

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Физико-математический институт**

Авторы-составители: **Бабушкин Игорь Аркадьевич  
Сивков Владимир Григорьевич  
Колчанов Николай Викторович  
Буркова Екатерина Николаевна  
Кондрашов Александр Николаевич  
Рыбкин Константин Анатольевич  
Сидоров Александр Сергеевич  
Колчанова Екатерина Андреевна**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКА**

Код УМК 62194

Утверждено  
Протокол №9  
от «26» мая 2021 г.

Пермь, 2021

## 1. Наименование дисциплины

Физика

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.03.01** Биология  
направленность Экспериментальная биология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Физика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.03.01** Биология (направленность : Экспериментальная биология)

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	06.03.01 Биология (направленность: Экспериментальная биология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4,5
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	9
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	324
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	140
<b>Проведение лекционных занятий</b>	56
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	56
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	184
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (4 триместр) Экзамен (5 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Физика

Рассматриваются основные законы механического движения

#### Кинематика

Кинематические характеристики движения. Виды движения. Кинематика вращательного движения.

#### Кинематические характеристики движения

Движение тел. Движение точки по прямой. Скорость точки при движении по прямой. Связь между скоростью и пройденным расстоянием. Ускорение при движении точки по прямой. Пространство, время и система отсчета.

#### Виды движения. Кинематика вращательного движения.

Движение точки в пространстве. Основные свойства векторов. Скорость точки. Ускорение точки, движущейся по плоскости. Центробежное ускорение. Ускорение при движении точки в пространстве.

#### Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела

Движение тел под действием сил

#### Классическая механика. Законы механики Ньютона. Масса, импульс тела. Закон сохранения импульса.

Сила. Способы измерения постоянных сил. Условия равновесия сил, действующих на точку. Сила и движение (Первый закон Ньютона). Второй закон динамики. Масса тела. Общая форма второго закона Ньютона. Третий закон Ньютона. Движение тела под действием силы тяготения. Закон сохранения количества движения. Импульс силы. Законы движения тел с переменной массой.

#### Силы. Сила гравитации, тяжести. Вес тела. Упругие силы. Силы трения.

Сила. Способы измерения постоянных сил. Закон всемирного тяготения. Вес тела. Различные виды трения. Вязкое трение. Падение шарика в вязкой среде. Сухое трение. Сила трения скольжения.

#### Центр масс системы материальных точек, объемного тела. Принцип относительности Галилея. Практическое применение законов Ньютона.

Центр масс системы материальных точек, объемного тела. Принцип относительности Галилея. Несвободные движения тела. Значение законов динамики.

#### Элементы теории относительности. Преобразования Лоренца.

Постулаты специальной теории относительности. Энергия покоя частицы. Закон взаимосвязи массы и энергии. Длина в движущейся системе отсчета. Время в движущейся системе отсчета. Импульс в движущейся системе отсчета. Релятивистский закон сложения скоростей. Масса в движущейся системе отсчета. Преобразования Лоренца.

#### Работа и механическая энергия

Примеры расчета работы в механике

#### Работа. Потенциальные силы. Потенциальная энергия во внешнем поле сил. Кинетическая энергия. Полная Механическая энергия. Закон сохранения энергии.

Понятие об энергии. Работа и энергия. Работа силы. Потенциальные силы. Потенциальная энергия во внешнем поле сил. Полная механическая энергия. Закон сохранения энергии. Кинетическая энергия тела.

### **Абсолютно упругий и абсолютно не упругий удар.**

Потенциальная энергия деформации. Полностью неупругий удар двух тел. Упругий удар. Удар неупругих тел.

### **Неинерциальные системы отсчета**

#### **Силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса.**

Неинерциальные системы отсчета. Движение тела в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции, действующие на покоящееся тело во вращающейся системе отсчета.

### **Динамика вращательного движения**

Основное уравнение динамики вращательного движения

**Вращение тела вокруг неподвижной оси. Момент силы. Уравнение вращательного движения твердого тела. Момент инерции. Понятие о тензоре инерции. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.**

Закон вращения тела вокруг неподвижной оси. Момент количества движения. Кинетическая энергия вращающегося тела. Центр тяжести и центр инерции твердого тела. Закон движения центра инерции тела.

### **Кинетическая энергия вращающегося тела. Гироскоп.**

Момент силы относительно точки и момент количества движения твердого тела. Гироскопы. Движение оси свободного гироскопа. Гироскопические силы. Вращение оси несвободного гироскопа.

