

## Программа учебной дисциплины «Физика»

Утверждена

Академическим советом ООП  
Протокол № 4 от «28»\_\_06\_2018 г.

Автор	Исханов Р.Ш., Арутюнов К.Ю.
Число кредитов	16
Контактная работа (час.)	208
Самостоятельная работа (час.)	430
Курс	1-2
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

### I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Физика» являются

- формирование современного естественнонаучного мировоззрения;
- получение базовых знаний по подготовке к производственной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций, связанных с использованием полученных знаний в дальнейшей производственной деятельности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные законы классической и современной физики;
- методы физического исследования;
- границы применимости различных физических понятий, законов, теорий.

#### **уметь:**

- применять физические законы для решения практических задач;
- оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;
- определять возможности применения теоретических положений дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных физических задач;
- ориентироваться в потоке научной информации, что обеспечивает специалисту возможность использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых он специализируется;

#### **владеть:**

- навыками практического применения законов физики;
- стандартными методами и моделями и их применением к решению конкретных физических задач;
- начальными навыками проведения экспериментальных научных исследований;
- навыками оценки погрешности измерений.

Изучение дисциплины «Физика» базируется на следующих дисциплинах:

- математика в объеме средней школы;
- физика в объеме средней школы.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- знать основные законы классической и современной физики;
- знать простейшие методы решения физических задач;
- обладать навыками работы с измерительными приборами.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Теория электрических цепей;
- Электроника;
- Общая теория связи;
- Схемотехника телекоммуникационных устройств;
- Электромагнитные поля и волны;
- Электропитание устройств и систем телекоммуникаций;
- Оптические и микроволновые линии связи;
- Электродинамика и микроволновая техника;
- Микроволновые приборы и устройства;
- Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1: Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела.**

Содержание темы:

- Предмет физики и ее связь с другими науками. Модельный характер построения физики. Физические понятия - пространство, время, материя. Пространственно-временные масштабы и физическое моделирование. Абстракции в физике.
- Радиус-вектор, траектория, длина пути. Вектор перемещения. Средняя скорость, мгновенная скорость. Среднее ускорение, мгновенное ускорение. Соотношения между кинематическими величинами поступательного движения. Тангенциальное и нормальное ускорение. Классификация движения.
- Вектор углового перемещения, угловой скорости, ускорения. Связь между линейными и угловыми величинами.

### **Тема 2: Динамика движения материальной точки и поступательного движения твердого тела.**

Содержание темы:

- Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Сила. Масса. Импульс. Второй закон Ньютона. Принцип независимости сил. Третий закон Ньютона.
- Закон сохранения импульса. Движение центра масс.

- Закон сохранения момента импульса. Момент импульса. Момент силы. Уравнение моментов.
- Движение тела переменной массы. Формула Циолковского.
- Работа, мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Связь силы и потенциальной энергии. Закон сохранения механической энергии. Графическое представление энергии. Потенциальные кривые.

### **Тема 3: Динамика вращательного движения твердого тела**

Содержание темы:

- Момент инерции материальной точки и тела. Теорема Штейнера.
- Основное уравнение динамики вращательного движения.
- Работа при вращении. Кинетическая энергия вращения.
- Неинерциальные системы отсчета.

### **Тема 4: Механические колебания и волны**

Содержание темы:

- Гармонические колебания и их характеристики: амплитуда колебаний, фаза колебаний, начальная фаза колебаний, циклическая частота, период, частота колебаний. Комплексная форма представлений колебаний. Метод вращающегося вектора. Механические гармонические колебания. Энергия гармонических колебаний. Гармонический осциллятор. Дифференциальное уравнение свободных колебаний и его решение. Пружинный маятник. Физический маятник. Математический маятник. Приведенная длина физического маятника .
- Свободные затухающие колебания. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. Амплитуда, фаза, начальная фаза, циклическая частота, период затухающих колебаний. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания. Время релаксации
- Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Зависимость амплитуды и фазы вынужденных колебаний от частоты. Резонанс.
- Сложение двух гармонических колебаний одинаковой частоты и одного направления. Сложение колебаний одного направления с близкими частотами (биения). Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Сложение колебаний с разными, но кратными частотами.

- Волновые процессы. Упругие волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Волновой фронт. Волновая поверхность. Волновое уравнение. Интерференция волн. Стоячие волны.

