

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт  
Кафедра «Физики»

Утверждено на заседании кафедры  
«Физики»  
«3» февраля 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



Р.Н. Ростовцев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ФИЗИКА»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы специалитета**

по специальности  
**21.05.04 Горное дело**

с направленностью (профилем)

**Шахтное и подземное строительство**  
Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 210504-02-20

Тула 2020 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Горбунова О.Ю., доцент, к.т.н.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является:

- получение студентами основополагающих представлений о фундаментальном строении материи и физических принципах, лежащих в основе современной естественнонаучной картины мира;
- формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения, развитие научного мышления и расширение их научно-технического кругозора;
- создание фундаментальной базы для дальнейшего изучения общетехнических и специальных дисциплин и для успешной последующей деятельности в качестве дипломированных специалистов.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение основных физических явлений и идей;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- формирование научного мировоззрения и современного физического мышления;
- овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей деятельности, основанных на применении и использовании различных явлений и законов физики;
- ознакомление с современной научной аппаратурой;
- формирование навыков проведения прикладного физического эксперимента;
- формирование умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах учебной и профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 2, 3 и 4 семестрах.

## 3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) основы математики, физики, вычислительной техники и программирования (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.1);
- 2) фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.1);
- 3) основы физических и численных экспериментов (код компетенции – ОПК-17, код индикатора – ОПК-17.1).

### **Уметь:**

- 1) решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.2);
- 2) обрабатывать опытные данные физических и численных экспериментов (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.2);
- 3) использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы физики в освоении имеющихся и создании новых профессиональных знаний (код компетенции – ОПК-17, код индикатора – ОПК-17.2).

**Владеть:**

- 1) навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.3);
- 2) методами описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.3);
- 3) навыками обработки опытных данных физических и численных экспериментов (код компетенции – ОПК-17, код индикатора – ОПК-17.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

#### 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
2	ДЗ	4	144	32	16	16	-		0,25	79,75
3	Э	4	144	32	16	16	-	2,0	0,25	77,75
4	Э	3	108	32	16	-	-	2,0	0,25	57,75
Итого	–	11	396	96	48	32	-	4,0	0,75	215,25
Заочная форма обучения										
2	ДЗ	4	144	2	6	-	-		0,25	135,75
3	Э	4	144	2	6	-	-	2,0	0,25	133,75
4	Э	3	108	2	6	-	-	2,0	0,25	97,75
Итого		11	396	6	18	-	-	4,0	0,75	367,25

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

## 4.2 Содержание лекционных занятий

### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>2 семестр</b>	
1	<p>Роль физики в развитии техники. Общая структура и задачи курса физики. Системы отсчета. Скалярные и векторные физические величины. Разложение произвольного движения физического тела на поступательное и вращательное движение. Кинематика поступательного движения в трехмерном пространстве. Перемещение, скорость, ускорение. Использование производных и интегралов в кинематике произвольного движения. Кинематика криволинейного поступательного движения. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения вокруг закрепленной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь линейных и угловых кинематических переменных.</p>
2	<p>Динамика поступательного и вращательного движения. Импульс материальной точки (частицы). Разновидности сил в классической механике. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона в инерциальных системах и их следствия. Неинерциальные системы отсчета и уравнения динамики поступательного движения в неинерциальных системах отсчета. Работа силы при поступательном движении. Мощность. Кинетическая энергия материальной частицы. Консервативные и неконсервативные силы. Диссипативные силы. Потенциальная энергия частицы. Потенциальная энергия в поле сил тяжести и потенциальная энергия упругого взаимодействия. Эквипотенциальные поверхности. Условия сохранения и изменения механической энергии материальной частицы. Полный импульс системы материальных точек (физического тела). Условия его сохранения и изменения. Центр масс системы материальных точек (физического тела). Уравнение движения центра масс. Реактивное движение. Сила тяги и уравнение Мещерского. Механическая энергия системы частиц. Момент силы и момент импульса материальной точки. Момент импульса системы материальных точек (физического тела). Момент инерции материальной точки и физического тела. Примеры вывода момента инерции симметричных тел. Теорема Штейнера. Тензор момента инерции и главные оси инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения вокруг закрепленной оси. Закон сохранения и изменения момента импульса физической системы. Кинетическая энергия вращательного движения вокруг закрепленной оси. Полная механическая энергия системы и условия её сохранения и изменения. Плоское движение и законы сохранения. Гироскопы и гироскопический эффект. Прецессия оси гироскопа.</p>
3	<p>Механические колебания и волны. Кинематические характеристики колебательного процесса (амплитуда, фаза, частота). Условия возникновения гармонических колебаний. Одномерный гармонический осциллятор (пружинный маятник). Связь характеристик колебания с начальными условиями. Физический и математический маятник. Связь энергии гармонического осциллятора и амплитуды его колебаний. Свободные затухающие колебания. Зависимость амплитуды и периода затухающих колебаний от коэффициента затухания. Критическое затухание. Логарифмический декремент. Сложение взаимно-перпендикулярных и однонаправленных колебаний. Метод векторной диаграммы. Вынужденные колебания. Зависимость амплитуды и начальной фазы вынужденных колебаний от частоты. Резонанс и резонансные частоты. Характеристики волнового процесса. Длина волны, волновой вектор и фазовая скорость волны. Плоские и сферические волны. Волновое уравнение. Упругие волны в сплошных средах.</p>

