- решения практических задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Физика» изучается студентами первого и второго курса, входит в теоретический блок естественно-научного модуля раздела Б.1, обязательной части учебного плана по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Высоковольтная электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, сформированных у обучающихся в результате освоения школьных курсов «Физика» и «Математика».

Входной контроль знаний не предусматривается.

Данная дисциплина является фундаментальной и требует для своего изучения определенного уровня математической культуры. Преподавание физики с первого семестра предполагает проводить математические отступления по ходу изучения предмета. Вместе с тем акцент делается на понимание физических явлений, их взаимосвязи, формирование научного мировоззрения и современного физического мышления, приобретении навыков физического моделирования прикладных задач будущего направления подготовки.

Изучение дисциплины необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин, как "Общая электротехника", "Основы расчетов на прочность и жесткость" и др.

Указанные связи и содержание дисциплины «Физика» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО

НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс изучения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; ОПК-3; УКЕ-1.

| Код компетенции | Компетенция                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1            | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                               |
| ОПК-3           | Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач        |
| УКЕ-1           | Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах |

Индикаторами достижения компетенций являются:

| Код компетенции | Код индикатора | Индикатор                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1            | З-УК-1         | Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа                                                             |
|                 | У-УК-1         | Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников                                                                              |
|                 | В-УК-1         | Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач                                                                               |
| ОПК-3           | З- ОПК-3       | Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования |
|                 | У- ОПК-3       | Уметь: применять основные законы математики, физики и технических наук при моделировании технологических процессов                                                                                                                |
|                 | В- ОПК-3       | Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач                                                                                                   |
| УКЕ-1           | З- УКЕ-1       | Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                             |

| Код компетенции | Код индикатора | Индикатор                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | У- УКЕ-1       | Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи                           |
|                 | В- УКЕ-1       | Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| Код | Направление/цели                       | Создание условий, обеспечивающих:                                 | Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| В16 | Профессиональное и трудовое воспитание | формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности | Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений, культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся. |

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- выбор способов и методов решения простых задач с использованием стандартных программных средств (самостоятельная работа);
- подготовка и защита домашних заданий на темы, связанные с лекционным материалом дисциплины (домашние задания).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- формирование навыков решения различных задач с учетом погрешностей;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения профессиональных задач.

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц, 576 час.

| №<br>п/<br>п      | Наименование раздела учебной дисциплины                        | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в ак. часах |                      |                     |                        | Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя) | Аттестация раздела (форма, неделя) | Максимальный балл за раздел |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
|                   |                                                                |        | Лекции                                                                                         | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |                                                       |                                    |                             |
| 1 курс, 2 семестр |                                                                |        |                                                                                                |                      |                     |                        |                                                       |                                    |                             |
| 1                 | Раздел 1. Механика                                             | 1-10   | 20                                                                                             | 20                   | 12                  | 55                     | ЛР1-5<br>ЛР2-7<br>ЛР3-9<br>Т1, Т2-10<br>БД31-9        | КИ1-10                             | 35                          |
| 2                 | Раздел 2. Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика | 11-16  | 12                                                                                             | 12                   | 4                   | 36                     | ЛР4-12<br>БД32-16<br>Т3, Т4-16                        | КИ2-16                             | 25                          |
|                   | Итого в течение семестра                                       |        | 32                                                                                             | 32                   | 16                  | 91                     |                                                       |                                    | 60                          |
|                   | Экзамен                                                        |        |                                                                                                |                      |                     |                        |                                                       |                                    | 40                          |
|                   | ИТОГО за 2-й семестр                                           |        |                                                                                                |                      |                     |                        |                                                       |                                    | 100                         |
| 2 курс, 3 семестр |                                                                |        |                                                                                                |                      |                     |                        |                                                       |                                    |                             |
| 3                 | Раздел 3. Электричество                                        | 1-7    | 14                                                                                             | 14                   | 4                   | 28                     | ЛР1-6<br>Т1-7<br>БД31-8                               | КИ1-7                              | 25                          |
| 4                 | Раздел 4. Магнетизм                                            | 8-12   | 10                                                                                             | 10                   | 8                   | 20                     | ЛР2-10<br>ЛР3-12<br>Т2, Т3-12<br>БД32-16              | КИ2-12                             | 25                          |
| 5                 | Раздел 5. Механические и электромагнитные колебания и волны    | 13-16  | 8                                                                                              | 8                    | 4                   | 16                     | ЛР4-14<br>БД33-16                                     | КИ3-16                             | 10                          |
|                   | Итого в течение семестра                                       |        | 32                                                                                             | 32                   | 16                  | 64                     |                                                       |                                    | 60                          |
|                   | Экзамен                                                        |        |                                                                                                |                      |                     |                        |                                                       |                                    | 40                          |
|                   | ИТОГО за 3-й семестр                                           |        |                                                                                                |                      |                     |                        |                                                       |                                    | 100                         |
| 2 курс, 4 семестр |                                                                |        |                                                                                                |                      |                     |                        |                                                       |                                    |                             |
| 6                 | Раздел 6. Волновая оптика                                      | 1-6    | 12                                                                                             | 12                   | 4                   | 24                     | ЛР1-5<br>БД31-6<br>Т1, Т2-6                           | КИ1-6                              | 20                          |
| 7                 | Раздел 7. Квантовая физика                                     | 7-10   | 8                                                                                              | 8                    | 4                   | 16                     | ЛР2-9<br>БД32-10                                      | КИ2-10                             | 25                          |

|   |                                                                                |       |    |    |    |    |                             |        |     |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|-------|----|----|----|----|-----------------------------|--------|-----|
|   |                                                                                |       |    |    |    |    | ТЗ, Т4-10                   |        |     |
| 8 | Раздел 8. Элементы квантовой статистики и физики твердого тела. Ядерная физика | 11-16 | 12 | 12 | 8  | 24 | ЛР3-11<br>ЛР4-14<br>БДЗ3-16 | КИЗ-16 | 15  |
|   | Итого в течение семестра                                                       |       | 32 | 32 | 16 | 64 |                             |        | 60  |
|   | Экзамен                                                                        |       |    |    |    |    |                             |        | 40  |
|   | ИТОГО за 4-й семестр                                                           |       |    |    |    |    |                             |        | 100 |

## НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

### Раздел 1. Механика

*Предмет физики.* Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики. Связь физики с другими науками. Дифференцирование векторов.

