

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 891

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Сформировать у студентов представление о классической физической теории как высшем уровне обобщения наблюдений, практического опыта и эксперимента. Показать, что физическая теория описывает физические явления и представляет связи между физическими величинами, характеризующими физические явления, в математической форме. Сформировать у студента ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез. Сформировать у студентов физическое мировоззрение, т.е. создать в сознании студентов целостную картину физического мира (макро- и микромира), наиболее полно отражающую свойства реального мира.

Задачи дисциплины:

- изучить основные законы и модели фундаментальных разделов общей физики;
- сформировать навыки наблюдения, логического анализа и обобщения эмпирической информации;
- изучить основные методологические подходы и приемы решения физических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Общая физика» является одной из дисциплин обязательной части учебного плана. В качестве входных знаний студенты должны владеть профильным уровнем школьной программы по физике и математике. Освоение дисциплины «Общая физика» необходимо для последующего изучения дисциплин модуля «Теоретическая физика», спецкурсов, а также для написания выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии. ИД-2 _{ОПК-1} Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования ИД-3 _{ОПК-1} Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 24.00 зачетных единицы, 864.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Введение в курс физики	1	2											Коллоквиум.
2	Раздел 1. Механика. 1.1 Кинематика	1	4		4								3	Домашнее задание (решение задач). Контрольная работа №1. Коллоквиум
3	1.2 Динамика материальной точки	1	6		4								2	Домашнее задание (решение задач). Контрольная работа №1. Коллоквиум
4	1.3 Работа и энергия. Законы сохранения	1	6		4								3	Домашнее задание (решение задач). Контрольная работа №1. Коллоквиум
5	1.4 Неинерциальные системы отсчета	1	4		2								2	Домашнее задание (решение задач). Контрольная работа №2. Коллоквиум
6	1.5 Динамика системы частиц	1	6		4								2	Домашнее задание (решение задач). Контрольная работа №2. Коллоквиум
7	1.6 Элементарная динамика	1	6		4								2	Домашнее задание (решение

	твердого тела																задач). Контрольная работа №2. Коллоквиум	
8	1.7 Тяготение	1	4		2												2	Домашнее задание (решение задач). Контрольная работа №3
9	1.8 Колебательное движение	1	4		4												2	Домашнее задание (решение задач). Контрольная работа №3
10	1.9 Основы специальной теории относительности	1	4		2												2	Домашнее задание (решение задач)
11	1.10 Элементы механики сплошных сред	1	6		4												2	Домашнее задание (решение задач)
12	Экзамен	1											0.3	35.7				
13	Раздел 2. Молекулярная физика 2.1 Основные понятия и законы физики макроскопических систем	2	4		4												2	Индивидуальное домашнее задание
14	2.2 Первое начало термодинамики	2	6		6												2	Индивидуальное домашнее задание. Контролирующий тест
15	2.3 Второе начало термодинамики	2	6		4												3	Индивидуальное домашнее задание. Контролирующий тест. Контрольная работа
16	2.4 Основы молекулярно-кинетической теории вещества	2	6		2												2	Индивидуальное домашнее задание. Контролирующий тест.
17	2.5 Статистический метод в молекулярной	2	6		4												2	Индивидуальное домашнее задание.

	физике																	Контролирующий тест	
18	2.6 Явления переноса в неравновесных системах	2	6		4													2	Индивидуальное домашнее задание
19	2.7 Газы с межмолекулярным взаимодействием и жидкости	2	4		4													2	Контрольная работа
20	2.8 Поверхностные явления	2	4		2													2	Индивидуальное домашнее задание
21	2.9 Фазовые равновесия и фазовые превращения	2	4		2													2	Индивидуальное домашнее задание. Контролирующий тест
22	2.10. Твердые тела	2	6		2													3	Контролирующий тест
23	Экзамен	2											0.3	35.7					
24	Раздел 3. Электричество и магнетизм. 3.1 Электрическое поле в вакууме	3	8		6													2	Тест №1 Индивидуальное домашнее задание №1 Контрольная работа №1 Коллоквиум
25	3.2 Электрическое поле в веществе	3	6		6													2	Тест №1 Индивидуальное домашнее задание №1 Контрольная работа №1 Коллоквиум
26	3.3 Постоянный электрический ток	3	6		6													3	Индивидуальное домашнее задание №1 Контрольная работа №1 Коллоквиум
27	3.4 Электрический ток в вакууме и газах	3	6															3	Тест №2 Индивидуальное домашнее задание №1 Коллоквиум
28	3.5 Магнитостатика	3	6		4													2	Тест №2 Индивидуальное домашнее