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	<p>Основы релятивистской механики. Преобразования Галилея и принцип относительности Галилея. Экспериментальные факты, противоречащие классической механике. Принцип относительности Эйнштейна. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца и их следствия. Релятивистское замедление времени и релятивистское сокращение длины. Релятивистский импульс и полная энергия релятивистской частицы. Связь релятивистского импульса и полной энергии. Энергия покоя. Дефект масс.</p>
5	<p>Основы термодинамики. Термодинамический и молекулярно-кинетический способы описания. Термодинамические параметры. Термодинамические процессы: равновесный и неравновесный, обратимый и необратимый. Основное (нулевое) начало термодинамики. Идеальный газ и уравнение состояния идеального газа. Уравнения изопроцессов в идеальном газе. Внутренняя энергия термодинамической системы (идеального газа) и работа по изменению её объема. Теплоемкость термодинамической системы (идеального газа) при различных изопроцессах. Первое начало термодинамики. Уравнение первого начала термодинамики для идеального газа. Адиабатный и политропный процессы. Уравнение Пуассона. Термодинамическое определение энтропии. Изменение энтропии при различных изопроцессах. Частные формулировки второго начала термодинамики. Невозможность существования вечных двигателей 1-го и 2-го рода. Изменение энтропии при необратимых процессах. Общая формулировка второго начала термодинамики. Циклические процессы. Цикл Карно. К.п.д. циклических процессов (тепловых машин). Холодильник, кондиционер, тепловой насос. Макро- и микросостояние системы. Термодинамическая вероятность. Статистическое определение энтропии (формула Больцмана). Третье начало термодинамики.</p>
6	<p>Основы молекулярно-кинетической теории. Функция распределения и её смысл. Функция распределения Гаусса для случайных величин. Распределение Максвелла молекул по проекциям и по величинам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Средние скорости молекул газа. Частота соударений молекул газа о стенку сосуда. Внутренняя энергия и теплоемкость в молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ в поле внешних сил. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.</p>
7	<p>Кинетические явления (процессы переноса). Столкновения молекул газа между собой. Эффективное сечение взаимодействия молекул и средняя длина свободного пробега молекулы. Рассеяние пучка молекул в газе. Явления переноса в идеальном газе. Поток переносимой величины. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Диффузия. Коэффициент диффузии. Вязкость газа. Динамический коэффициент вязкости. Сила вязкого трения в газообразной и жидкой среде. Ламинарное и турбулентное течение газообразной или жидкой среды. Уравнение состояния реального газа. Фазовые переходы первого рода.</p>
<b>3 семестр</b>	