#### Тема 1.1 Кинематика материальной точки.

Представления о свойствах пространства и времени, лежащие в основе классической (ньютоновской) механики. Элементы кинематики материальной точки. Закон движения материальной точки. Скорость и ускорение точки как производные радиуса-вектора по времени. Нормальное и тангенциальное ускорения. Радиус кривизны траектории. Поступательное движение твердого тела.

#### Тема 1.2 Динамические принципы механики.

Понятие состояния в классической механике. Закон инерции и инерциальные системы отсчета. Законы динамики материальной точки и системы материальных точек. Уравнения движения. Природа сил. Силы упругости и силы трения. Закон всемирного тяготения. Внешние и внутренние силы. Закон сохранения импульса и его связь с однородностью пространства. Центр масс (центр инерции) механической системы и закон его движения.

#### Тема 1.3 Работа и энергия.

Элементарная работа силы. Работа силы и ее выражение через криволинейный интеграл. Мощность. Кинетическая энергия системы и ее связь с работой внешних и внутренних сил, приложенных к системе.

Поле как форма материи, осуществляющая силовое взаимодействие между частицами вещества. Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле и ее связь с силой, действующей на материальную точку. Поле центральных сил. Потенциальная энергия системы. Закон сохранения механической энергии и его связь с однородностью времени. Диссипация энергии. Закон сохранения и превращения энергии. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.

#### Тема 1.4 Момент импульса.

Момент импульса материальной точки и системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса механической системы и его связь с изотропностью пространства.

#### Тема 1.5 Кинематика и динамика твердого тела.

Элементы кинематики вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростями и ускорениями точек вращающегося тела. Момент импульса тела относительно неподвижной оси вращения. Момент инерции тела относительно оси. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела

относительно неподвижной оси. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа сил, приложенных к вращающемуся телу. Плоское движение тела.

Тема 1.6 Неинерциальные системы отсчета.

Силы инерции.

Тема 1.7 Элементы механики жидкостей.

Уравнения неразрывности и Бернулли. Вязкость. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей. Движение тел в жидкостях и газах.

Тема 1.8 Релятивистская кинематика.

Принцип относительности в механике. Преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Понятие одновременности. Относительность длин и промежутков времени. Интервал между событиями и его инвариантность по отношению к выбору инерциальной системы отсчета. Релятивистский закон сложения скоростей.

Тема 1.9 Релятивистская динамика.

Релятивистский импульс. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Релятивистское выражение для кинетической энергии. Взаимосвязь массы и энергии. Энергия связи системы. Соотношение между полной энергией и импульсом частицы. Принцип эквивалентности. Понятие об общей теории относительности. Границы применимости классической (ньютоновской) механики.

## *Раздел 2. Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика*

*Введение.* Статистический и термодинамический методы исследования макроскопических тел. Термодинамические параметры. Равновесные состояния и процессы, их изображение на термодинамических диаграммах.

Тема 2.1 Кинетическая теория идеального газа.

Вывод уравнения молекулярно-кинетической теории идеальных газов для давления и его сравнение с уравнением Клапейрона-Менделеева. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.

Тема 2.2 Первое начало термодинамики.

Работа газа при изменении его объема. Количество теплоты. Теплоемкость. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам и адиабатному процессу идеального газа. Уравнение Пуассона адиабатного процесса. Зависимость теплоемкости идеального газа от вида процесса. Политропный процесс. Классическая молекулярно-кинетическая теория теплоемкостей идеальных газов и ее ограниченность. Границы применимости закона распределения энергии и понятие о квантовании энергии вращения и колебаний молекул.

Тема 2.3 Распределение молекул по скоростям и энергиям.

Закон Максвелла для распределения молекул газа по скоростям и энергиям теплового движения. Экспериментальная проверка закона распределения молекул по скоростям. Характерные скорости молекул: средняя квадратичная, наиболее вероятная и средняя арифметическая. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.

Тема 2.4 Элементы неравновесной термодинамики.

Кинетические явления. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Время релаксации. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса. Свойства разреженных газов.

Тема 2.5 Второе начало термодинамики.

Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл). Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Второе начало

термодинамики (формулировки Клаузиуса и Томсона). Независимость КПД цикла Карно от природы рабочего тела. Энтропия. Энтропия идеального газа. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Флуктуации.

Тема 2.6 Реальные газы и жидкости.

Отступления от законов идеальных газов. Силы межмолекулярного взаимодействия в газах. Эффективный диаметр молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа. Особенности жидкого состояния.

Тема 2.7 Фазовые равновесия и фазовые превращения.

Фазовые превращения первого и второго рода. Теплота фазового перехода первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Сверхтекучесть гелия.

### *Раздел 3. Электричество*

Тема 3.1 Электростатическое поле и его характеристики.

Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Закон Кулона. Основные характеристики электростатического поля - напряженность и потенциал поля. Связь напряженности и потенциала. Принцип суперпозиции. Расчет электростатических полей методом суперпозиции. Поле диполя.

Тема 3.2 Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме.

Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Остроградского-Гаусса к расчету полей.

Тема 3.3 Электростатическое поле в диэлектрической среде.

Связанные заряды в диэлектриках. Типы диэлектриков. Электронная и ориентационная поляризации. Индуцированный дипольный момент. Поляризуемость молекулы. Силы, действующие на жесткий диполь в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Диэлектрическая восприимчивость. Теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Диэлектрическая проницаемость среды. Условия на границе раздела диэлектриков. Сегнетоэлектрики.

Тема 3.4 Проводники в электростатическом поле.

Распределение зарядов в проводнике. Емкость уединенного проводника. Взаимная емкость двух проводников. Конденсаторы.

Тема 3.5 Энергия электрического поля.

Энергия заряженных уединенного проводника, конденсатора, системы проводников. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии. Применение закона сохранения энергии к расчету ponderomotorных сил.

Тема 3.6 Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования.

Обобщенный закон Ома для участка цепи. Разность потенциалов, ЭДС, напряжение. Закон Джоуля-Ленца для участка цепи. Правила Кирхгофа.

Тема 3.7 Электрический ток в газах и в вакууме.

Ток в газах. Плазма. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия.

### *Раздел 4. Магнетизм*

Тема 4.1 Магнитное поле в вакууме.