#### **Лабораторные работы по темам 1 - 4.**

№ 0 Вводная работа. Введение в технику физических измерений.

№ 1.2 Изучение законов вращательного движения твердого тела на приборе Обербека.

№ 2 Изучение динамических законов на машине Атвуда

№ 5 Определение момента инерции махового колеса

№ 7 Определение момента инерции и проверка теоремы Штейнера методом крутильных колебаний

№ 8 Унифилярный подвес

№ 9 Гироскоп

№ 16 Изучение затухающих колебаний

№ 11 Маятник универсальный

№17 Установка для изучения звуковых волн

№ 18 Установка для изучения собственных колебаний струны

#### **Тема 5: Элементы специальной теории относительности**

Содержание темы:

- Преобразования Галилея. Эксперимент Майкельсона-Морли. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и их следствия: относительность длительности и размеров. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистский импульс. Интервал. Энергия в релятивистской механике.

#### **Тема 6: Физические основы молекулярно-кинетической теории**

Содержание темы:

- Молекулярная масса, молярная масса, объем, концентрация, количество вещества, плотность вещества. Состояние системы. Процесс. Равновесный, обратимый и необратимый, круговой процессы.
- Уравнение состояния идеального газа.

- Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя квадратичная скорость и средняя энергия.

### **Тема 7: Физические основы термодинамики**

Содержание темы:

- Внутренняя энергия. Температура. Степени свободы. Распределение энергии по степеням свободы. Работа газа при изменении его объема. Теплота. Первое начало термодинамики.
- Удельная теплоемкость. Молярная теплоемкость. Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Уравнение Майера. Уравнение адиабаты идеального газа.
- Тепловой двигатель. Холодильная установка. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса и Кельвина.
- Макро- и микросостояния. Статистический вес. Энтропия. Формула Больцмана. Приращение энтропии при обратимом и при необратимом процессе. Третье начало термодинамики.

### **Тема 8: Элементы статистической физики**

Содержание темы:

- Вероятность состояния. Статистическое распределение. Функция распределения. Условие нормировки для функции распределения. Свойства функции распределения. Среднее значение физической величины.
- Распределение Гиббса. Распределение Максвелла по компонентам скоростей и по абсолютным скоростям. График функции распределения по скоростям. Наиболее вероятная скорость. Средняя скорость. Средняя квадратичная скорость. Функция распределения по энергиям. Средняя энергия.
- Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

### **Тема 9: Реальный газ. Явления переноса**

Содержание темы:

- Реальный газ: учет собственного объема молекул и учет сил притяжения. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ. Внутренняя энергия идеального газа.
- Явления переноса. Эмпирические уравнения диффузии, теплопроводности и вязкости.

## **Тема 10: Фазовое равновесие и фазовые переходы.**

Содержание темы:

- Фазы и фазовые превращения. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Уравнение Клайперона-Клазиуса.
- Диаграммы состояния. Фазовые переходы первого и второго рода. Метастабильные состояния.

## **Лабораторные работы по темам 6 - 10.**

№ 60 Определение отношения теплоемкости воздуха

№ 61 Определение вязкости жидкости по методу Стокса

№ 62 Изучение статистических закономерностей на механических моделях

№ 63 Определение  $C_p/C_v$  методом Клеймана-Дезорма

## **Тема 11: Электростатика**

Содержание темы:

- Заряд, свойства заряда. Точечный заряд. Закон Кулона. Электростатическое поле. Пробный заряд. Напряженность электростатического поля. Единицы напряженности. Силовые линии напряженности. Принцип суперпозиции полей. Индукция электростатического поля.
- Поток вектора. Теорема Гаусса для электростатического поля. Дифференциальная формулировка теоремы Гаусса. Дивергенция вектора. Расчет полей с помощью теоремы Гаусса: поле бесконечной заряженной плоскости, двух плоскостей, сферической поверхности, объемно заряженного шара, объемно заряженного цилиндра, нити.
- Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Теорема о циркуляции. Потенциальность электростатического поля. Ротор вектора.
- Потенциал электростатического поля. Единицы потенциала. Потенциал системы зарядов. Связь напряженности и потенциала. Вычисление потенциала по напряженности.
- Проводники в электростатическом поле. Поле внутри проводника и вблизи поверхности проводника.
- Типы диэлектриков: полярные, неполярные, ионные. Поляризация диэлектриков. Поляризованность, напряженность поля в диэлектрике. Связанный заряд.
- Емкость уединенного проводника. Единицы емкости. Конденсаторы. Емкости плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.
- Энергия системы зарядов. Энергия уединенного заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля. Плотность энергии электростатического поля.