№ п/п	Темы лекционных занятий
8	<p>Электростатическое поле в вакууме. Поле покоящегося точечного заряда. Напряженность и потенциал поля. Принцип суперпозиции. Поле системы покоящихся зарядов. Сила Кулона. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для вектора напряженности электростатического поля. Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности: поле равномерно заряженного шара, провода (нити), плоскости. Теорема Гаусса для электростатического поля в дифференциальной форме. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Электрический диполь. Энергия диполя в электрическом поле, действующая на него сила и момент сил.</p>
9	<p>Проводник в электростатическом поле. Поверхностные заряды. Поле вблизи поверхности заряженного проводника. Явление электрической индукции. Экранировка поля проводящим слоем. Электростатическая защита. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы и ёмкость конденсаторов. Энергия взаимодействия системы электрических зарядов. Энергия заряженного конденсатора.</p>
10	<p>Электрическое поле в диэлектрических средах. Причины поляризации диэлектриков. Вектор поляризованности. Объемные и поверхностные связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость среды и вектор электрической индукции. Теорема Гаусса для векторов поляризованности и электрической индукции. Поле на границе диэлектрика. Граничные условия для векторов напряженности и электрической индукции. Плотность энергии электростатического поля в диэлектрике.</p>
11	<p>Стационарный электрический ток. Сила тока и плотность тока. Уравнение непрерывности электрического заряда и условие стационарности тока. Электрическое поле в проводнике с током и закон Ома в локальной форме. Причина затухания тока. Электрическое сопротивление проводника. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Условие квазистационарности тока. Причины появления электродвижущей силы. Источники ЭДС. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа и их применение.</p>
12	<p>Постоянное магнитное поле в вакууме. Причина появления магнитного поля. Вектор индукции магнитного поля. Сила Лоренца. Магнитное поле движущегося электрического заряда и элемента тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Применение теоремы о циркуляции к расчету магнитного поля: поле цилиндрического провода с током, поверхностного тока, соленоидальной и тороидальной катушки с током. Теорема о циркуляции вектора индукции в дифференциальной форме. Сравнение особенностей электростатического и магнитостатического полей. Движение заряженной частицы в постоянных магнитном и электрическом полях. Дипольный магнитный момент контура с током. Энергия замкнутого проводника с постоянным током во внешнем магнитном поле. Сила и момент силы, действующие на контур с током.</p>
13	<p>Магнитное поле в веществе. Намагничивание среды и вектор намагниченности. Магнитная проницаемость среды и вектор напряженности магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности и вектора намагниченности. Магнитное поле в магнетиках. Поле постоянного магнита. Поле на границе магнетика. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля. Причины появления диа-, пара- и ферромагнетизма.</p>

№ п/п	Темы лекционных занятий
14	Явление электромагнитной индукции. Природа ЭДС электромагнитной индукции в проводниках, движущихся в магнитном поле. Принцип действия электромотора и генератора электрического тока. Вихревое электрическое поле и причина его появления. Закон Фарадея и правило Ленца. Проводник и постоянный магнит в переменном магнитном поле. Индукционные токи (токи Фуко). Коэффициент индуктивности. Индуктивность соленоида. Плотность энергии магнитного поля. Явление самоиндукции и ЭДС самоиндукции. Явление взаимной индукции. Коэффициенты взаимной индуктивности и принцип действия трансформатора.
15	Электрические колебания. Электрический колебательный контур. Собственные электрические колебания в контурах (незатухающие и затухающие), их характеристики. Вынужденные электрические колебания. Резонанс напряжения на конденсаторе и тока в контуре. Добротность контура. Полное сопротивление (импеданс) контура. Эффективные ток и напряжение.
16	Электромагнитное поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла. Поток плотности энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга и теорема Пойнтинга. Волновое уравнение для электромагнитного поля в идеальном диэлектрике (вакууме). Электромагнитные волны. Волновой вектор. Скорость электромагнитных волн. Связь напряженности электрического и магнитного поля в электромагнитной волне. Шкала электромагнитных волн. Энергия и импульс электромагнитной волны. Излучение электромагнитных волн ускоренными зарядами. Волновая зона.
<b>4 семестр</b>	
17	Волновые процессы в оптике. Суперпозиция электромагнитных волн. Условие когерентности и возникновение интерференции. Оптическая разность хода. Условия максимума и минимума при интерференции. Интерференционная схема Юнга. Интерференция в тонких пленках. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция света на узкой щели и круглом препятствии. Условие дифракционного минимума. Многолучевая интерференция. Дифракционная решетка и принцип спектрометрии. Критерий Рэлея. Разрешающая способность дифракционной решетки. Поляризация электромагнитных волн. Поляризаторы и закон Малюса.
18	Тепловое излучение. Энергетическая светимость, излучательная и поглощательная способность. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина для теплового излучения абсолютно черного тела. Коэффициент поглощения. Неприменимость законов классической физики. Гипотеза Планка.
19	Основы квантовой теории микрочастиц. Фотон. Энергия и импульс фотона. Внешний и внутренний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Работа выхода электрона из металла и красная граница фотоэффекта. Эффект Комптона. Гипотеза де Бройля. Волна де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц. Корпускулярно-волновой дуализм.
20	Основы квантовой теории атома. Постулат Бора. Боровские электронные орбиты в одноэлектронном атоме. Спектр энергии одноэлектронного атома. Излучение одноэлектронного атома. Спектральные серии. Орбитальный момент импульса и орбитальный магнитный момент электрона в атоме. Орбитальное и магнитное квантовые числа. Опыты Штерна-Герлаха. Собственный момент импульса и собственный магнитный момент электрона. Спиновое квантовое число. Система четырех квантовых чисел и принцип Паули. Заполнение электронами оболочек и подоболочек в атоме.