Магнитное поле. Магнитная индукция. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету полей проводников с током. Магнитное поле прямолинейного проводника с током. Магнитное поле кругового тока. Магнитный момент витка с током. Магнитное поле соленоида. Вихревой характер магнитного поля. Закон полного тока (теорема о циркуляции вектора магнитной индукции) и его применение к расчету магнитного поля тороида и длинного соленоида.

Тема 4.2 Действие магнитного поля на движущиеся заряды и проводники с током.

Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Закон Ампера. Релятивистское толкование магнитного взаимодействия проводника с током и движущегося электрического заряда. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Принцип действия циклических ускорителей заряженных частиц. Эффект Холла. МГД-генератор. Контур с током в магнитном поле. Магнитный поток. Теорема Остроградского-Гаусса. Работа перемещения проводника и контура с током в магнитном поле.

Тема 4.3 Магнитное поле в веществе.

Магнитные моменты атомов. Типы магнетиков. Намагниченность. Микро- и макротоки. Магнитная восприимчивость вещества. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость среды. Условия на границе двух сред.

Тема 4.4 Электромагнитная индукция.

Явление электромагнитной индукции. Закон Ленца. Закон электромагнитной индукции и его вывод из закона сохранения энергии. Явление самоиндукции. Индуктивность. Токи при замыкании и размыкании цепи. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность. Энергия системы проводников с током. Объемная плотность энергии магнитного поля в неферромагнитной среде.

Тема 4.5 Основы теории Максвелла.

Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной формах. Материальные уравнения. Квазистационарные токи. Принцип относительности в электродинамике.

## *Раздел 5. Механические и электромагнитные колебания и волны*

Тема 5.1 Гармонические колебания.

Характеристики гармонических колебаний. Гармонический осциллятор. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Механические гармонические колебания. Пружинный, физический и математический маятники. Электрический колебательный контур. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Ангармонический осциллятор. Физический смысл спектрального разложения.

Тема 5.2 Затухающие и вынужденные колебания.

Дифференциальное уравнение затухающих колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Аperiodический процесс. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Соотношение между фазами вынуждающей силы и скорости при механическом резонансе.

Тема 5.3 Волны в упругой среде.

Волновые процессы. Механизм образования волн в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Синусоидальные волны. Уравнение бегущей волны. Длина волны и волновое число. Волновое уравнение. Фазовая скорость и дисперсия волн. Энергия волны. Вектор плотности потока энергии. Принцип суперпозиции волн и границы его применимости. Волновой пакет. Групповая скорость. Интерференция и дифракция волн. Образование стоячих волн и их свойства. Нормальные моды.

Тема 5.4 Электромагнитные волны.

Дифференциальные уравнения электромагнитной волны. Основные свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга. Излучение диполя.

## *Раздел 6. Волновая оптика*

Тема 6.1 Интерференция света.

Монохроматичность и временная когерентность света. Время и длина когерентности. Пространственная когерентность и интерференция. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников. Оптическая длина пути. Интерференция в тонких пленках. Многоволновая интерференция. Интерферометры.

#### Тема 6.2 Дифракция света.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Дифракция Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на щели и круглом отверстии. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Понятие о голографии. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэгга. Исследование структуры кристаллов.

#### Тема 6.3 Распространение света в веществе.

Дисперсия света. Области нормальной и аномальной дисперсии. Электронная теория дисперсии. Поглощение и рассеяние света. Эффект Доплера. Излучение Вавилова-Черенкова.

#### Тема 6.4 Поляризация света.

Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации. Поляризация света при отражении. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Поляроиды и поляризационные призмы. Закон Малюса. Интерференция поляризованного света. Искусственная оптическая анизотропия. Вращение плоскости поляризации.

### *Раздел 7. Квантовая физика*

#### Тема 7.1 Тепловое излучение.

Тепловое излучение и люминесценция. Равновесное тепловое излучение. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза и формула Планка.

#### Тема 7.2 Квантовая оптика.

Внешний фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна. Фотоны. Импульс фотона. Давление света. Опыты Лебедева. Эффект Комптона и его теория. Корпускулярно-волновая двойственность свойств света.

#### Тема 7.3 Корпускулярно-волновой дуализм.

Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов в кристаллах. Прохождение микрочастиц через щель. Соотношения неопределенностей. Оценка энергии основного состояния атома водорода и энергии нулевых колебаний осциллятора. Набор одновременно измеряемых величин.

#### Тема 7.4 Уравнение Шредингера.

Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Плотность вероятности. Среднее значение физической величины. Уравнение Шредингера. Волна де Бройля как решение уравнения Шредингера для свободной частицы. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Спектр энергий. Частица в одномерной "потенциальной яме". Квантование энергии и импульса частицы. Принцип соответствия Бора. Гармонический осциллятор. Туннельный эффект.

#### Тема 7.5 Атом. Модель Бора атома водорода.

Спектр излучения атома водорода. Формула Бальмера. Спектральные серии. Ядерная модель атома. Опыты Франка и Герца. Постулаты Бора. Теория водородоподобного иона. Спектр энергий электрона. Испускание и поглощение света атомом. Атом водорода в квантовой механике. Спектр энергий электрона. Энергетические уровни. Потенциалы возбуждения и ионизации атома. Пространственное распределение плотности вероятности для электрона. Модуль и проекция на направление магнитного поля орбитального

момента импульса электрона. Пространственное квантование. Квантовые числа. Гиромагнитное отношение.

#### Тема 7.6. Спин электрона.

Многоэлектронные атомы. Состояния электрона в атоме и их характеристики. Электронные оболочки и слои. Принцип Паули. Число состояний. Электронные конфигурации. Периодическая система элементов Менделеева. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана. Рентгеновские спектры атомов. Закон Мозли.

### *Раздел 8. Элементы квантовой статистики и физики твердого тела. Ядерная физика*

#### Тема 8.1 Квантовая статистика.

Фазовое пространство. Элементарная ячейка фазового пространства. Плотность состояний. Функция распределения Ферми-Дирака. Функция распределения Бозе-Эйнштейна.

#### Тема 8.2 Кристаллическое строение твердых тел.

Кристаллическая решетка. Классификация кристаллов по типам сил связи. Колебания кристаллической решетки. Фотонный и фононный газы. Распределение фононов по энергиям. Теплоемкость кристаллической решетки.