### **Механика жидкости и газа**

#### **Идеальная и реальная жидкости. Линии и трубка тока. Закон неразрывности струи.**

#### **Уравнение Бернулли.**

Силы вязкости. Стационарное течение жидкости. Основной закон динамики для частицы идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для стационарного течения несжимаемой жидкости. Истечение жидкости из сосуда. Изменение давления поперек трубок тока.

**Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течения. Течение жидкости в круглой трубе. Движение тел в жидкостях и газах.**

Реальная жидкость. Течения Куэтта и Пуазейля. Коэффициент внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса. Кинематическая вязкость. Пограничные слои. Обтекание тел. Лобовое сопротивление тел. Закон Стокса. Подъемная сила.

### **Колебания и волны**

Дифференциальное уравнение колебательного движения

**Общие сведения о колебаниях. Гармонические колебания. Маятник. Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс.**

Виды колебаний. Амплитуда, период, частота, фаза, начальная фаза колебаний. Гармонические колебания. Гармонические колебания с затуханием. Параметрические колебания. Уравнения колебаний. Энергия гармонического колебания.

**Волны. Распространение волн в упругой среде. Плоские и сферические волны. Волновое уравнение. Стоячие волны.**

Длина волны. Поперечные и продольные волны. Плоские и сферические волны. Фазовая скорость. Фронт волны. Волновая поверхность. Волновое число. Волновой вектор. Волновое уравнение. Энергия упругой

волны. Стоячие волны.

### **Колебания струны. Звук. Скорость звука в различных средах. Эффект Доплера.**

Собственные частоты колебания струны. Скорость звука в различных средах. Ультразвук. Инфразвук. Акустический спектр. Эффект Доплера.

### **Атомно-молекулярное строение вещества**

**Атомно-молекулярная теория строения вещества. Относительные атомная и молекулярная массы. Молярная масса.**

Броуновское движение, тепловое движение, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса, число Авогадро, молярная масса, линейные размеры молекул, статистический и термодинамический способы описания процессов в макротелах.

### **Молекулярно-кинетическая теория**

**Основы термометрии. Состояние системы. Изопроцессы. Уравнение состояния идеального газа. Основы молекулярно-кинетической теории газа.**

параметры состояния, температура, абсолютный ноль, термодинамический процесс, равновесное и неравновесное состояние системы, обратимые и необратимые процессы, циклы, идеальный газ, газовая постоянная, постоянная Больцмана, уравнение состояния идеального газа, давление, средняя энергия молекул, изотермический процесс, изобарический процесс, изохорический процесс

**Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа. Адиабатический и политропический процессы. Работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах.**

Внутренняя энергия термодинамической системы, первое начало термодинамики, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость, теплоемкость при постоянном объеме, теплоемкость при постоянном давлении, адиабатический процесс, показатель адиабаты, уравнение Пуассона, политропический процесс, показатель политропы, работа, совершаемая идеальным газом при различных процессах.

### **Статистическая физика**

**Распределение Максвелла по скоростям. Распределение Больцмана.**

Статистическая физика, вероятность, статистически независимые величины, функция распределения вероятностей, пространство скоростей, функция распределение Максвелла, опыт Штерна, барометрическая формула, распределение Больцмана,

### **Явления переноса в газах**

**Диффузия в газах. Вязкость газов. Теплопроводность газов.**

Длина свободного пробега молекул, эффективный диаметр молекул, эффективное сечение молекул, явления переноса, диффузия, коэффициент диффузии, закон Фика, теплопроводность, внутреннее трение,

### **Термодинамика**

Первое начало термодинамики. Закон возрастания энтропии

**Основные законы термодинамики. Циклы. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия.**

Первое и второе начала термодинамики, теорема Нериста, тепловая машина, холодильная машина, тепловой резервуар, циклы, цикл Карно, изэнтропический процесс, коэффициент полезного действия,

теорема Карно.

### **Энтропия. Некоторые применения энтропии.**

Энтропия идеального газа, энтропия воды, изменение энтропии при плавлении, некоторые применения энтропии

### **Реальные газы. Фазовые равновесия и превращения**

**Газ Ван-дер-ваальса. Изотермы газа Ван-дер-ваальса и реального газа. Критическое состояние вещества.**

Уравнение Ван-дер-ваальса, постоянные Ван-дер-ваальса, радиус молекулярного действия, газ Ван-дер-ваальса, изотермы Ван-дер-ваальса, критическое состояние, критическая точка, критические величины, экспериментальные изотермы.