№ п/п	Темы лекционных занятий
21	Основы квантовой теории микросистем. Опыт с прохождением микрочастицы через двухщелевую диафрагму. Волновая функция и её вероятностный смысл. Квантовый принцип суперпозиции. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношения неопределенности и их смысл. Стационарное уравнение Шредингера. Микрочастица в одномерной потенциальной яме прямоугольной формы. Туннельный эффект. Квантовый гармонический осциллятор.
22	Основы теории атомного ядра. Состав атомного ядра. Нуклоны. Массовое и зарядовое число. Изотопы. Деление ядер. $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -излучение. $\alpha$ - и $\beta$ -распад ядер. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Энергия выхода ядерной реакции распада. Дефект масс. Удельная энергия связи нуклонов в ядре. Устойчивость и неустойчивость ядер. Возможность термоядерного синтеза.

### Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Общая структура и задачи курса физики. Кинематика поступательного движения в трехмерном пространстве. Кинематика криволинейного поступательного движения. Кинематика вращательного движения вокруг закрепленной оси.
2	Динамика поступательного и вращательного движения.
3	Механические колебания и волны.
4	Основы релятивистской механики. Принцип относительности Эйнштейна. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца и их следствия. Релятивистское замедление времени и релятивистское сокращение длины. Релятивистский импульс и полная энергия релятивистской частицы.
5	Основы термодинамики.
6	Основы молекулярно-кинетической теории. Функция распределения и её смысл. Функция распределения Гаусса для случайных величин. Распределение Максвелла молекул по проекциям и по величинам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Средние скорости молекул газа. Частота соударений молекул газа о стенку сосуда. Внутренняя энергия и теплоемкость в молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ в поле внешних сил. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
7	Кинетические явления (процессы переноса). Столкновения молекул газа между собой. Эффективное сечение взаимодействия молекул и средняя длина свободного пробега молекулы. Рассеяние пучка молекул в газе. Явления переноса в идеальном газе.
<b>3 семестр</b>	
8	Электростатическое поле в вакууме. Поле покоящегося точечного заряда. Напряженность и потенциал поля. Принцип суперпозиции. Поле системы покоящихся зарядов. Сила Кулона. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Связь напряженности и потенциала электростатического поля. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для вектора напряженности электростатического поля. Электрический диполь. Энергия диполя в электрическом поле, действующая на него сила и момент сил.

№ п/п	Темы лекционных занятий
9	Проводник в электростатическом поле. Поверхностные заряды. Поле вблизи поверхности заряженного проводника. Явление электрической индукции. Экранировка поля проводящим слоем. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы и ёмкость конденсаторов. Энергия взаимодействия системы электрических зарядов. Энергия заряженного конденсатора.
10	Электрическое поле в диэлектрических средах. Причины поляризации диэлектриков. Вектор поляризованности. Объемные и поверхностные связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость среды и вектор электрической индукции. Теорема Гаусса для векторов поляризованности и электрической индукции. Поле на границе диэлектрика. Граничные условия для векторов напряженности и электрической индукции. Плотность энергии электростатического поля в диэлектрике.
11	Стационарный электрический ток. Сила тока и плотность тока. Уравнение непрерывности электрического заряда и условие стационарности тока. Электрическое поле в проводнике с током и закон Ома в локальной форме. Электрическое сопротивление проводника. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Источники ЭДС. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа и их применение.
12	Постоянное магнитное поле в вакууме. Причина появления магнитного поля. Вектор индукции магнитного поля. Сила Лоренца. Магнитное поле движущегося электрического заряда и элемента тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера.
13	Магнитное поле в веществе. Намагничивание среды и вектор намагниченности. Магнитная проницаемость среды и вектор напряженности магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности и вектора намагниченности. Магнитное поле в магнетиках. Поле постоянного магнита.
14	Явление электромагнитной индукции. Природа ЭДС электромагнитной индукции в проводниках, движущихся в магнитном поле. Принцип действия электромотора и генератора электрического тока. Закон Фарадея и правило Ленца. Проводник и постоянный магнит в переменном магнитном поле. Явление самоиндукции и ЭДС самоиндукции. Явление взаимной индукции. Коэффициенты взаимной индуктивности и принцип действия трансформатора.
15	Электрические колебания. Электрический колебательный контур. Собственные электрические колебания в контурах (незатухающие и затухающие), их характеристики. Вынужденные электрические колебания. Резонанс напряжения на конденсаторе и тока в контуре.
16	Электромагнитное поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла.
<b>4 семестр</b>	
17	Волновые процессы в оптике. Суперпозиция электромагнитных волн. Условие когерентности и возникновение интерференции. Оптическая разность хода. Условия максимума и минимума при интерференции. Интерференционная схема Юнга. Интерференция в тонких пленках. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция света на узкой щели и круглом препятствии. Условие дифракционного минимума. Многолучевая интерференция. Дифракционная решетка и принцип спектрометрии. Критерий Рэлея. Разрешающая способность дифракционной решетки. Поляризация электромагнитных волн. Поляризаторы и закон Малюса.
18	Тепловое излучение. Энергетическая светимость, излучательная и поглощательная способность. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина для теплового излучения абсолютно черного тела. Коэффициент поглощения. Неприменимость законов классической физики. Гипотеза Планка.