#### Тема 8.3 Элементы квантовой теории металлов.

. Распределение электронов проводимости в металле при абсолютном нуле. Энергия Ферми. Влияние температуры на распределение электронов. Уровень Ферми. Внутренняя энергия и теплоемкость электронного газа в металле. Электропроводность металлов. Сверхпроводимость. Магнитные свойства сверхпроводников.

#### Тема 8.4 Зонная теория твердых тел.

Энергетические зоны в кристаллах. Валентная зона и зона проводимости. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственная проводимость полупроводников. Квазичастицы - электроны проводимости и дырки. Эффективная масса электрона в кристалле. Примесная проводимость полупроводников. Электронный и дырочный полупроводники. Электронно-дырочный переход в полупроводниках. Его вольт-амперная характеристика. Фотоэлектрические явления в полупроводниках.

#### Тема 8.5 Строение и свойства ядер.

Состав ядра. Заряд, размер и масса ядра. Массовое и зарядовое числа. Ядерные силы. Дефект массы и энергия связи ядра. Радиоактивность. Закономерности и происхождение альфа-, бета- и гамма- излучения. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядра. Цепная реакция. Реакция синтеза.

#### Тема 8.6 Элементарные частицы.

Общие свойства элементарных частиц. Взаимные превращения элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Классификация элементарных частиц. Лептоны, адроны, кварки. Переносчики фундаментальных взаимодействий. Понятие об основных проблемах современной физики и астрофизики.

### **Аудиторные занятия и бюджет времени на самостоятельную подготовку студента**

| Учебная<br>неделя | Наименование раздела,<br>краткое наименование темы | Аудиторные занятия (час.) |                            |                             | Практическ<br>ая<br>подготовка | Самостоятель<br>ная работа |
|-------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                   |                                                    | Лекции                    | Лаборато<br>рные<br>работы | Практиче<br>ские<br>занятия |                                |                            |
| 1 курс, 2 семестр |                                                    |                           |                            |                             |                                |                            |
| 1                 | Кинематика материальной точки                      | 2                         | -                          | 2                           | -                              | 5                          |
| 2                 | Динамические принципы механики                     | 2                         | -                          | 2                           | -                              | 5                          |
| 3                 | Работа и энергия                                   | 2                         | -                          | 2                           | -                              | 5                          |
| 4                 | Момент импульса                                    | 2                         | -                          | 2                           | -                              | 4                          |

| Учебная<br>неделя        | Наименование раздела,<br>краткое наименование темы                                                      | Аудиторные занятия (час.) |           |           | Практическ<br>ая<br>подготовка | Самостоятель<br>ная работа |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|----------------------------|
| 5                        | Кинематика и динамика твердого тела                                                                     | 2                         | 4         | 2         | -                              | 8                          |
| 6                        | Плоское движение твердого тела                                                                          | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 7                        | Неинерциальные системы отсчета                                                                          | 2                         | 4         | 2         | -                              | 8                          |
| 8                        | Элементы механики жидкостей                                                                             | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 9                        | Релятивистская кинематика                                                                               | 2                         | 4         | 2         | -                              | 8                          |
| 10                       | Релятивистская динамика                                                                                 | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 11                       | Кинетическая теория идеального газа                                                                     | 2                         | -         | 2         | -                              | 5                          |
| 12                       | Первое начало термодинамики                                                                             | 2                         | 4         | 2         | -                              | 10                         |
| 13                       | Распределение молекул по скоростям и энергиям                                                           | 2                         | -         | 2         | -                              | 5                          |
| 14                       | Элементы неравновесной термодинамики                                                                    | 2                         | -         | 2         | -                              | 5                          |
| 15                       | Второе начало термодинамики                                                                             | 2                         | -         | 2         | -                              | 6                          |
| 16                       | Реальные газы и жидкости. Фазовые равновесия и фазовые превращения                                      | 2                         | -         | 2         | -                              | 5                          |
|                          | <b>Итого семестр 2</b>                                                                                  | <b>32</b>                 | <b>16</b> | <b>32</b> |                                | <b>91</b>                  |
| <b>2 курс, 3 семестр</b> |                                                                                                         |                           |           |           |                                |                            |
| 1                        | Электростатическое поле и его характеристики                                                            | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 2                        | Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме                                    | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 3                        | Электростатическое поле в диэлектрической среде                                                         | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 4                        | Проводники в электростатическом поле                                                                    | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 5                        | Энергия электрического поля                                                                             | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 6                        | Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования                                | 2                         | 4         | 2         | -                              | 4                          |
| 7                        | Электрический ток в газах и в вакууме. Термоэлектронная эмиссия                                         | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 8                        | Магнитное поле в вакууме                                                                                | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 9                        | Действие магнитного поля на движущиеся заряды и проводники с током                                      | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 10                       | Магнитное поле в веществе                                                                               | 2                         | 4         | 2         | -                              | 4                          |
| 11                       | Магнитная проницаемость среды. Электромагнитная индукция                                                | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 12                       | Энергия системы проводников с током. Основы теории Максвелла. Принцип относительности в электродинамике | 2                         | 4         | 2         | -                              | 4                          |
| 13                       | Гармонические колебания<br>Физический смысл спектрального разложения                                    | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |

| Учебная<br>неделя        | Наименование раздела,<br>краткое наименование темы                 | Аудиторные занятия (час.) |           |           | Практическ<br>ая<br>подготовка | Самостоятель<br>ная работа |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|----------------------------|
| 14                       | Затухающие и вынужденные колебания                                 | 2                         | 4         | 2         | -                              | 4                          |
| 15                       | Волны в упругой среде                                              | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 16                       | Интерференция и дифракция волн. Электромагнитные волны.            | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
|                          | <b>Итого семестр 3</b>                                             | <b>32</b>                 | <b>16</b> | <b>32</b> |                                | <b>64</b>                  |
| <b>2 курс, 4 семестр</b> |                                                                    |                           |           |           |                                |                            |
| 1                        | Интерференция света                                                | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 2                        | Интерференция в тонких пленках                                     | 2                         | -         | 2         | -                              | 6                          |
| 3                        | Дифракция света                                                    | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 4                        | Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 5                        | Дисперсия света. Эффект Доплера                                    | 2                         | 4         | 2         | -                              | 2                          |
| 6                        | Поляризация света                                                  | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 7                        | Тепловое излучение. Квантовая оптика                               | 2                         | -         | 2         | -                              | 3                          |
| 8                        | Корпускулярно-волновой дуализм                                     | 2                         | -         | 2         | -                              | 6                          |
| 9                        | Уравнение Шредингера                                               | 2                         | 4         | 2         | -                              | 4                          |
| 10                       | Атом. Модель Бора атома водорода. Спин электрона                   | 2                         | -         | 2         | -                              | 3                          |
| 11                       | Квантовая статистика                                               | 2                         | 4         | 2         | -                              | 2                          |
| 12                       | Кристаллическое строение твердых тел                               | 2                         | -         | 2         | -                              | 3                          |
| 13                       | Элементы квантовой теории металлов                                 | 2                         | -         | 2         | -                              | 4                          |
| 14                       | Зонная теория твердых тел                                          | 2                         | 4         | 2         | -                              | 6                          |
| 15                       | Строение и свойства ядер                                           | 2                         | -         | 2         | -                              | 3                          |
| 16                       | Ядерные реакции и законы сохранения. Элементарные частицы          | 2                         | -         | 2         | -                              | 6                          |
|                          | <b>Итого семестр 4</b>                                             | <b>32</b>                 | <b>16</b> | <b>32</b> |                                | <b>64</b>                  |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: (лекция-изложение, лекция-объяснение, лабораторные работы).

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к вопросам, рассматриваемым в пределах дисциплины; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Практические занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков.

2. Интерактивные технологии обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

### **ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

| № раз-дела               | Наименование раздела дисциплины (тема)                                         | Вид занятий (лекция, семинар, практическое занятие, лабораторная работа) | Интерактивные формы обучения | Количество часов |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------|
| <b>1 курс, 2 семестр</b> |                                                                                |                                                                          |                              |                  |
| 1                        | Механика                                                                       | Лабораторная работа                                                      | ЛР1, ЛР2, ЛР3                | 12               |
| 2                        | Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика                           | Лабораторная работа                                                      | ЛР4                          | 4                |
| <b>2 курс, 3 семестр</b> |                                                                                |                                                                          |                              |                  |
| 3                        | Раздел 3. Электричество                                                        | Лабораторная работа                                                      | ЛР1                          | 4                |
| 4                        | Раздел 4. Магнетизм                                                            | Лабораторная работа                                                      | ЛР2, ЛР3                     | 8                |
| 5                        | Раздел 5. Механические и электромагнитные колебания и волны                    | Лабораторная работа                                                      | ЛР4                          | 4                |
| <b>2 курс, 4 семестр</b> |                                                                                |                                                                          |                              |                  |
| 6                        | Раздел 6. Волновая оптика                                                      | Лабораторная работа                                                      | ЛР1                          | 4                |
| 7                        | Раздел 7. Квантовая физика                                                     | Лабораторная работа                                                      | ЛР2                          | 4                |
| 8                        | Раздел 8. Элементы квантовой статистики и физики твердого тела. Ядерная физика | Лабораторная работа                                                      | ЛР3, ЛР4                     | 8                |

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

### **Организация самостоятельной работы студентов**

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний, полученных на занятиях. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы и интернет-источников для подготовки к лабораторным работам, выполнению тестовых, тематических и больших домашних заданий по дисциплине. Согласно рабочему плану, самостоятельная работа составляет 219 час.

Для углубленного изучения дисциплины студенты в рамках самостоятельной работы осваивают модули онлайн курса «Физика», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование»:

| № п/п                    | Наименование раздела учебной дисциплины | Неделя семестра | Модуль онлайн курса «Физика в опытах» |
|--------------------------|-----------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| <b>1 курс, 2 семестр</b> |                                         |                 |                                       |
| 1                        | Физика в опытах.                        | 1-10            | Модуль 1. Кинематика                  |

| №<br>п/п          | Наименование<br>раздела<br>учебной дисциплины             | Неделя<br>семестра | Модуль онлайн курса «Физика в опытах»                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | Часть 1. Механика                                         |                    | Модуль 2. Динамика: виды сил и инерция<br>Модуль 3. Динамика и закон сохранения импульса.<br>Модуль 4. Закон сохранения энергии<br>Модуль 5. Закон сохранения момента импульса.<br>Вращательное движение<br>Модуль 6. Сложное вращательное движение<br>Модуль 7. Гироскопы<br>Модуль 8. Неинерциальные системы отсчета |
| 2                 | Физика в опытах.<br>Часть 2.<br>Молекулярная физика       | 11-16              | Модуль 1. Газовые законы и тепловые машины<br>Модуль 2. Элементы статистики молекулярных систем<br>Модуль 3. Фазовые превращения<br>Модуль 4. Явления на границе раздела сред<br>Модуль 5. Явления переноса и низкие температуры                                                                                       |
| 2 курс, 3 семестр |                                                           |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3                 | Физика в опытах.<br>Часть 3.<br>Электричество и магнетизм | 1-7                | Модуль 1. Электростатика<br>Модуль 2. Проводники в электрическом поле<br>Модуль 3. Постоянный ток                                                                                                                                                                                                                      |
|                   |                                                           | 8-12               | Модуль 4. Магнитное поле<br>Модуль 5. Электромагнитная индукция<br>Модуль 6. Нестационарные токи. Газовый разряд                                                                                                                                                                                                       |
| 2 курс, 4 семестр |                                                           |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4                 | Физика в опытах.<br>Часть 4. Волны и оптика               | 1-6                | Модуль 1. Модели волн. Скорость света<br>Модуль 2. Поляризация волн<br>Модуль 3. Законы отражения и преломления<br>Модуль 4. Стоячие волны<br>Модуль 5. Интерференция волн<br>Модуль 6. Дифракция Френеля<br>Модуль 7. Дифракция Фраунгофера<br>Модуль 8. Волны в анизотропных средах                                  |
| 5                 | Физика в опытах.<br>Часть 5. Атомная физика               | 7-10               | Модуль 1. Тепловое излучение<br>Модуль 2. Опыт Резерфорда<br>Модуль 3. Опыт Франка и Герца. Рентгеновское и гамма-излучение<br>Модуль 4. Радиоактивность. Приборы и методы регистрации частиц<br>Модуль 5. Сопротивление металлов и полупроводников<br>Модуль 6. Эффект Зеемана и другие квантовые эффект              |