### **Испарение, плавление, сублимация. Тройная точка. Диаграмма состояния вещества.**

Экспериментальные изотермы, фазовые переходы первого и второго рода, теплота превращения, испарение, плавление, сублимация, насыщенный пар, упругость насыщенного пара, равновесное состояние, пересыщенный пар, перегретая жидкость, тройная точка, диаграмма состояния вещества

### **Свойства жидкостей и твердых тел**

#### **Строение жидкости. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.**

Ближний и дальний порядки действия, квазикристаллическая структура, жидкие кристаллы, аморфные тела, радиус молекулярного действия, силы поверхностного натяжения, коэффициент поверхностного натяжения, явления на границе жидкости и твердого тела, мениски, капиллярные явления

#### **Отличительные черты кристаллического состояния. Кристаллическая решетка.**

##### **Теплоемкость кристаллов.**

Анизотропные и изотропные тела, монокристаллы, элементарная кристаллическая ячейка, виды кристаллографических систем, ионные, атомные, металлические и молекулярные кристаллические решетки, закон Дюлонга и Пти.

## **Физика**

### **Электрическое поле в вакууме.**

**Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса.**

Пробный заряд. Инвариант электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда. Напряженность электрического поля. Закон Кулона. Константа пропорциональности и единица измерения заряда в разных системах единиц. Точечный заряд. Принцип суперпозиций электростатических полей. Силовые линии. Понятие потока вектора. Телесный угол. Т. Гаусса. пример т. Гауса для двух случаев: заряд лежит внутри пространства, окруженного поверхностью  $S$ , заряд лежит вне пространства, окруженного поверхностью  $S$ . Применение т. Гаусса: электростатическое поле бесконечной равномерно заряженной полости, поле равномерно заряженной бесконечной плоскопараллельной пластинки, поле шара, равномерно заряженного по поверхности и объему, поле бесконечной прямой линии и бесконечно длинного цилиндра. Дифференциальная форма т. Гаусса. Формула Гаусса-Остроградского.

### **Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Эквипотенциальные**



**поверхности. Связь напряженности электрического поля с потенциалом. Циркуляция вектора напряженности электрического поля.**

Потенциальность электростатического поля. Понятие циркуляция вектора. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Электрический потенциал. Понятие потенциала. Нулевой потенциал. Разность потенциалов. Поверхности равного потенциала. Понятие градиента. Вычисление потенциала по напряженности поля: потенциал поля точечного заряда, потенциал поля системы точечных зарядов в однородном диэлектрике, потенциал непрерывно распределенных электрических зарядов, потенциал бесконечно равномерно заряженной плоскости в однородном диэлектрике.

### **Электрическое поле в диэлектриках**

**Электрический диполь. Дипольный момент молекул. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость веществ. Вектор электрического смещения.** Электрический диполь. Точечный диполь. Дипольный момент нейтральной системы зарядов. Дипольный момент молекул. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектриков. Механизм поляризации полярных и неполярных диэлектриков. Вектор поляризации.  $\epsilon$  Гаусса для диэлектриков. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость.

### **Проводники в электрическом поле. Энергия электрического поля**

**Равновесие зарядов на проводнике. Индуцированные заряды. Емкость. Конденсаторы. Энергия заряженного проводника, конденсатора. Энергия электростатического поля.**

Проводники в электрическом поле. Объемная плотность электричества внутри однородного проводника. Индуцированные заряды. Емкость уединенного проводника. Емкость конденсатора. Конденсаторы. Единицы измерения емкости. Емкость шарового конденсатора. Емкость плоского конденсатора. Емкость цилиндрического конденсатора. Батареи конденсаторов. Электрическая энергия. Энергия заряженного проводника, конденсатора. Энергия электростатического поля.

### **Постоянный электрический ток.**

**Электрический ток. Сила и плотность электрического тока. Электродвижущая сила. Сопротивление проводников. Закон Ома в дифференциальной форме.** Электрический ток. Сила и плотность электрического тока. Закон сохранения электрического заряда. Электродвижущая сила. Сопротивление проводников. Электропроводимость. Электрическое сопротивление. Полное сопротивление всей цепи. Сила тока. Закон Ома в дифференциальной форме.

**Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей постоянного тока. Работа и мощность тока. Закон Джоуля -Ленца в дифференциальной форме.**

Удельная проводимость. Вывод законов Ома и Джоуля-Ленца. Сторонние силы. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей постоянного тока. Примеры применения законов Кирхгофа для разветвленных цепей. Работа и мощность тока.

### **Электрический ток в металлах, полупроводниках, газах**

**Классическая теория электропроводности металлов. Термоэлектронная эмиссия. Ионизация газов. Самостоятельный разряд в газах** Инерция электронов в металлах. Эффект Холла. Металлы и полупроводники. Проводимость в металлах. Свободные электроны. Валентные электроны. Энергетические уровни. Свободная и запрещенная зоны.

термоэлектронная эмиссия. Работа выхода. Вакуумный диод. Ток насыщения. Электронные лампы и их применения.

### **Полупроводники. Зонная теория полупроводников.**

Энергия ионизации. рекомбинация электронов. Валентные электроны. Невожбужденный и возбужденный энергетические уровни. Свободная и запрещенная зоны. Электронная и дырочная проводимость. Собственная и примесная электропроводимость полупроводников.

### **Магнитное поле в вакууме.**

Расчеты магнитных полей от проводников с током

**Взаимодействие токов. Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнитное поле прямого тока. Циркуляция вектора магнитной индукции.**

Магнитное поле. Источники магнитного поля. Силы, действующие на движущиеся заряды и токи. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа. Характеристики магнитного поля. Электромагнитная индукция. Циркуляция вектора магнитной индукции.

**Магнитное поле в центре кругового проводника. Поток вектора магнитной индукции. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент.**

Индуктивность. Индуктивность проводов. Явления при замыкании и размыкании тока.

### **Магнитное поле в веществе.**

**Намагничивание вещества. Напряженность магнитного поля. Вектор намагничивания. Магнитная проницаемость и восприимчивость веществ.**

Намагничивание вещества. Напряженность магнитного поля. Вектор намагничивания. Молекулярные токи. Токи проводимости. Магнитная проницаемость и восприимчивость веществ. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе.

**Магнитный момент атома. Диамагнетизм, парамагнетизм. Ферромагнетики и их свойства.** Магнитные свойства атомов. Магнитный момент атома. Объяснение диа-, пара- и ферромагнетизма. Ферромагнетики и их свойства.

### **Электромагнитная индукция.**

**Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность.** Опыты Фарадея. Электродвижущая сила индукции. Основной закон электромагнитной индукции. Магнитный поток. Индукционный ток. Правило Ленца. Самоиндукция. Коэффициент индуктивности.

**Магнитное поле соленоида. Энергия магнитного поля.** Магнитная энергия токов. Локализация магнитной энергии в пространстве. Энергия магнитного поля.

### **Уравнения Максвелла.**

**Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла.** Ток смещения, полный ток, ток поляризации, система уравнений Максвелла в интегральной форме, система уравнений Максвелла в дифференциальной форме, граничные условия, свойства уравнений Максвелла

### **Электромагнитная природа и свойства света.**

### **Электромагнитные волны.**

Волна, поперечные и продольные волны, видимые световые волны, цуг волны, волновое уравнение для электромагнитного поля, плоская электромагнитная волна, энергия электромагнитных волн.

### **Природа света. Волновые свойства света.**

Теория истечения Ньютона, принцип Ферма, корпускулярно-волновой дуализм, скорость света, отражение и преломление света, интерференция света, дифракция света, дисперсия света, интенсивность света

### **Интерференция света.**

#### **Интерференция световых волн. Временная и пространственная когерентность.**

#### **Оптическая разность хода лучей.**

Принцип Гюйгенса, оптическая длина пути, оптическая разность хода лучей, условие интерференционного максимума, условие интерференционного минимума, монохроматические волны, реальные источники, длина когерентности, временная и пространственная когерентность

#### **Способы наблюдения интерференции света. Интерференция в пленках и пластинках.**

#### **Полосы равного наклона. Полосы равной толщины.**

Метод Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля, зеркало Ллойда, кольца Ньютона, интерферометры и их применение, ширина интерференционной полосы, интерференция в пленках и пластинках, полосы равного наклона, полосы равной толщины.