№ п/п	Темы лекционных занятий
19	Основы квантовой теории микрочастиц. Фотон. Энергия и импульс фотона. Внешний и внутренний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Работа выхода электрона из металла и красная граница фотоэффекта. Эффект Комптона. Гипотеза де Бройля. Волна де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц. Корпускулярно-волновой дуализм.
20	Основы квантовой теории атома. Постулат Бора. Боровские электронные орбиты в одноэлектронном атоме. Спектральные серии. Орбитальный момент импульса и орбитальный магнитный момент электрона в атоме. Орбитальное и магнитное квантовые числа. Собственный момент импульса и собственный магнитный момент электрона. Спиновое квантовое число. Система четырех квантовых чисел и принцип Паули. Заполнение электронами оболочек и подоболочек в атоме.
21	Основы квантовой теории микросистем. Волновая функция и её вероятностный смысл. Квантовый принцип суперпозиции. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношения неопределенности и их смысл. Стационарное уравнение Шредингера. Микрочастица в одномерной потенциальной яме прямоугольной формы. Квантовый гармонический осциллятор.
22	Основы теории атомного ядра. Состав атомного ядра. Нуклоны. Массовое и зарядовое число. Изотопы. Деление ядер. $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -излучение. $\alpha$ - и $\beta$ -распад ядер. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Энергия выхода ядерной реакции распада. Дефект масс. Удельная энергия связи нуклонов в ядре. Устойчивость и неустойчивость ядер. Возможность термоядерного синтеза.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения\*

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Кинематика поступательного и вращательного движения. Связь кинематических характеристик при поступательного и вращательного движений.
2	Уравнения динамики поступательного движения и вращательного движения вокруг закрепленной оси. Момент импульса и момент силы.
3	Законы сохранения и изменения импульса, момента импульса и механической энергии.
4	Механические колебания. Затухающие и незатухающие колебания физического и пружинного маятников. Вынужденные колебания и резонанс. Контрольная работа.
5	Методы решения термодинамических задач. Использование уравнения состояния системы, уравнений термодинамических процессов и первого начала термодинамики при расчете процессов в идеальном газе. Вычисление теплоемкости термодинамических процессов.
6	Вычисление изменения энтропии термодинамической системы. Второе начало термодинамики. Циклические процессы и вычисление к.п.д. тепловых машин. Цикл Карно. Функция распределения Максвелла молекул газа по величинам скоростей и её применение к расчету средних величин.
7	Функция распределения Больцмана и барометрическая формула. Частота столкновения молекул газа со стенкой. Средняя длина свободного пробега молекул газа.
8	Явления переноса (теплопроводность и вязкость). Контрольная работа.
<b>3 семестр</b>	
9	Принцип суперпозиции и расчет электростатического поля для системы точечных зарядов и для заряда, распределенного непрерывно. Вычисление напряженности и потенциала электростатического поля. Связь напряженности и потенциала. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.
10	Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей. Энергия системы заряженных частиц и электрического поля. Емкость и энергия заряженных конденсаторов.
11	Законы постоянного тока. Правила Кирхгофа. Ток в неоднородных проводниках. Вычисление электрического заряда, протекающего по цепи и выделяющегося в электрической цепи джоулевого тепла. Закон Джоуля-Ленца. Контрольная работа.
12	Расчет магнитных полей с помощью закона Био-Савара и с помощью теоремы о циркуляции.
13	Силы Лоренца и Ампера. Движение заряженной частицы в стационарных электрическом и магнитном полях. Силы, действующие на электрический и магнитный диполь (контур с током).
14	Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Вычисление индуктивности. Энергия магнитного поля.
15	Собственные электрические колебания в цепях. Электрический колебательный контур и его параметры. Вынужденные электрические колебания. Контрольная работа.
<b>4 семестр</b>	
16	Электромагнитные волны. Интерференция световых (электромагнитных) волн. Интерференционные схемы.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
17.	Многолучевая интерференция (дифракционная решетка). Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция света (электромагнитных волн) на узкой щели и на круглом отверстии.
18	Законы теплового излучения. Использование закона Стефана-Больцмана и закона смещения Вина для теплового излучения абсолютно черного тела. Коэффициент поглощения.
19	Явление фотоэффекта. Применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта. Эффект Комптона. Контрольная работа.
20	Волны де Бройля. Квантовые постулаты Бора и боровская модель одноэлектронного атома. Спектральные серии излучения одноэлектронного атома. Принцип Паули. Система четырех квантовых чисел. Заполнение электронных оболочек и подоболочек в многоэлектронных атомах. Квантование орбитального и собственного момента импульса и магнитного момента электрона (атома).
21	Волновая функция квантовой микросистемы и её свойства. Квантовый принцип суперпозиции и плотность вероятности обнаружения частицы. Использование стационарного уравнения Шредингера для расчета характеристик квантовых систем. Частица в одномерной потенциальной яме. Квантовый гармонический осциллятор. Спектр разрешенных значений энергий и излучение микросистем. Квантовый гармонический осциллятор и спектр его энергий.
22	Радиоактивность и закон радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада ядер. Энергетический выход реакции радиоактивного распада. Контрольная работа.