## **Тема 12: Постоянный электрический ток. Электрический ток в веществе.**

Содержание темы:

- Электрический ток. Сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Работа поля сторонних сил и электростатического поля. Напряжение. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Закон Ома для неоднородного участка цепи (обобщенный закон Ома) в интегральной и дифференциальной формах.
- Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
- Электрический ток в газах, электролитах и вакууме.

### **Лабораторные работы по темам 11, 12.**

№ 20. Введение в лабораторный практикум по электричеству и магнетизму.

№ 21 Измерение емкости конденсаторов с помощью баллистического гальванометр

№ 22 Определение емкости конденсатора по осциллограмме его разряда через резистор

№ 24 Исследование характеристик источника постоянного тока

№ 24.12 Измерение ЭДС и КПД источников тока

№ 31.1 Определение удельного заряда электрона

### **Тема 13: Магнитное поле и магнитные свойства вещества.**

Содержание темы:

- Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Напряженность. Магнитное поле движущегося заряда.
- Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах. Теорема о циркуляции в интегральной и дифференциальной формах.
- Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.
- Магнитное поле в веществе. Макро- и микротоки. Намагниченность. Магнитная восприимчивость. Связь вектора индукции и напряженности. Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики.



#### **Тема 14: Электромагнитная индукция. Переменный электрический ток.**

Содержание темы:

- Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Индуктивность контура. Явление самоиндукции. Ток при замыкании и размыкании цепи.
- Емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Импеданс.

#### **Тема 15: Движение заряда в электрическом и магнитных полях. Уравнения Максвелла.**

Содержание темы:

- Сила Кулона. Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла.
- Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.
- Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Свойства уравнений Максвелла.

#### **Лабораторные работы по темам 13 - 15.**

№ 33.1 Определение индукции магнитного поля на оси кругового тока

№ 33.2 Определение индукции магнитного поля на оси соленоида

№ 34 Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре

№ 35 Исследование резонанса в цепи переменного тока

#### **Тема 16: Электромагнитные колебания и волны**

Содержание темы:

- Свободные колебания в колебательном контуре. Свободные затухающие колебания в колебательном контуре. Вынужденные колебания. Резонанс напряжения и тока.
- Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойнтинга. Импульс электромагнитной волны.
- Источники и приемники электромагнитных волн.

## **Тема 17: Геометрическая оптика**

Содержание темы:

- Основные определения и законы геометрической оптики. Законы преломления и отражения. Полное внутренне отражение. Корпускулярная и волновая теории света. Принцип Ферма.
- Основные оптические элементы: линза, призма и зеркало. Построение изображений. Микроскоп и телескоп. Погрешности оптических систем.
- Элементы фотометрии. Источники света.

## **Тема 18: Волновая оптика**

Содержание темы:

- Принцип Гюйгенса. Когерентность. Интерференция света. Связь разности фаз и оптической разности хода. Расчет интерференционной картины от двух источников. Методы наблюдения интерференции: метод Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля. Интерференция в тонких пленках: полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Просветление оптики.
- Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция на круглом отверстии и диске. Зонные пластинки. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракция Фраунгофера на двух щелях. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэггов.

## **Тема 19: Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.**

Содержание темы:

- Прохождение и поглощение света.
- Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении. Угол Брюстера.
- Двойное лучепреломление. Оптическая ось кристалла. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Поляризация при двойном лучепреломлении. Прохождение плоскополяризованного света через плоскопараллельную пластинку.
- Эллиптически-поляризованный. Искусственная анизотропия.
- Дисперсия света. Элементарная теория дисперсии. Поглощение и рассеяние света.

## **Тема 20: Элементы ИК, СВЧ, УФ и рентгеновской оптики. Нелинейные оптические явления.**

Содержание темы:

- Шкала электромагнитных волн. Специфика различных диапазонов электромагнитного излучения.
- Источники и детекторы различных диапазонов электромагнитного излучения.
- Эффект Доплера. Излучение Вавилова-Черенкова.
- Нелинейные оптические явления. Лазер.