																		задание №2 Контрольная работа №2	
29	3.6 Магнитное поле в веществе	3	6		4													2	Тест №2 Индивидуальное домашнее задание №2 Контрольная работа №2
30	3.7 Электромагнитная индукция	3	4		4													2	Тест №3 Индивидуальное домашнее задание №2 Контрольная работа №2
31	3.8 Уравнения Максвелла	3	4															2	Индивидуальное домашнее задание №2 Контрольная работа №2
32	3.9 Электромагнитные колебания. Переменный ток	3	6		4													4	Индивидуальное домашнее задание №3
33	Экзамен	3											0.3	35.7					
34	Раздел 4. Оптика 4.1 Введение. Элементы геометрической оптики	4	4		4													2	Контрольная работа Домашнее задание (решение задач). Коллоквиум
35	4.2 Основы электромагнитной природы света. Введение в волновую оптику.	4	6		2													2	Домашнее задание (решение задач). Коллоквиум
36	4.3 Интерференция света	4	8		6													4	Контрольная работа. Домашнее задание (решение задач). Коллоквиум
37	4.4 Дифракция света	4	8		6													4	Контрольная работа Домашнее задание

																		(решение задач). Коллоквиум	
38	4.5 Поляризация света	4	6		4													4	Домашнее задание (решение задач) Коллоквиум
39	4.6 Взаимодействие света с веществом	4	6		2													3	Домашнее задание (решение задач). Коллоквиум
40	4.7 Основы фотометрии	4	4		4													4	Домашнее задание (решение задач). Самостоятельная работа
41	4.8 Теория теплового излучения	4	6		4													4	Домашнее задание (решение задач). Самостоятельная работа
42	4.9 Введение в квантовую оптику	4	4		2													4	Самостоятельная работа
43	Экзамен	4											0.3	26.7					
44	Раздел 5. Атомная физика 5.1 Микромир. Корпускулярно-волновой дуализм.	5	8		6													4	Контрольная работа. Коллоквиум. Индивидуальное задание (РГР1) Письменный опрос
45	5.2 Развитие теории атома. Атомные модели	5	4		4													2	Коллоквиум. Контрольная работа.
46	5.3 Квантово-механическая модель водородоподобного атома	5	12		6													4	Коллоквиум. Индивидуальное задание (РГР2). Контрольная работа. Письменный опрос
47	5.4 Многоэлектронные атомы	5	10		6													4	Письменный опрос. Контрольная работа
48	5.5 Атом во внешнем поле	5	8		4													2	Контрольная работа. Коллоквиум

49	5.6 Рентгеновские спектры	5	4		4							4	Письменный опрос. Контрольная работа
50	5.7 Молекулы	5	6		4							2	Контрольная работа
51	Экзамен	5								0.3	35.7		
52	Раздел 6. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 6.1 Общие свойства атомных ядер	6	8		4							3	Домашнее задание (решение задач). Коллоквиум
53	6.2 Радиоактивность	6	6		6							3	Домашнее задание (решение задач). Коллоквиум. Контрольная работа
54	6.3 Ядерные реакции	6	6		6							3	Домашнее задание (решение задач). Коллоквиум. Контрольная работа
55	6.4 Взаимодействие ядерного излучения с веществом	6	8		6							3	Домашнее задание (решение задач).
56	6.5 Фундаментальные взаимодействия	6	8		4							3	Письменный опрос
57	6.6 Классификация элементарных частиц	6	8		4							4	Домашнее задание (решение задач)
58	6.7 Свойства элементарных частиц	6	8		4							3	Письменный опрос
59	Экзамен	6								0.3	35.7		
	Итого			312.0	204.0	0.0	0.0	0.0	1.8	205.2	141.0		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в курс физики	Предмет современной физики. Методы физического исследования. Идеализация реальных