### Заочная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Кинематика поступательного и вращательного движения. Связь кинематических характеристик при поступательного и вращательного движений. Уравнения динамики поступательного движения и вращательного движения вокруг закрепленной оси. Момент импульса и момент силы. Законы сохранения и изменения импульса, момента импульса и механической энергии.
2	Механические колебания. Затухающие и незатухающие колебания физического и пружинного маятников. Вынужденные колебания и резонанс. Методы решения термодинамических задач. Вычисление изменения энтропии термодинамической системы. Функция распределения Больцмана и барометрическая формула. Частота столкновения молекул газа со стенкой. Средняя длина свободного пробега молекул газа.
<b>3 семестр</b>	
3	Принцип суперпозиции и расчет электростатического поля для системы точечных зарядов и для заряда, распределенного непрерывно. Вычисление напряженности и потенциала электростатического поля. Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей. Законы постоянного тока. Правила Кирхгофа.
4	Расчет магнитных полей с помощью закона Био-Савара и с помощью теоремы о циркуляции. Силы Лоренца и Ампера. Движение заряженной частицы в стационарных электрическом и магнитном полях. Силы, действующие на электрический и магнитный диполь (контур с током). Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Явления самоиндукции и взаимной индукции. Собственные электрические колебания в цепях. Электрический колебательный контур и его параметры. Вынужденные электрические колебания.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>4 семестр</b>	
5	Электромагнитные волны. Интерференция световых (электромагнитных) волн. Интерференционные схемы. Многолучевая интерференция (дифракционная решетка). Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция света (электромагнитных волн) на узкой щели и на круглом отверстии. Законы теплового излучения. Использование закона Стефана-Больцмана и закона смещения Вина для теплового излучения абсолютно черного тела. Коэффициент поглощения. Явление фотоэффекта. Применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта. Эффект Комптона.
6	Волны де Бройля. Квантовые постулаты Бора и боровская модель одноэлектронного атома. Спектральные серии излучения одноэлектронного атома. Принцип Паули. Система четырех квантовых чисел. Заполнение электронных оболочек и подоболочек в многоэлектронных атомах. Квантование орбитального и собственного момента импульса и магнитного момента электрона (атома). Волновая функция квантовой микросистемы и её свойства. Квантовый принцип суперпозиции и плотность вероятности обнаружения частицы. Использование стационарного уравнения Шредингера для расчета характеристик квантовых систем. Частица в одномерной потенциальной яме. Квантовый гармонический осциллятор. Спектр разрешенных значений энергий и излучение микросистем. Квантовый гармонический осциллятор и спектр его энергий.

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>2 семестр</b>	
1	Исследование косого удара о наклонную плоскость
2	Упругий удар шаров
3	Определение скорости пули с помощью баллистического маятника
4	Измерение скорости пули с помощью физического маятника
5	Определение силы трения скольжения
6	Изучение вращательного движения
7	Определение радиуса кривизны вогнутой поверхности методом катающегося шарика
8	Измерение скорости пули с помощью вращающейся платформы
9	Определение коэффициента трения качения для различных материалов
10	Определение моментов инерции методом колебаний
11	Определение момента инерции с методом крутильных колебаний
12	Определение ускорения свободного падения с помощью физического маятника
13	Изучение колебаний пружинного маятника
14	Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма
15	Определение коэффициента поверхностного натяжения воды методом отрыва кольца
16	Определение вязкости жидкости по методу Стокса
17	Определение длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха
<b>3 семестр</b>	
18	Исследование электрического поля проводника с током
19	Измерение сопротивлений проводников мостовыми схемами