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Код                                                                                                             | Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций |           |             | Средства и технологии оценки |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|------------------------------|
|                                                                                                                 | Знать (З)                                                                          | Уметь (У) | Владеть (В) |                              |
| 1 курс, 2 семестр                                                                                               |                                                                                    |           |             |                              |
| УК-1                                                                                                            | З-УК-1                                                                             | У-УК-1    | В-УК-1      | ЛР1-4, Т1-4, БДЗ1-2, Э       |
| ОПК-3                                                                                                           | З-ОПК-3                                                                            | У-ОПК-3   | В-ОПК-3     | ЛР1-4, Т1-4, БДЗ1-2, Э       |
| УКЕ-1                                                                                                           | З-УКЕ-1                                                                            | У-УКЕ-1   | В-УКЕ-1     | ЛР1-4, Т1-4, БДЗ1-2, Э       |
| 2 курс, 3 семестр                                                                                               |                                                                                    |           |             |                              |
| УК-1                                                                                                            | З-УК-1                                                                             | У-УК-1    | В-УК-1      | ЛР1-4, Т1-3, БДЗ1-3, Э       |
| ОПК-3                                                                                                           | З-ОПК-3                                                                            | У-ОПК-3   | В-ОПК-3     | ЛР1-4, Т1-3, БДЗ1-3, Э       |
| УКЕ-1                                                                                                           | З-УКЕ-1                                                                            | У-УКЕ-1   | В-УКЕ-1     | ЛР1-4, Т1-3, БДЗ1-3, Э       |
| 2 курс, 4 семестр                                                                                               |                                                                                    |           |             |                              |
| УК-1                                                                                                            | З-УК-1                                                                             | У-УК-1    | В-УК-1      | ЛР1-4, Т1-4, БДЗ1-3, Э       |
| ОПК-3                                                                                                           | З-ОПК-3                                                                            | У-ОПК-3   | В-ОПК-3     | ЛР1-4, Т1-4, БДЗ1-3, Э       |
| УКЕ-1                                                                                                           | З-УКЕ-1                                                                            | У-УКЕ-1   | В-УКЕ-1     | ЛР1-4, Т1-4, БДЗ1-3, Э       |
| Примечание                                                                                                      |                                                                                    |           |             |                              |
| - ЛР – лабораторная работа.                                                                                     |                                                                                    |           |             |                              |
| - БДЗ – большое домашнее задание.                                                                               |                                                                                    |           |             |                              |
| - Э- экзамен                                                                                                    |                                                                                    |           |             |                              |
| - Т2, Т4 – тесты онлайн курса «Физика в опытах», размещенного на Национальной платформе «Открытое образование». |                                                                                    |           |             |                              |

### Шкала оценки за текущую аттестацию

| Раздел                                                                | Форма текущего контроля | Максимальный балл | Максимальный балл за раздел |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 курс, 2 семестр                                                     |                         |                   |                             |
| <b>Раздел 1. Механика</b>                                             |                         |                   | 35                          |
| Лабораторные работы                                                   | ЛР1-3                   | 5                 |                             |
| Тесты                                                                 | Т1, Т2                  | 10 (8,2)          |                             |
| Большое домашнее задание                                              | БДЗ1                    | 10                |                             |
| <b>Раздел 2. Молекулярная (статистическая) физика и термодинамика</b> |                         |                   | 25                          |
| Лабораторные работы                                                   | ЛР4                     | 5                 |                             |
| Тесты                                                                 | Т3, Т4                  | 10 (8,2)          |                             |
| Большое домашнее задание                                              | БДЗ2                    | 10                |                             |

| Раздел                                                                                | Форма текущего контроля | Максимальный балл | Максимальный балл за раздел |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Итого семестр 2                                                                       |                         |                   | 60                          |
| 2 курс, 3 семестр                                                                     |                         |                   |                             |
| <b>Раздел 3. Электричество</b>                                                        |                         |                   | 25                          |
| Тесты                                                                                 | T1                      | 10                |                             |
| Лабораторные работы                                                                   | ЛР1                     | 5                 |                             |
| Большое домашнее задание                                                              | БДЗ1                    | 10                |                             |
| <b>Раздел 4. Магнетизм</b>                                                            |                         |                   | 25                          |
| Лабораторные работы                                                                   | ЛР2-3                   | 5                 |                             |
| Тесты                                                                                 | T2, T3                  | 10 (8,2)          |                             |
| Большое домашнее задание                                                              | БДЗ2                    | 5                 |                             |
| <b>Раздел 5. Механические и электромагнитные колебания и волны</b>                    |                         |                   | 10                          |
| Лабораторные работы                                                                   | ЛР4                     | 5                 |                             |
| Большое домашнее задание                                                              | БДЗ3                    | 5                 |                             |
| Итого семестр 3                                                                       |                         |                   | 60                          |
| 2 курс, 4 семестр                                                                     |                         |                   |                             |
| <b>Раздел 6. Волновая оптика</b>                                                      |                         |                   | 20                          |
| Большое домашнее задание                                                              | БДЗ1                    | 5                 |                             |
| Тесты                                                                                 | T1, T2                  | 10 (8,2)          |                             |
| Лабораторные работы                                                                   | ЛР1                     | 5                 |                             |
| <b>Раздел 7. Квантовая физика</b>                                                     |                         |                   | 25                          |
| Лабораторные работы                                                                   | ЛР2                     | 5                 |                             |
| Тесты                                                                                 | T3, T4                  | 10 (8,2)          |                             |
| Большое домашнее задание                                                              | БДЗ2                    | 10                |                             |
| <b>Раздел 8. Элементы квантовой статистики и физики твердого тела. Ядерная физика</b> |                         |                   | 15                          |
| Лабораторные работы                                                                   | ЛР3-4                   | 5                 |                             |
| Большое домашнее задание                                                              | БДЗ3                    | 5                 |                             |
| Итого семестр 4                                                                       |                         |                   | 60                          |