### **Лабораторные работы по темам 16-20.**

№ 41.1 Измерение длины волны лазерного излучения интерференционным методом (метод Юнга)

№ 41.2 Изучение интерференционной схемы колец Ньютона

№ 42.1 Исследование дифракции света на одной щели (дифракция Фраунгофера)

№ 42.2 Исследование дифракции Фраунгофера на дифракционной решетке

№ 43.1 Изучение закона Малюса

№ 43.2 Изучение поляризации света. Закон Малюса

## **Тема 21: Тепловое излучение. Квантово-оптические явления**

Содержание темы:

- Тепловое излучение. Характеристики теплового излучения. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
- Фотоэффект. Вольт-амперная характеристика фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна.
- Энергия и импульс фотона. Давление света.
- Эффект Комптона.

## **Тема 22: Элементы квантовой механики**

Содержание темы:

- Модели атома Томсона и Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Формула Бальмера. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Правило квантования круговых орбит. Спектр атома водорода по Бору.

- Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля: опыты Дэвиссона и Джермера. Статистический смысл волн де Бройля.
- Соотношения неопределенностей для координат и проекций импульсов, энергии и времени.
- Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.
- Волновая функция. Вероятность нахождения микрочастицы. Нормировка волновой функции. Принцип суперпозиции состояний (волновых функций).
- Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
- Движение свободной частицы. Движение частицы в одномерном потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками.
- Отражение и прохождение частицы сквозь потенциальный барьер бесконечной ширины. Коэффициенты отражения и прохождения. Анализ поведения частицы в зависимости от соотношения между энергией и высотой потенциального барьера.
- Потенциальный барьер конечной ширины. Туннельный эффект.
- Потенциальная яма со стенками конечной высоты.
- Гармонический осциллятор.
- Математический аппарат квантовой механики. Представление физических величин с помощью операторов. Собственные значения и собственные функции линейных операторов. Условия возможности одновременного измерения различных физических величин. Основные операторы квантовой механики. Уравнение Шредингера в операторной форме. Связь квантовой механики с классической. Теорема Эренфеста.

### **Лабораторные работы по темам 21-22.**

№ 45 Изучение законов теплового излучения

№ 46<sub>1</sub> Изучение законов фотоэффекта и определение постоянной Планка.

№ 46<sub>2</sub> Установка для изучения внешнего фотоэффекта и измерения постоянной Планка

### **Тема 23: Атомная физика**

Содержание темы:

- Уравнение Шредингера для атома водорода.  $1s$  – состояние электрона в атоме водорода.
- Магнитные моменты атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Спин-орбитальное взаимодействие. Эффект Зеемана.
- Распределение электронов по энергетическим уровням атома. Периодическая система элементов Менделеева.
- Рентгеновское излучение. Применение рентгеновских лучей.

### **Тема 24: Элементы физики твердого тела**

Содержание темы:

- Типы кристаллических связей и кристаллических решеток. Колебания кристаллической решетки.
- Электроны в металлах. Модель Друде. Закон Ома и Джоуля-Ленца. Закон Видемана - Франца. Эффект Холла.
- Основы квантовой теории конденсированного состояния. Распределение Ферми-Дирака. Энергия и поверхность Ферми.  $k$ -пространство. Плотность состояний.
- Теорема Блоха. Энергетические зоны в твердом теле. Модель почти свободных электронов. Металлы, диэлектрики, полупроводники в свете зонной теории.

### **Тема 25: Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц**

Содержание темы:

- Заряд, размеры и состав атомного ядра. Массовое и зарядовое число. Энергия связи и масса ядра. Спин и магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра.
- Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Правило смещения. Особенности  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -распада.
- Ядерные реакции и их основные типы. Принцип действия атомной и термоядерной бомбы. Атомный реактор. Термоядерный синтез.
- Типы взаимодействия элементарных частиц. Частицы и античастицы.
- Классификация элементарных частиц. Кварки.

## Лабораторные работы по темам 23- 25.

№ 48 Изучение спектров излучения атомарного водорода

№ 49.1 Опыт Франка-Герца

№ 49.2 Определение резонансного потенциала атома инертного газа (ртути). Опыт Франка и Герца.

№ 23 Изучение электропроводности металлов

№ 32 Изучение электрических свойств сегнетоэлектриков

№ 51 Изучения эффекта Зеемана

### III. ОЦЕНИВАНИЕ

**Текущий контроль** предусматривает работу на семинарах ( $C_n$ ), домашнее задание ( $DЗ_n$ ), контрольную работу ( $Kp_n$ ), коллоквиум ( $Kл_n$ ), выполнение и сдача лабораторных работ ( $Lp_n$ ). Здесь индекс « $n$ » обозначает номер модуля.