№ п/п	Наименования лабораторных работ
20	Релаксационные колебания
21	Термоэлектрические явления
22	Определение удельного заряда методом магнетрона
23	Магнитное поле земли
24	Исследование магнитного поля соленоида
25	Определение индуктивности тороида с ферритовым магнитопроводом
26	Исследование электрических затухающих колебаний
27	Определение основных характеристик электрического колебательного контура

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>2 семестр</b>	
1	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ. Подготовка отчета по результатам каждой лабораторной работы
2	Подготовка к выполнению двух рубежных аттестаций по физике
3	Подготовка к практическим занятиям и к выполнению двух контрольных работ по физике
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<b>3 семестр</b>	
5	Подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ. Подготовка отчета по результатам каждой лабораторной работы
6	Подготовка к практическим занятиям и к выполнению двух контрольных работ по физике
7	Подготовка к выполнению двух контрольных тестовых процедур по физике
8	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<b>4 семестр</b>	
9	Подготовка к практическим занятиям и к выполнению двух контрольных работ по физике
10	Подготовка к выполнению двух контрольных тестовых процедур по физике
11	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

##### Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>2 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим занятиям и к выполнению двух контрольных работ по физике
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<b>3 семестр</b>	
3	Подготовка к практическим занятиям и к выполнению двух контрольных работ по физике
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>4 семестр</b>	
5	Подготовка к практическим занятиям и к выполнению двух контрольных работ по физике
6	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

**Очная форма обучения**

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
2 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Выполнение и защита трёх лабораторных работ	12
		Выполнение контрольной работы по физике на практических занятиях	8
		Выполнение контрольных тестовых заданий	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Выполнение и защита трёх лабораторных работ	12
		Выполнение контрольной работы по физике на практических занятиях	8
		Выполнение контрольных тестовых заданий	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Рубежный контроль не предусмотрен	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Выполнение и защита трёх лабораторных работ	12
		Выполнение контрольной работы по физике на практических занятиях	8
		Выполнение контрольных тестовых заданий	10
		Итого	30
	Рубежный контроль не предусмотрен	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Выполнение и защита трёх лабораторных работ	12
		Выполнение контрольной работы по физике на практических занятиях	8
		Выполнение контрольных тестовых заданий	10
		Итого	30



Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
4 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Рубежный контроль не предусмотрен	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Выполнение контрольной работы по физике на практических занятиях	15
		Выполнение контрольных тестовых заданий	15
		Итого	30
	Рубежный контроль не предусмотрен	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Выполнение контрольной работы по физике на практических занятиях	15
		Выполнение контрольных тестовых заданий	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
<b>2 семестр</b>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Выполнение первой контрольной работы	20
	Выполнение контрольных тестовых заданий	10
	Итого	30
	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Выполнение второй контрольной работы	20
	Выполнение контрольных тестовых заданий	10
	Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)
<b>3 семестр</b>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Выполнение первой контрольной работы	20
	Выполнение контрольных тестовых заданий	10
	Итого	30
	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Выполнение второй контрольной работы	20
	Выполнение контрольных тестовых заданий	10
	Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)
<b>4 семестр</b>		

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>			<b>Максимальное количество баллов</b>
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>		
	Выполнение первой контрольной работы		15
	Выполнение контрольных тестовых заданий		15
	Итого		30
	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>		
	Выполнение второй контрольной работы		15
	Выполнение контрольных тестовых заданий		15
	Итого		30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

### **Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине требуется стандартная аудитория;
- для проведения лабораторных работ требуется учебная лаборатория, оснащенная лабораторными установками не менее 7-8 разных типов в общем количестве не менее 30 рабочих мест, а также необходимыми для проведения физического эксперимента измерительными приборами.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие для вузов : в 3 т.: Т. 1: Механика. Молекулярная физика/ И. В. Савельев . — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург, Москва,

Краснодар : Лань, 2008. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-0685-2 (Том 1).

Савельев И.В. Курс физики. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон.текстовые данные. — СПб, М.: Лань, 2017. — 356 с. — Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/95163#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/95163#book_name).— ЭБС “Лань”, по паролю.

2. Савельев И.В. Курс физики : учеб. пособие для вузов : в 3 т.: Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика / И. В. Савельев . — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург, Москва, Краснодар : Лань, 2008 .— 468 с. — ISBN 978-5-8114-0686-9 (Том 2).

Савельев И.В. Курс физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон.текстовые данные. — СПб, М.: Лань, 2018. — 468 с. — Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/100927#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/100927#book_name).— ЭБС “Лань”, по паролю.