		объектов и взаимосвязей между ними. Принципиальная роль физического эксперимента.
2	Раздел 1. Механика. 1.1 Кинематика	Пространство и время. Кинематика материальной точки. Характерные пространственно-временные масштабы. Границы применимости классической механики. Способы описания движения материальной точки. Системы отсчета. Скорость и ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения. Вращательное движение, угловая скорость и угловое ускорение.
3	1.2 Динамика материальной точки	Взаимодействие и инерциальные системы отсчета. Первый, второй и третий законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Второй закон Ньютона как дифференциальное уравнение движения. Роль начальных условий. Основные типы динамических задач. Движение материальной точки под действием постоянной силы. Движение под действием силы, пропорциональной скорости. Примеры "упругой" силы, гармонический осциллятор. Динамика вращательного движения материальной точки.
4	1.3 Работа и энергия. Законы сохранения	Законы сохранения. Механическая работа и мощность. Работа силы трения, однородной силы тяжести, силы всемирного тяготения. Потенциальные силы. Потенциальная энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии. Механическая энергия, теорема об изменении механической энергии. Закон сохранения механической энергии материальной точки в поле консервативных сил. Потенциальная энергия и устойчивость состояния равновесия материальной точки. Одномерное движение материальной точки в потенциальном поле, финитные и инфинитные движения. Движение в центрально-симметричном поле. Уравнение моментов для материальной точки. Закон сохранения момента импульса в центральном силовом поле.
5	1.4 Неинерциальные системы отсчета	Неинерциальные системы отсчета. Система отсчета, ускоренно движущаяся относительно инерциальной. Силы инерции. Вращающаяся система отсчета. Теорема Кориолиса. Центробежная сила и сила Кориолиса. Земля как неинерциальная система отсчета. Маятник Фуко.
6	1.5 Динамика системы частиц	Центр масс. Импульс системы материальных точек. Теорема об изменении импульса системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Динамика материальной точки с переменной массой, уравнение Мещерского. Реактивная сила. Момент импульса систем материальных точек. Уравнение моментов для системы материальных

		точек. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая и потенциальная энергии для системы материальных точек. Механическая энергия системы материальных точек и условия ее сохранения. Явление удара (столкновение частиц).
7	1.6 Элементарная динамика твердого тела	Динамика абсолютно твердого тела. Уравнения движения центра масс и уравнения моментов для твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Гюйгенса- Штейнера. Связь между моментом импульса и угловой скоростью твердого тела в общем случае, тензор инерции. Свободные оси. Кинетическая энергия и работа при вращении вокруг неподвижной оси. Плоское движение твердого тела, понятие мгновенной оси вращения. Качение тел, трение качения. Кинетическая энергия при плоском движении. Приближенная теория гироскопа. Прецессионное движение гироскопа. Гироскопические силы.
8	1.7 Тяготение	Силы тяготения. Вывод закона тяготения из законов Кеплера для планет. Эквивалентность гравитационной и инертной масс. Гравитационное поле, гравитационный потенциал. Движение материальной точки в поле тяготения. Первая, вторая и третья космические скорости. Вес и невесомость тел.
9	1.8 Колебательное движение	Гармонические колебания, уравнение. Пружинный, физический, математический и крутильный маятники. Дифференциальное уравнение. Собственные колебания. Роль начальных условий. Энергия колебаний, уравнение энергии. Обратный маятник. Теорема Гюйгенса. Затухание колебаний. Логарифмический декремент затухания. Случай большого трения.
10	1.9 Основы специальной теории относительности	Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца и некоторые следствия из них (относительность понятия времени, лоренцево сокращение длины, замедление хода движущихся часов). Понятие интервала. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская масса. Связь релятивистской массы с энергией, а также энергии с импульсом. Давление света.
11	1.10 Элементы механики сплошных сред	Деформации и напряжения в твердых телах. Закон Гука. Упругие константы вещества. Сложные деформации (изгиб, кручение). Отклонения от закона Гука при больших деформациях (нелинейность, пластичность). Механика жидкости и газов. Жидкость и газ в состоянии равновесия. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Стационарное течение несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли. Течение вязкой жидкости. Число