Такие виды контроля как работа на семинарах ( $C_n$ ), выполнение и сдача лабораторных работ ( $Lp_n$ ) в обязательном порядке учитываются при выставлении накопленной оценки каждого модуля. Остальные виды контроля могут варьироваться по модулям, согласно рабочему учебному плану.

**Итоговый контроль** – экзамен.

**Элементы текущего контроля:**

$C_n$  – оценка за работу на семинарах ( $n$ -номер модуля). Оценка выставляется как среднее арифметическое (с учетом правил округления до целого числа баллов) оценок за каждый

семинар  $C_n^i$ , проводимый согласно календарному плану в данном модуле  $C_n = \frac{\sum_{i=1}^{K_n} C_n^i}{K_n}$ , где

$K_n$  – количество семинаров в модуле с порядковым номером  $n$ . Оценка за каждый семинар  $C_n^i$  формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма (с учетом правил округления до целого числа баллов) полученных оценок за выполнение текущего домашнего задания ( $C_{д.р.})_n^i$  и за работу на семинаре ( $C_{кл.})_n^i$  (решение задач у доски, проверочные самостоятельные работы, самостоятельная работа студента в классе):

$$C_n^i = 0,3 * (C_{д.р.})_n^i + 0,7 * (C_{кл.})_n^i$$

$L_{p_n}$  - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ (n-номер модуля). Оценка выставляется как среднее арифметическое (с учетом правил округления до целого числа баллов)

оценок за каждую лабораторную работу  $L_{p_n}$ :  $L_{p_n} = \frac{\sum_{i=1}^{M_n} L_{p_n}^i}{M_n}$ , где  $M_n$  – количество лаборатор-

ных работ, предусмотренных графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом в течение текущего модуля с порядковым номером n. Если за одну из лабораторных работ получена неудовлетворительная оценка (0, 1, 2, 3), то выставляется результирующая оценка за выполнение и сдачу всех лабораторных работ этого модуля  $L_{p_n}=0$  баллов.

Лабораторные работы выполняются бригадами (по 2 человека) в соответствии с графиком выполнения лабораторных работ. Со списком и кратким описанием лабораторных работ можно ознакомиться на сайте "Учебной лаборатории волновой, квантовой оптики и ядерной физики" <http://miem.hse.ru/edu/ee/physics/>

Если не сдано две лабораторные работы на положительные оценки, то к выполнению следующей студент не допускается. Выполнение лабораторной работы состоит из 4-х этапов:

1. Конспект выполняемой лабораторной работы. Конспект должен быть подготовлен дома и предъявлен преподавателю на занятии до выполнения лабораторной работы.
2. Выполнение лабораторной работы. Работа может выполняться только в присутствии преподавателя в лаборатории. После выполнения необходимо получить подпись лаборанта о сдаче лабораторного имущества, и подпись преподавателя о выполнении работы и правильности полученных экспериментальных результатов.
3. Сдача теоретического материала по теме лабораторной работы. Происходит в устной форме, согласно графику выполнения работ, как правило, на следующем занятии после выполнения лабораторной работы. Если теоретическая часть не сдана в отведенное на занятии время, то сдача/пересдача этого этапа может происходить в присутственные часы преподавателя в свободное от учебы время.
4. Представление результатов измерений и расчетов. Расчет и обработка результатов измерений проводится дома и представляется преподавателю, как правило, на следующем занятии после выполнения работы.

Если один из этапов лабораторной работы не выполнен, то за данную лабораторную работу ставится оценка  $L_{p_n}^i = 0$  баллов. Оценка за каждую лабораторную работу  $L_{p_n}^i$  формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма (с учетом правил округления до целого числа баллов) полученных оценок каждого этапа выполнения лабораторной работы по формуле:

$$Лр_n^i = 0,1*Консп + 0,1*Вып + 0,6*Теория + 0,2*Рез,$$

где

**Консп** – оценка за конспект к выполняемой лабораторной работе. Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи этого этапа в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае. При получении неудовлетворительной оценки (0, 1, 2, 3) за этот этап к выполнению следующего этапа студент не допускается.