3. Савельев, И. В. Курс физики : учеб. пособие для вузов : в 3 т. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев . — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург, Москва, Краснодар : Лань, 2008 .— 303 с. — ISBN 978-5-8114-0684-5 (Том 3).

Савельев И.В. Курс физики. В 3-х тт. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон.текстовые данные. — СПб, М.: Лань, 2018. — 308 с. — Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/98247#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/98247#book_name).— ЭБС “Лань”, по паролю.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Чертов А.Г., Воробьев А.А., под ред. Общая физика (для бакалавров) [Электронный ресурс]: учебное пособие/— Электрон.текстовые данные. —М.: КноРус, 2016. — 800 с. — ISBN 978-5-406-05760-5 —Режим доступа: <https://www.book.ru/book/922169>.— ЭБС “BOOK.ru”, по паролю.

2. Колмаков Ю.Н., Пекар Ю.А., Лежнева Л.С. Термодинамика и молекулярная физика. Лекции по физике : учеб. пособие [Электронный ресурс]/ Электрон.текстовые данные. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2008 .— 139 с. : ил.— ISBN 978-5-7679-1221-6. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014112810265189549100005390>. – ЭБС “БиблиоТех”, по паролю.

3. Колмаков Ю. Н., Пекар Ю. А., Лагун И. М. Электричество и магнетизм : лекции по физике [Электронный ресурс]/ Электрон.текстовые данные. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2008 .— 140 с. — ISBN 5-7679-0186-4. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014112810334538607700008298>. – ЭБС “БиблиоТех”, по паролю.

4. Колмаков Ю.Н., Пекар Ю.А., Лежнева Л.С. Электромагнетизм и оптика : лекции по физике [Электронный ресурс]/ Электрон.текстовые данные. — Тула, 2010 .— 130 с. : ил.— ISBN 5-7679-0187-2. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014112810384275951700003447>. – ЭБС “БиблиоТех”, по паролю.

5. Колмаков Ю.Н., Пекар Ю.А., Лежнева Л.С., Семин В.А. Основы квантовой теории и атомной физики: учеб. пособие [Электронный ресурс]/ Электрон.текстовые данные. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2010 .— 148 с.— ISBN 5-7679-0352-2. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014112811001257771700009442>. – ЭБС “БиблиоТех”, по паролю.

6. Колмаков Ю. Н., Кажарская С.Е. Физика. Электромагнетизм: руководство к проведению самостоятельной работы студентов: учебн. пособие [Электронный ресурс]/ Электрон.текстовые данные. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2017.— 156 с. — ISBN 978-5-7679-33915-2. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/20171008211439385188000016096> – ЭБС “БиблиоТех”, по паролю.

7. Колмаков Ю. Н., Левин Д.М., Семин В.А. Основы физики конденсированных сред и физики микромира: Ч.1 [Электронный ресурс]: учебн. пособие/ Электрон.текстовые данные. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2014.— 185 с. — ISBN 978–5–7679–2655–8. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014112811061720373600008163> – ЭБС “БиблиоТех”, по паролю.

8. Колмаков Ю. Н., Левин Д.М., Семин В.А. Основы физики конденсированных сред и физики микромира: Ч.2 [Электронный ресурс]: учебн. пособие/ Электрон.текстовые данные. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2014.— 150 с. — ISBN 978–5–7679–2661–9. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014112811120307727100005632> – ЭБС “БиблиоТех”, по паролю.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <https://tsutula.bibliotech.ru/> – Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” (учебники авторов ТулГУ) по паролю.
2. <http://www.iprbookshop.ru/> – ЭБС IPRBooks (включает базовую коллекцию учебных пособий по физике).
3. [https://e.lanbook.com/books/918#fizika\\_0\\_header](https://e.lanbook.com/books/918#fizika_0_header) – ЭБС издательства Лань (доступ к научно-образовательному ресурсу по физике).
4. <https://biblio-online.ru/> – ЭБС издательства Юрайт (доступ к научно-образовательному ресурсу, включая издания по физике).
5. <http://sfiz.ru/> – Вся физика. Научно-образовательный проект.
6. <http://window.edu.ru/catalog/> – Российский образовательный портал по физике - ресурсы для студентов и преподавателей.
7. [http://ph4s.ru/books\\_phys.html](http://ph4s.ru/books_phys.html) – Образовательный портал по физике (МИФИ).
8. <http://www.phys.msu.ru/> – сайт физфака МГУ.
9. <https://www.ufn.ru/> – сайт журнала “Успехи физических наук”.
10. <http://www.physnet.ru/PhysNet/education.html> – Физическое образование за рубежом (english).

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.