		Рейнольдса. Ламинарное и турбулентное течение. Волны в сплошной среде и элементы акустики
12	Раздел 2. Молекулярная физика 2.1 Основные понятия и законы физики макроскопических систем	Предмет и методы исследования молекулярной физики. Динамический, статистический и термодинамический методы описания вещества. Задачи термодинамики. Уравнение состояния. Температура и термодинамическое равновесие. Термометрическое тело и термометрическая величина. Эмпирическая шкала температур. Температура по шкале идеального газа. Термометры. Международная практическая шкала температур.
13	2.2 Первое начало термодинамики	Работа и внутренняя энергия термодинамической системы. Термодинамические процессы. Квасистатический процесс. Работа в термодинамике. Опыт Джоуля. Внутренняя энергия как функция состояния термодинамической системы. Внутренняя энергия идеального газа (опыт Гей-Люсака). Физическое содержание первого начала термодинамики. Теплота. Первое начало термодинамики. Применимость понятия "количество теплоты". Энтальпия. Применение I начала термодинамики к изопроцессам в идеальных газах. Теплоемкость идеальных газов. Теплоемкость. Теплоемкость идеальных газов в различных процессах. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропный процесс. Уравнение политропы. Теплоемкость при политропном процессе.
14	2.3 Второе начало термодинамики	Формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность. Формулировки Кельвина, Клаузиуса, Планка второго начала термодинамики. Доказательство эквивалентности данных формулировок. Циклические процессы. Тепловые машины. Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Работа цикла. Принцип действия тепловой машины и ее термический КПД. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина. Закон возрастания энтропии. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Физический смысл энтропии. Изменение энтропии в необратимых процессах. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа. Абсолютная термодинамическая шкала температур. Термодинамические функции и их физический смысл. Термодинамические функции (внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия,

		термодинамический потенциал Гиббса.), их физический смысл, связь между их полными дифференциалами.
15	2.4 Основы молекулярно-кинетической теории вещества	<p>Модель идеального газа. Основное уравнение кинетической теории газов.</p> <p>Модель идеального газа. Число ударов молекул о стенку. Давление газа на стенку сосуда. Вывод основного уравнения кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона- Менделеева. Закон Дальтона.</p> <p>Классическая и квантовая теории теплоемкости. Молекулярно- кинетический смысл абсолютной температуры. Степени свободы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоемкости идеального газа. Расхождение теории теплоемкости идеального газа с экспериментом. Качественное объяснение зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры. Классическая теория теплоемкости твердых тел (теория и эксперимент), закон Дюлонга и Пти.</p>
16	2.5 Статистический метод в молекулярной физике	<p>Основные понятия теории вероятности и математической статистики. Случайные события. Случайные величины. Вероятность. Функция плотности вероятности. Нормировка вероятности. Сложение вероятностей взаимно исключающих событий. Умножение вероятностей для независимых событий. Среднее значение дискретной и непрерывно изменяющейся величин.</p> <p>Распределение молекул по скоростям (распределение Максвелла). Распределение молекул по скоростям: постановка задачи. Характерные скорости распределения Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Принцип детального равновесия.</p> <p>Распределение частиц во внешнем силовом поле (распределение Больцмана). Вывод распределения Больцмана. Барометрическая формула. Независимость температуры от внешнего потенциального поля. Смесь газов в сосуде. Экспериментальная проверка распределения Больцмана. Соотношение между распределениями Максвелла и Больцмана. Атмосфера планет.</p> <p>Статистический характер второго начала термодинамики. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы. Постулат равновероятности микросостояний.</p> <p>Статистический вес и вероятность макросостояния. Энтропия. Статистический характер второго начала термодинамики. Флуктуации. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температуры.</p>
17	2.6 Явления переноса в	Процессы переноса в газах (теплопроводность,