**Вып** – оценка за выполнение лабораторной работы. Выставляется по десятибалльной шкале. Положительная оценка может быть выставлена только в том случае, если результаты эксперимента занесены в рабочую тетрадь студента ручкой. При получении неудовлетворительной оценки (0, 1, 2, 3) за этот этап к выполнению следующего этапа студент не допускается.

**Теория** – оценка за сдачу теоретического материала по теме лабораторной работы. Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи этого этапа в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

**Рез** – оценка за представление результатов измерений и расчетов. Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи этого этапа в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае.

**ДЗ<sub>n</sub>** – оценка за домашнее задание (n-номер модуля). ДЗ<sub>n</sub> - своего рода домашняя контрольная работа, которая дается преподавателем согласно учебному плану. **Замечание:** не путать ДЗ<sub>n</sub> с регулярной домашней работой (С<sub>д.р.</sub>)<sub>n</sub><sup>i</sup>, которая дается преподавателем на предыдущем семинаре и сдается на проверку на следующем семинаре. Оценка за ДЗ<sub>n</sub> выставляется как среднее арифметическое (с учетом правил округления до целого числа баллов)

оценок за каждую задачу ДЗ<sub>i</sub>:  $Д_n = \frac{\sum_{i=1}^N ДЗ_i}{N}$ , где N – количество задач в домашнем задании. Оценка за каждую задачу ДЗ<sub>i</sub> выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи задания в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае. За несданное домашнее задание за неделю до зачетно-экзаменационной недели данного модуля выставляется оценка Д<sub>n</sub>=0 баллов.

**Кр<sub>n</sub>** – оценка за контрольную работу (n-номер модуля). Оценка выставляется как среднее арифметическое (с учетом правил округления до целого числа баллов) оценок за каждую

задачу Кр<sub>n</sub>:  $Кр_n = \frac{\sum_{i=1}^N Кр_n^i}{N}$ , где N – количество задач в контрольной работе. Оценка за каждую задачу Кр<sub>n</sub><sup>i</sup> выставляется по десятибалльной шкале. Контрольная работа, написанная



на неудовлетворительную оценку (0, 1, 2, 3 балла), может быть переписана один раз в свободное от занятий время, при согласовании времени переписывания между преподавателем и студентами группы. При переписывании оценка за каждую задачу  $Kp_n^i$  выставляется по восьмибалльной шкале.

**Кл<sub>n</sub>** - оценка за коллоквиум (n-номер модуля). Выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи коллоквиума в срок и по восьмибалльной шкале в ином случае. Допускается только одна пересдача коллоквиума.

### **Порядок формирования оценок по дисциплине.**

Оценки складываются из:

накопленной оценки (Н), которая формируется по десятибалльной шкале (с учетом правил округления до целого числа баллов) как взвешенная сумма полученных оценок всех форм текущего контроля, предусмотренных рабочим учебным планом данного модуля. В каждом модуле формулы для расчета накопленной оценки определяются формами текущего контроля данного модуля. **Если за одну из следующих форм контроля – контрольная работа, домашнее задание, коллоквиум, лабораторные работы – получена неудовлетворительная оценка (0, 1, 2 или 3), то накопленная оценка за текущий модуль выставляется 0 баллов.**

оценки за экзамен (Э), которая выставляется по десятибалльной шкале по итогам сдачи экзамена в устной форме.

Результирующая оценка (Р) является взвешенной суммой накопленной оценки (Н) и оценки за экзамен (Э):  **$P = 0,7 * H + 0,3 * Э$** .

Если рабочим учебным планом в данном модуле не предусмотрен экзамен, то результирующая оценка в этом модуле не выставляется. Результирующая оценка выставляется в следующем модуле, в котором предусмотрен экзамен, по формуле:

$$P = 0,7 * H_{cp} + 0,3 * Э, \text{ где } H_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N},$$

$H_i$  – накопленные оценки за предыдущие модули, в которых экзамен не был предусмотрен рабочим учебным планом,  $N$  - число таких модулей.

Изменить накопленную оценку (только для  $H_i = 0$ ), т.е. сдать долги, возможно в период пересдач (январь-февраль для 1-2 модулей текущего уч. года и сентябрь-октябрь за 3-4 модули предыдущего учебного года).

**Итоговая оценка за курс физики** рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{физ}} = 0,4 * P_{23} + 0,2 * P_4 + 0,4 * P_{56},$$

где  $P_{23}$ ,  $P_4$  и  $P_{56}$  - результирующие оценки 3-го, 4-го и 6-го модулей.