#### Шкала оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

| Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                      | Балл  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их понимание, разъяснение особенностей применения теоретических знаний на практике, что может выражаться в уверенных ответах на дополнительные вопросы преподавателя | 39-40 |
| Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их неполное понимание, разъяснение особенностей применения теоретических знаний на практике                                                                          | 36-38 |

|                                                                                                                                                                                                   |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их понимание. Не разъяснил особенности применения теоретических знаний на практике            | 32-35 |
| Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их неполное понимание. Не разъяснил особенности применения теоретических знаний на практике   | 28-31 |
| Неполное знание основных понятий и определений, специфических для рассматриваемого раздела терминов и их неполное понимание. Не разъяснил особенности применения теоретических знаний на практике | 24-27 |
| ИТОГО максимум                                                                                                                                                                                    | 40    |
| ИТОГО минимум                                                                                                                                                                                     | 24    |

### Шкала итоговой оценки за семестр

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

| Оценка по 4-балльной шкале | Сумма баллов | Оценка ECTS |
|----------------------------|--------------|-------------|
| 5 – «отлично»              | 90-100       | A           |
| 4 – «хорошо»               | 85-89        | B           |
|                            | 75-84        | C           |
|                            | 70-74        | D           |
|                            | 65-69        |             |
| 3 – «удовлетворительно»    | 60-64        | E           |
| 2 – «неудовлетворительно»  | Ниже 60      | F           |

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

| Сумма баллов | Оценка ECTS | Уровень приобретенных знаний по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | A           | «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.                                                            |
| 85-89        | B           | «Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.                            |
| 75-84        | C           | «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. |
| 65-74        | D           | «Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы,                                                                                                                                                   |

| Сумма баллов | Оценка ECTS | Уровень приобретенных знаний по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |             | большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.                                                                                                                                                    |
| 60-64        | E           | «Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному. |
| Ниже 60      | F           | «Неудовлетворительно» - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.                                                                                                                                                    |

Студент считается аттестованным по разделу, экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Контрольные мероприятия, за которые студент получил 0 баллов (неявка в установленный срок), подлежат обязательной пересдаче. Сроки пересдач контрольных мероприятий в течение семестра определяет кафедра.

Студент, пропустивший контрольное мероприятие без уважительной причины или получивший за него неудовлетворительную оценку, после пересдачи контрольного мероприятия получает балл ниже установленного на 25%.

### Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика»

#### 1 курс, 2 семестр

1. Элементы кинематики материальной точки. Траектория. Путь и перемещение. Скорость и ускорение точки как производные радиуса-вектора по времени.
2. Радиус кривизны траектории. Нормальное и тангенциальное ускорения.
3. Закон инерции и инерциальные системы отсчета. Законы динамики материальной точки. Импульс материальной точки и его изменение.
4. Система материальных точек. Внешние и внутренние силы. Закон изменения импульса системы. Закон сохранения импульса.
5. Центр масс (центр инерции) механической системы и закон его движения.
6. Элементарная работа силы. Работа силы и ее выражение через криволинейный интеграл. Мощность
7. Кинетическая энергия системы и ее связь с работой внешних и внутренних сил.
8. Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле и ее связь с силой, действующей на материальную точку. Сохранение механической энергии материальной точки.
9. Потенциальная энергия системы. Полная механическая энергия механической системы и ее сохранение. Диссипация энергии.
10. Кинематика вращательного движения твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростями и ускорениями точек вращающегося тела.
11. Момент силы. Момент импульса материальной точки. Уравнение моментов.
12. Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном силовом поле.
13. Момент импульса тела относительно неподвижной оси вращения. Момент инерции тела относительно оси. Уравнение динамики вращательного движения тела.
14. Моменты инерции тонкого стержня, цилиндра, шара. Теорема Штейнера.
15. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Работа сил, приложенных к вращающемуся телу.
16. Плоское движение твердого тела. Кинетическая энергия тела при плоском движении.
17. Гироскопы. Прецессия гироскопа.

18. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.
19. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
20. Относительность длин и промежутков времени. Собственная длина и собственное время.
21. Интервал между событиями и его инвариантность.
22. Релятивистский закон сложения скоростей.
23. Релятивистский импульс. Основной закон релятивистской динамики. Релятивистское выражение для кинетической энергии. Полная энергия и энергия покоя. Соотношения между полной энергией и импульсом частицы.
24. Вывод уравнения молекулярно-кинетической теории идеальных газов для давления и его сравнение с уравнением Клапейрона - Менделеева.
25. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.
26. Работа газа при изменении его объема. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость. Первое начало термодинамики.
27. Внутренняя энергия идеального газа. Зависимость теплоемкости идеального газа от вида процесса. Связь теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме.
28. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
29. Распределение Максвелла по скоростям и энергиям теплового движения для молекул идеального газа. Экспериментальная проверка закона распределения молекул по скоростям.
30. Средняя скорость теплового движения, наиболее вероятная скорость и среднеквадратичная скорость молекулы идеального газа.
31. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле.
32. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения.
33. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.
34. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в газах.
35. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики (формулировки Клаузиуса и Томсона).
36. Статистический вес и энтропия термодинамической системы. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Энтропия идеального газа.
37. Тепловые двигатели. КПД теплового двигателя. Цикл Карно и его КПД.
38. Силы межмолекулярного взаимодействия в газах. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Критическое состояние

## **2 курс, 3 семестр**

1. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей.
2. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Потенциал поля точечного заряда. Связь напряженности и потенциала.
3. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме и её применение к расчету полей бесконечной плоскости, цилиндра и шара.
4. Поле диполя. Силы, действующие на жесткий диполь в электрическом поле. Энергия диполя в электрическом поле.
5. Поляризация диэлектриков. Связанные заряды в диэлектриках. Поляризованность. Диэлектрическая восприимчивость.
6. Условия на границе раздела диэлектриков.
7. Проводники в электростатическом поле. Распределение зарядов в проводнике. Поле внутри проводника и его поверхности.