	неравновесных системах		диффузия, вязкость). Средняя длина свободного пробега. Сечение процессов. Экспериментальное определение поперечного сечения столкновений. Частота столкновений. Ослабление пучка молекул в газе. Процессы переноса в газах (теплопроводность, диффузия, вязкость). Связь между коэффициентами, характеризующими процессы переноса. Основные отличительные особенности явлений переноса в твердых телах и жидкостях. Физические явления в разреженных газах. Определение вакуума. Теплопередача, диффузия и трение при малых давлениях. Явления в сосудах, сообщающихся через пористую оболочку.
18	2.7 Газы межмолекулярным взаимодействием жидкости	с и	Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Вириальное уравнение состояния. Закон соответственных состояний. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Переход из газообразного состояния в жидкое. Экспериментальные изотермы реального газа (изотермы Эндрюса). Метастабильные состояния. Критическое состояние. Правило рычага. Эффект Джоуля-Томсона. Дифференциальный и интегральный эффект Джоуля - Томсона в газе Ван-дер-Ваальса. Дифференциальный коэффициент Джоуля-Томсона. Методы охлаждения газов. Сжижение газов. Свойства вещества при температуре, близкой к 0 К.
19	2.8 Поверхностные явления		Поверхностное натяжение. Свободная поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения. Термодинамика поверхностного натяжения. Контактные явления. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Условие равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость - твердое тело. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Капилляры. Поверхностно-активные вещества.
20	2.9 Фазовые равновесия и фазовые превращения		Фазы и фазовые равновесия. Фазовые диаграммы. Агрегатные состояния вещества. Фаза. Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы. Тройная точка. Испарение и кипение жидкостей. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Метастабильные состояния. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Кипение. Перегретая жидкость. Переохлажденный пар. Кристаллизация и плавление, сублимация. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и

		<p>второго рода. Кристаллизация и плавление. Кристаллизация и сублимация. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода. Растворы. Структура жидкостей. Зависимость свойств жидкости от строения молекул. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Свойства и применение жидких кристаллов. Растворы. Растворимость. Теплота растворения. Идеальные растворы. Зависимость растворимости от температуры.</p>
21	2.10. Твердые тела	<p>Симметрия твердых тел. Ось симметрии n-го порядка. Плоскость симметрии. Центр симметрии. Зеркально-поворотная ось n-го порядка. Точечные группы симметрии. Зеркальные изомеры. Элементы кристаллографии. Кристаллические решетки. Примитивная решетка. Выбор базиса примитивной решетки. Трансляционная симметрия. Кристаллические системы. Кристаллографические системы координат. Индексы Миллера и индексы направлений. Решетки химических элементов и соединений. Дефекты в кристаллах. Дефекты в кристаллах. Пластическая деформация. Молекулярный механизм прочности.</p>
22	<p>Раздел 3. Электричество и магнетизм.</p> <p>3.1 Электрическое поле в вакууме</p>	<p>Предмет классической электродинамики. Роль электромагнитных взаимодействий. Идея близкодействия. Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда. Электростатическое поле в вакууме. Закон Кулона. Экспериментальная проверка. Пределы применимости. Напряженность электрического поля, точечного заряда, непрерывного распределения зарядов. Поток вектора. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса Теорема Ирншоу. Потенциальность электростатического поля. Работа электростатического поля. Циркуляция, ротор вектора напряженности. Потенциал, разность потенциалов, градиент. Неоднозначность скалярного потенциала. Эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и потенциалом. Потенциал полей точечного заряда, непрерывного распределения зарядов. Общая задача электростатики. Уравнение Лапласа. Уравнение Пуассона.</p>
23	3.2 Электрическое поле в веществе	<p>Проводники в электрическом поле. Электрическое поле вблизи поверхности проводника. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Емкость проводника, системы проводников. Конденсаторы и их емкость. Энергия плоского конденсатора. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия. Энергия заряженных проводников. Емкостные</p>