Если  $i$ -ая результирующая оценка отсутствует по уважительной причине (по состоянию здоровья, перевод из другой программы / ВУЗа, и т.д.), то вопрос досдачи пропущенного материала решается в индивидуальном порядке и по согласованию с учебным офисом.

### Второй модуль (1-ый курс)

Элементы текущего контроля второго модуля:

$C_2$  – оценка за работу на семинарах.

$Lp_2$  - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

$Kл_2$  - оценка за коллоквиум. Тематика коллоквиума во втором модуле - механика. Коллоквиум проводится на неделе, следующей за окончанием лекций по данной тематике.

Накопленная оценка  $H_2$  формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок текущего контроля по формуле:

$$H_2 = 0,2 * C_2 + 0,3 * Kл_2 + 0,5 * Lp_2$$

с учетом правил округления до целого числа баллов, при условии если  $Lp_2 > 3$  и  $Kл_2 > 3$ .

### Третий модуль (1-ый курс)

Элементы текущего контроля третьего модуля:

$C_3$  – оценка за работу на семинарах.

$Lp_3$  - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

$Kp_3$  - оценка за контрольную работу. Тема контрольной работы - статистическая физика, реальные газы, фазовые переходы. Контрольная работа проводится на неделе, следующей за окончанием лекций по данной тематике.

Накопленная оценка  $H_3$  формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок по формуле:

$$H_3 = 0,2 * C_3 + 0,3 * Kp_3 + 0,5 * Lp_3$$

с учетом правил округления до целого числа баллов, при условии, если  $Lp_3 > 3$  и  $Kp_3 > 3$ .

**Итоговый контроль третьего модуля - экзамен.** Оценка Э<sub>3</sub> выставляется по десятибалльной шкале по итогам сдачи экзамена в устной форме. Тема экзамена - электричество и магнетизм.

**Результующая оценка Р<sub>3</sub>** формируется по десятибалльной шкале (с учетом правил округления до целого числа баллов) как взвешенная сумма накопленных оценок за первые два модуля Н<sub>2</sub>, Н<sub>3</sub> и оценки за экзамен по формуле Э<sub>3</sub> :

$$P_{23} = 0,7*(N_2 + N_3)/2 + 0,3*Э_3.$$

#### Четвертый модуль (1-ый курс)

**Элементы текущего контроля четвертого модуля:**

С<sub>4</sub> – оценка за работу на семинарах.

Кр<sub>4</sub> - оценка за контрольную работу. Тематика контрольной работы - переменный электрический ток, электрические колебания и волны. Контрольная работа проводится на неделе, следующей за окончанием лекций по данной тематике.

Лр<sub>4</sub> - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

Накопленная оценка Н<sub>4</sub> формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок текущего контроля по формуле:

$$N_4 = 0,2*S_4 + 0,3*Kp_4 + 0,5*Лр_4$$

с учетом правил округления до целого числа баллов, при условии если Лр<sub>4</sub>>3, Кр<sub>4</sub>>3.

**Итоговый контроль четвертого модуля - экзамен Э<sub>4</sub>.** Оценка Э<sub>4</sub> выставляется по десятибалльной шкале по итогам сдачи экзамена в устной форме. Тема экзамена - переменный электрический ток, электрические колебания и волны, оптика.

**Результующая оценка Р<sub>4</sub>** формируется по десятибалльной шкале (с учетом правил округления до целого числа баллов) как взвешенная сумма накопленной оценки Н<sub>4</sub> и оценки за экзамен Э<sub>4</sub> по формуле :

$$P_4 = 0,7*N_4 + 0,3*Э_4.$$

#### Пятый модуль (первый модуль 2-го курса)

**Элементы текущего контроля модуля:**

С<sub>5</sub> – оценка за работу на семинарах.

Лр<sub>5</sub> - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

**Кр<sub>5</sub>** – оценка за контрольную работу. Тематика контрольной работы **Кр<sub>5</sub>** – тепловое излучение и квантовая оптика. Контрольная работа проводится на неделе, следующей за окончанием лекций по данной тематике.

Коллоквиум **Кл<sub>5</sub>** проводится на предпоследней неделе пятого модуля. Тема коллоквиума - квантовая механика.