### **Дифракция света.**

Рассматриваются способы получения дифракционной картины

#### **Дифракция. Принцип Гюйгенса Френеля. Зоны Френеля. Зонная пластинка. Дифракция на круглом отверстии, круглом диске, прямоугольном крае экрана.**

Дифракция, Принцип Гюйгенса-Френеля, зоны Френеля, дифракция Френеля, дифракция на круглом отверстии, круглом диске, прямоугольном крае экрана

#### **Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка. Дисперсия и разрешающая сила дифракционной решетки**

дифракция Фраунгофера, одномерная дифракционная решетка, постоянная дифракционной решетки, главные и дополнительные максимумы и минимумы, интенсивность главного максимума, разрешающая способность дифракционной решетки, дисперсия

### **Поляризация света.**

#### **Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении.**

Световой вектор, естественный и поляризованный свет, частично поляризованный свет, плоскополяризованный свет, плоскость поляризации, степень поляризации, поляризаторы, закон Малюса, частично поляризованные лучи

#### **Поляризация при двойном лучепреломлении. Дихроизм. Вращение плоскости поляризации.**

Двойное лучепреломление, оптически активные вещества, вращение плоскости поляризации, эффект Фарадея, искусственная оптическая анизотропия, линейный дихроизм, эллиптический дихроизм, круговой дихроизм, применение дихроизма.

### **Взаимодействие света с веществом.**

### **Дисперсия света. Электронная теория дисперсии. Аномальная и нормальная дисперсия света.**

Дисперсия света, дисперсия света в призме, радуга, аномальная и нормальная дисперсия света, электронная теория дисперсии, оптический электрон

### **Поглощение света. Рассеяние света.**

Закон Бугера, виды спектров поглощения

### **Геометрическая оптика**

Основные законы геометрической оптики

### **Линзы. Зеркала. Построение изображения в линзе, зеркале.**

Основные законы геометрической оптики, показатель преломления, явление полного внутреннего отражения, линзы, виды линз, характеристики линзы, формула тонкой линзы, аберрации оптических систем, зеркала, построение изображения в линзе, зеркале

### **Оптические приборы.**

принцип работы микроскопа и телескопа.

### **Элементы квантовой физики.**

### **Квантовая природа излучения. Модели атомов. Фотоэффект.**

Квантовая оптика, тепловое излучение, люминесценция, модели атомов, квантовая гипотеза Планка, внутренний, вентильный и внешний фотоэффект

### **Эффект Комптона. Гипотеза де-Бройля. Волновая функция. Уравнение Шредингера.**

Эффект Комптона, комптоновская длина волны, гипотеза де-Бройля, волновые свойства вещества, необычные свойства микрочастиц, принцип неопределенности, уравнение Шредингера

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Савельев И. В. Курс общей физики. учебное пособие : в 3 т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2007, ISBN 978-5-8114-0632-6. - 320
2. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 т. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-9096-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184164> <https://elis.psu.ru/node/580911>
3. Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В. Маланин, В. И. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 368 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02640-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/451979>
4. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие для вузов : в 3 томах / И. В. Савельев. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-6796-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/580912>
5. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/467024>
6. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4254-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117716> <https://elis.psu.ru/node/580913>
7. Ташлыкова-Бушкевич, И. И. Физика. Часть 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества : учебник / И. И. Ташлыкова-Бушкевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 232 с. — ISBN 978-985-06-2506-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/35563>

### Дополнительная:

1. Сборник вопросов и задач по общей физике. Раздел 3. Оптика. Раздел 4. Квантовая физика / Н. В. Соина, А. Б. Казанцева, И. А. Васильева, Г. Н. Гольцман. — Москва : Прометей, 2013. — 194 с. — ISBN 978-5-7042-2414-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/24021>
2. Бордовский, Г. А. Общая физика в 2 т. Том 1 : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 242 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05455-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/421606>
3. Казанцева, А. Б. Сборник вопросов и задач по общей физике. Раздел 5. Молекулярная физика : учебное пособие / А. Б. Казанцева, Н. В. Соина, Г. Н. Гольцман. — Москва : Прометей, 2012. — 144 с.