8. Емкость уединённого проводника. Взаимная ёмкость двух проводников. Конденсаторы.
9. Энергия электростатического поля. Объёмная плотность энергии.
10. Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования. Разность потенциалов, ЭДС. Закон Ома для однородного и неоднородного участка цепи.
11. Работа электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.
12. Правила Кирхгофа.
13. Элементарная теория электропроводности металлов.
14. Ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд.
15. Магнитное поле в вакууме. Магнитная индукция. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого проводника с током. Магнитная индукция на оси кругового тока.
16. Вихревой характер магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции (закон полного тока) и её применение к расчёту магнитного поля тороида и длинного соленоида.
17. Действие магнитного поля на проводники с током. Закон Ампера. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
18. Магнитный поток. Теорема Гаусса для вектора магнитной индукции. Работа перемещения проводника с током и контура с током в магнитном поле.
19. Контур с током в магнитном поле. Силы, действующие на магнитный диполь. Энергия магнитного диполя.
20. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Связь намагниченности с молекулярными токами.
21. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряжённость магнитного поля. Магнитная восприимчивость вещества. Магнитная проницаемость среды. Диа-, пара- и ферромагнетики.
22. Условия для магнитного поля на границе раздела двух магнетиков.
23. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.
24. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность длинного соленоида.
25. Энергия магнитного поля. Объёмная плотность энергии.
26. Вихревое электрическое поле. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной форме.
27. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность.
28. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Векторная диаграмма. Биения.
29. Механические гармонические колебания. Пружинный, математический и физический маятники. Электрический колебательный контур. Энергия гармонических колебаний.
30. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Аperiodический процесс. Логарифмический декремент затухания и добротность.
31. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.
32. Переменный электрический ток. Индуктивность, ёмкость и активное сопротивление в цепи переменного тока. Мощность переменного тока. Действующее значение силы тока и напряжения.

**2 курс, 4 семестр**

1. Интерференция волн. Условия максимумов и минимумов. Оптическая длина пути и разность хода. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников.
2. Монохроматичность и временная когерентность. Время и длина когерентности.
3. Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца Ньютона.
4. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
5. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.
6. Дифракция Фраунгофера на щели.
7. Дифракционная решетка. Дисперсия и разрешающая сила.
8. Разрешающая способность оптических приборов.
9. Эффект Доплера для электромагнитных волн.
10. Поляризация света. Степень поляризации. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса.
11. Поляризация света при отражении. Угол Брюстера.
12. Естественное вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
13. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Формула де Бройля. Опытное обоснование гипотезы де Бройля.
14. Свойства волн де Бройля. Вероятностный смысл волн де Бройля. Волновая функция и ее статистический смысл.
15. Соотношения неопределенностей Гейзенберга как проявление корпускулярно-волнового дуализма.
16. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Операторы физических величин. Уравнение Шредингера для стационарных состояний
17. Применение уравнения Шредингера к описанию движения свободной частицы и частицы в прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квантование энергии и импульса.
18. Водородоподобная система в квантовой механике. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Энергетические уровни атома водорода. Спектры.
19. Туннельный эффект в квантовой механике.
20. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число.
21. Результирующий механический момент и магнитный момент многоэлектронного атома. Фактор Ланде.
22. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Понятие о парамагнитном резонансе.
23. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
24. Рентгеновские спектры. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
25. Теплоемкость кристаллов. Теория Дебая. Фононы.
26. Кристаллическая решетка. Виды кристаллических решеток. Индексы Миллера.
27. Квантовая статистика Ферми-Дирака. Функция распределения Ферми-Дирака. Энергия Ферми.
28. Квантовая теория электронов проводимости в металле. Распределение электронов проводимости при абсолютном нуле температуры. Влияние температуры на распределение электронов.
29. Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводящего состояния.
30. Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам. Металлы, диэлектрики, полупроводники.
31. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электронно-дырочный переход.
32. Состав ядра. Дефект массы. Энергия связи. Ядерные силы.
33. Закон радиоактивного распада. Активность.
34. Закономерности  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучений атомных ядер. Природа  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов.
35. Ядерные реакции. Энергия и порог реакции.
36. Элементарные частицы. Их классификация и взаимная превращаемость.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Иродов И.Е. Механика. Основные законы / И.Е. Иродов. – 3-е изд., испр. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 251 с.
2. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы / И.Е. Иродов. – 3-е изд., испр. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 208 с.
3. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы / И.Е. Иродов. – 3-е изд., испр. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 352 с.
4. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы / И.Е. Иродов. – 3-е изд., испр. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 256 с.
5. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы / И.Е. Иродов. – 3-е изд., испр. – М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 272 с.
6. Иродов И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – 11-е изд., стер. – С-Пб. : Лань, 2006. – 416 с.
7. Савельев И.В. Курс физики: учеб. пособие: в 3 т. Т.1 Механика. Молекулярная физика. 2-е изд., стер. —СПб. : Издательство "Лань", 2006. — 352 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
8. Савельев И.В. Курс физики: учеб. пособие: в 3 т. Т.2 Электричество Колебания и волны Волновая оптика. 2-е изд., стер. —СПб. : Издательство "Лань", 2006. — 480 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
9. Савельев И.В. Курс физики: учеб. пособие: в 3 т. Т 3 Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 2-е изд., стер. —СПб. : Издательство "Лань", 2006. — 320 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

### **Дополнительная литература**

1. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учеб. пособие. / И.В. Савельев - 6-е изд., стер. – С-Пб. : Лань, 2013. – 288 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Чертов А.Г. Задачник по физике : учеб. пособие. / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Интеграл-Пресс, 1997. – 544 с.

### **Программное обеспечение:**

Специальное программное обеспечение не требуется.

### **LMS и Интернет-ресурсы:**

1. Научная электронная библиотека. URL: <http://www.elibrary.ru>.
2. Национальная платформа открытого образования: <https://openedu.ru/my/courses/>.
3. Онлайн курс «Физика в опытах», размещенный на Национальной платформе «Открытое образование» : <https://openedu.ru/my/courses/>.
4. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: <https://online.mephi.ru/>.
5. Справочная система Актион URL: <https://action360.ru/>
6. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>..
7. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.

8. Электронно-библиотечная система IPRbooks URL: IPRbooks  
<https://www.iprbookshop.ru/>
9. Электронно-библиотечная система Лань URL: <https://e.lanbook.com/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный), компьютер: компьютер: процессор Intel Core i3; оперативная память 8GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5", Foxit Reader.

Для проведения онлайн - тестирования необходима компьютерная лаборатория, оснащенная рабочими местами для каждого студента, а также рабочим местом преподавателя. Рабочее место оснащено компьютером: процессор Intel Core i3; оперативная память 8GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5", клавиатура, мышь, ОС Windows, пакет MS Office, компьютер: процессор Intel Core i3; оперативная память 8GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5", Foxit Reader.

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ ( <http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks

---

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

**Автор:** Доцент кафедры общей физики С.А.Ромашина