Накопленная оценка Н<sub>5</sub> формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок по формуле:

$$H_5 = 0,1 * C_5 + 0,4 * Lp_5 + 0,2 * Kp_5 + 0,3 * Kl_5$$

с учетом правил округления до целого числа баллов, при условии, если **Lp<sub>5</sub>>3** и **Kp<sub>5</sub>>3** и **Kл<sub>5</sub>>3**.

### **Шестой модуль (второй модуль 2-ой курс).**

**Элементы текущего контроля модуля:**

**С<sub>6</sub>** – оценка за работу на семинарах.

**Lp<sub>6</sub>** - оценка за выполнение и сдачу лабораторных работ. Количество лабораторных работ определяется графиком выполнения лабораторных работ и календарным планом.

**Дз<sub>6</sub>** – оценка за домашнее задание. Тематика домашнего задания, предлагаемого в шестом модуле - физика атома. Срок сдачи домашнего задания **Дз<sub>6</sub>** – третья неделя шестого модуля.

Накопленная оценка Н<sub>6</sub> формируется по десятибалльной шкале как взвешенная сумма полученных оценок текущего контроля по формуле:

$$H_6 = 0,2 * C_6 + 0,5 * Lp_6 + 0,3 * Dz_6$$

с учетом правил округления до целого числа баллов, при условии если **Lp<sub>6</sub>>3** и **Дз<sub>6</sub>>3**.

**Итоговый контроль шестого модуля (второго модуля второго года) - экзамен Э<sub>6</sub>.**

Оценка **Э<sub>6</sub>** выставляется по десятибалльной шкале по итогам сдачи экзамена в устной форме. Темы экзамена: физика атома, физика твердого тела, элементы физики атомного ядра и элементарных частиц.

**Результирующая оценка Р<sub>6</sub>** формируется по десятибалльной шкале (с учетом правил округления до целого числа баллов) как взвешенная сумма накопленной оценки и оценки за экзамен по формуле:

$$P_{56} = 0,7 * (H_5 + H_6) / 2 + 0,3 * Э_6.$$

**Итоговая оценка за курс физики** рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{физ}}=0,4*P_{23}+0,2*P_4+0,4*P_{56},$$

где  $P_{23}$ ,  $P_4$  и  $P_{56}$  - результирующие оценки 3-го, 4-го и 6-го модулей.

**Правила округления до целого числа баллов при выставлении оценок:** средневзвешенная оценка округляется до большего целого, если дробная часть оценки не ниже 0,5, в противном случае оценка округляется до меньшего целого.

Перевод результирующей оценки ( $P$ ) за текущий контроль и экзамен по десятибалльной шкале в оценку по пятибалльной шкале осуществляется в соответствии со следующей таблицей:

**Таблица соответствия оценок по десятибалльной и пятибалльной системам**

По десятибалльной шкале	По пятибалльной шкале
1 – неудовлетворительно 2 – очень плохо 3 – плохо	неудовлетворительно – 2
4 – удовлетворительно 5 – весьма удовлетворительно	удовлетворительно – 3
6 – хорошо 7 – очень хорошо	хорошо – 4
8 – почти отлично 9 – отлично 10 – блестяще	отлично – 5

#### **IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Оценочные средства представлены на сайте образовательной программы.

#### **V. РЕСУРСЫ**

##### **5.1 Основная литература**

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики / Д. В. Сивухин. – Изд. 6-е, стер. – М.: Физматлит, 2017. - ISBN 9785922115131.

2. Трофимова, Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 10-е изд., стер. – М.: Академия, 2005. – 558 с. – (Сер. "Высшее профессиональное образование") . - ISBN 978-5-7695-1670-2.
3. Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики для втузов: учеб. пособие / Т. И. Трофимова. – Изд. 3-е. – М.: ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2003. – 384 с. - ISBN 5-329-00552-3.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики: в 5 кн.: учеб. пособие для втузов / И. В. Савельев. – М.: АСТ: Астрель, 2008. - ISBN 978-5-17-008962-8. - ISBN 978-5-271-01033-0.
2. Никеров, В. А. Физика: современный курс: учебник для вузов / В. А. Никеров. – М.: Дашков и К , 2012. – 451 с. - ISBN 978-5-394-01133-7.

### 5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 10	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

### 5.4 Профессиональные базы данных, информационные справочные системы,

### 5.5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.
- Физические лаборатории:
  - "Учебная лаборатория волновой, квантовой оптики и ядерной физики"
  - Кабинет физических демонстраций.