— ISBN 978-5-7042-2340-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/18616.html>

4. Бордовский, Г. А. Общая физика в 2 т. Том 2 : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 299 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05456-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/421607>

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) Физика. Часть 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества/Ташлыкова-Бушкевич И. И

<https://www.biblio-online.ru> Образовательная платформа Юрайт

<https://elis.psu.ru> Электронная библиотечная система ELiS

<https://fizi4ka.ru/> Физика с нуля

[https://openedu.ru/course/mephi/mephi\\_008\\_fvo1/](https://openedu.ru/course/mephi/mephi_008_fvo1/) Физика в опытах. Часть 1. Механика

[elis.psu.ru](https://elis.psu.ru) Электронная библиотечная система ELiS

[www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Образовательная платформа Юрайт

<https://elis.psu.ru> Электронная библиотечная система ELiS

<https://www.biblio-online.ru> Образовательная платформа Юрайт

[https://openedu.ru/course/mephi/mephi\\_011\\_fvo2/](https://openedu.ru/course/mephi/mephi_011_fvo2/) Физика в опытах. Часть 2. Молекулярная физика

<https://elis.psu.ru> Электронная библиотечная система ELiS

<https://www.biblio-online.ru> Образовательная платформа Юрайт

[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) Физика. Часть 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества/Ташлыкова-Бушкевич И. И

[https://openedu.ru/course/mephi/mephi\\_012\\_fvo3/](https://openedu.ru/course/mephi/mephi_012_fvo3/) Физика в опытах. Часть 3. Электричество и магнетизм

<https://openedu.ru/course/mipt/ELEC/> Электричество и магнетизм

[https://www.youtube.com/results?search\\_query=лекции+по+электричеству+и+магнетизму](https://www.youtube.com/results?search_query=лекции+по+электричеству+и+магнетизму) Лекции по электричеству и магнетизму

[elis.psu.ru](https://elis.psu.ru) Электронная библиотечная система ELiS

[www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Образовательная платформа Юрайт

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Программное обеспечение:

- открытая система "ALT Linux"
- офисный пакет приложений "Libre office";
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов "Adobe Acrobat Reader DC";
- программы, демонстрации видео материалов;
- программа просмотра интернет контента (браузер) "Google Chrome".

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).



При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### 1. Лекционные занятия.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия).

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 3. Лабораторные занятия.

Лаборатории «Механики и молекулярной физики», "Электричества и магнетизма", "Оптики", оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лабораторий.

### 4. Групповые (индивидуальные) консультации.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 5. Текущий контроль.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### 6. Самостоятельная работа.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знает основные законы курса общей физики и умеет применять их для решения практических задач. Владеет методами исследования физических явлений и процессов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не демонстрирует знание основного содержания дисциплины;</li> <li>- не владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей</li> </ul> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует не полное знание основного содержания раздела и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом;</li> <li>- владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей;</li> <li>- допускает существенные ошибки при изложении материала.</li> </ul> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, демонстрирующий знание основного содержания раздела и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</li> <li>- демонстрирует понимание материала, приводит примеры;</li> <li>- владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей.</li> </ul> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, логически выстроенный, полный, демонстрирующий знание основного содержания раздела и его</li> </ul>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры;</li><li>- свободное владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей.</li></ul>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : БИО+ХИМ+ ММ+ГФ+ГЛ

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Кинематические характеристики движения <b>Входное тестирование</b>	Векторный, математический анализ; элементы механики, молекулярной физики и термодинамики.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течения. Течение жидкости в круглой трубе. Движение тел в жидкостях и газах. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание теоретического материала, умение работать с лабораторным оборудованием, знание единиц измерения, умение правильно оформлять отчет по лабораторным работам.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Волны. Распространение волн в упругой среде. Плоские и сферические волны. Волновое уравнение. Стоячие волны. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Кинематика, динамика материальной точки, законы сохранения, неинерциальные системы отсчета, механика твердого тела, всемирное тяготение, колебательное движение, гидромеханика.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Газ Ван-дер-ваальса. Изотермы газа Ван-дер-ваальса и реального газа. Критическое состояние вещества. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение делать постановку задачи, знание теоретического материала, владение математическим аппаратом при решении задач, способность проведения анализа полученного результата.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Отличительные черты кристаллического состояния. Кристаллическая решетка. Теплоемкость кристаллов. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Атомно-молекулярное строение вещества. Законы и процессы идеального газа. Внутренняя энергия системы. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Распределения Максвелла и Больцмана. Циклы. Термодинамика. Энтропия. Кристаллическое состояние. Жидкое состояние. Фазовые равновесия и превращения. Явления переноса.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Кинематические характеристики движения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знание основных элементов векторного и математического анализа, умение дифференцировать и интегрировать элементарные функции	6
Показывают углубленные знания в разделах механики, молекулярной физики и термодинамики	5
Умение интегрировать и дифференцировать векторные функции	5
Знание основных законов физики	4

#### Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течения. Течение жидкости в круглой трубе. Движение тел в жидкостях и газах.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет проанализировать результаты и сделать выводы.	6
Умеет выполнить физический эксперимент и провести необходимые расчеты. Контролирует правильность расчетов. Владеет методами обработки экспериментальных данных.	5
Умеет сделать вывод и объяснить конечное выражение, используемое в работе.	5
Умеет оформить отчет по выполнению лабораторных работ и знает основные физические закономерности используемые в работе.	4

#### Волны. Распространение волн в упругой среде. Плоские и сферические волны. Волновое

### **уравнение. Стоячие волны.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет объяснить законы физики.	6
Знает математическую запись основных законов физики.	5
Умеет выводить физические уравнения.	5
Знает определения физических величин из курса физики и их математическое выражение и единицы измерения.	4

### **Газ Ван-дер-ваальса. Изотермы газа Ван-дер-ваальса и реального газа. Критическое состояние вещества.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет объяснить математические выкладки при выводе уравнения.	7
Умеет вывести конечную формулу для проведения расчетов.	5
Умеет провести расчет или нарисовать график зависимости. Владеет знаниями об единицах измерения. Знает основные газовые законы. Контролирует правильность расчетов.	5
Умеет делать постановку задачи, нарисовать ее схему, действующие силы.	3

### **Отличительные черты кристаллического состояния. Кристаллическая решетка. Теплоемкость кристаллов.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить физические уравнения.	12
Умеет объяснить законы и процессы из раздела «Молекулярная физика и Термодинамика».	12
Знает математическую запись основных законов из раздела «Молекулярная физика и Термодинамика».	8

Знает определения физических величин из раздела «Молекулярная физика и Термодинамика», их математическое выражение и единицы измерения.	8
---	---

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Электрическое поле в вакууме. Проводники в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектриках. Энергия электрического поля. Постоянный электрический ток. Магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в веществе. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Поляризация при двойном лучепреломлении. Дихроизм. . Вращение плоскости поляризации. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание теоретического материала, умение работать с лабораторным оборудованием, знание единиц измерения, умение правильно оформлять отчет по лабораторным работам.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Линзы. Зеркала. Построение изображения в линзе, зеркале. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение делать постановку задачи, знание теоретического материала, владение математическим аппаратом при решении задач, способность проведения анализа полученного результата.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Эффект Комптона. Гипотеза де-Бройля. Волновая функция. Уравнение Шредингера. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Световая волна. Фотометрические величины и единицы. Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Элементы квантовой теории света.



### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет объяснить математические выкладки при выводе уравнения.	7
Умеет вывести конечную формулу для проведения расчетов.	5
Умеет провести расчет или нарисовать график зависимости. Владеет знаниями об единицах измерения. Знает основные газовые законы. Контролирует правильность расчетов.	5
Умеет делать постановку задачи, нарисовать ее схему, действующие силы.	3

#### Поляризация при двойном лучепреломлении. Дихроизм. Вращение плоскости поляризации.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет проанализировать результаты и сделать выводы.	6
Умеет провести вывод и объяснить конечное выражение, используемое в работе.	6
Умеет выполнить физический эксперимент и провести необходимые расчеты. Контролирует правильность расчетов. Владеет методами обработки экспериментальных данных.	4
Умеет оформить отчет по выполнению лабораторных работ и знает основные физические закономерности используемые в работе.	4

#### Линзы. Зеркала. Построение изображения в линзе, зеркале.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет объяснить математические выкладки при выводе уравнения.	7
Умеет вывести конечную формулу для проведения расчетов.	5

Умеет провести расчет или нарисовать график зависимости. Владеет знаниями об единицах измерения. Контролирует правильность расчетов.	5
Умеет делать постановку задачи, нарисовать ее схему.	3

**Эффект Комптона. Гипотеза де-Бройля. Волновая функция. Уравнение Шредингера.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Умеет выводить физические уравнения.	12
Умеет объяснить законы и явления оптики и элементы квантовой механики.	12
Знает математическую запись основных законов разделов оптики и элементов физики атома и атомного ядра.	8
Знает определения физических величин из разделов оптики и элементов физики атома и атомного ядра. Знает их математическое выражение и единицы измерения.	8