		<p>потенциальные коэффициенты. Теорема взаимности.</p> <p>Диэлектрики в электростатическом поле. Электрическое поле в среде. Диполь во внешнем электрическом поле. Энергия диполя во внешнем поле. Механизмы поляризации диэлектриков. Полярные, неполярные диэлектрики. Ионные кристаллы. Количественная характеристика поляризации - поляризованность. Формула Клаузиуса- Моссоти. Влияние поляризации на электрическое поле. Связанные заряды. Теорема Гаусса для диэлектриков. Вектор электрической индукции. Граничные условия. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, их свойства и применение.</p>
24	3.3 Постоянный электрический ток	<p>Плотность, сила тока. Уравнение непрерывности. Сторонние, электродвижущие силы. Закон Ома в дифференциальной и интегральной формах для однородного, неоднородного участка цепи, замкнутой цепи.</p> <p>Работа, мощность тока. Закон Джоуля- Ленца, Видемана- Франца. Затруднение классической электронной теории. Понятие о зонной теории твердых тел. Расщепление энергетических уровней и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников, металлов.</p> <p>Электропроводимость по зонной теории. Электрические цепи. Законы Кирхгофа.</p>
25	3.4 Электрический ток в вакууме и газах	<p>Подвижность ионов и электронов. Ток вакууме. Закон «трех вторых». Термоэлектронная эмиссия. Термоэлектродвижущая ЭДС. Явление Пельтье, Томсона.</p>
26	3.5 Магнитостатика	<p>Закон взаимодействия элементов тока. Полевая трактовка. Релятивистская природа магнетизма. Сила Лоренца. Магнитное поле точечного заряда. Закон Био-Савара. Закон Ампера. Магнитное поле кругового тока, прямолинейного проводника с током конечной и бесконечной длины. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Поле элементарного контура с током. Сила и момент сил, действующий на магнитный момент. Работа при перемещении контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля контуров с током.</p>
27	3.6 Магнитное поле в веществе	<p>Вектор намагничивания. Векторный потенциал при наличии магнитного поля. Объемные и поверхностные молекулярные токи. Напряженность магнитного поля. Граничные условия. Магнитные свойства атомов. Гиромангнитные эффекты. Опыты Штерна и Герлаха. Спин. Диамагнетизма, парамагнетизма. Природа диамагнетизма, Ларморова прецессия. Парамагнетизм. Объяснение парамагнетизма по Ланжевону. Зависимость</p>

		парамагнитной восприимчивости от температуры. Ферромагнетики и их свойства} Теория ферромагнетизма.
28	3.7 Электромагнитная индукция	Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Индукция токов в движущихся проводниках. Явление самоиндукции. Индуктивность проводов. Коэффициенты взаимной индукции. Потокосцепление. Энергия магнитного поля, энергия магнитного поля нескольких контуров с током.
29	3.8 Уравнения Максвелла	Обобщение закона электромагнитной индукции Максвеллом. I уравнение Максвелла. Вихревое электрическое поле и его свойства. Ток смещения. Второе уравнение Максвелла - обобщение закона полного тока. Система уравнений Максвелла и физический смысл уравнений. Энергия электромагнитного поля. Плотность энергии. Вектор Умова-Пойтинга. Свободное электромагнитное поле. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна. Излучение электромагнитных волн.
30	3.9 Электромагнитные колебания. Переменный ток	Колебательный контур. Уравнения колебательного контура. Квазистационарные процессы. Цепи квазистационарного переменного тока. Цепи с емкостью, индуктивностью, сопротивлением, источником переменного ЭДС. Импеданс. Метод векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Правило Кирхгофа. Работа и мощность переменного тока. Средняя мощность. Резонанс в цепи переменного тока. Точки Фуко. Скин- эффект. Техническое применение переменного тока.
31	Раздел 4. Оптика 4.1 Введение. Элементы геометрической оптики	Предмет оптики. Основные проблемы и направления в современной оптике. Этапы развития оптики. Принцип Ферма. Экспериментальные данные, свидетельствующие об электромагнитной природе света. Шкала электромагнитных волн. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Обоснование существования оптического луча. Оптическая и геометрическая длина пути. Показатель преломления. Преломление на сферической поверхности. Формула тонкой линзы. Оптические системы. Глаз и зрение. Кривая видности. Восприятие формы: цвета, движения, глубины. Световые флуктуации
32	4.2 Основы электромагнитной природы света. Введение в волновую оптику.	Уравнение Максвелла. Основные характеристики электромагнитных волн. Плоские волны. Волновое уравнение. Поперечность электромагнитных волн. Плотность энергии импульса электромагнитных

		волн. Вектор Умова- Пойтинга. Интенсивность света. Опыты Лебедева. Соотношение между амплитудами и фазами. Коэффициенты отражения и пропускания. Формула Френеля.
33	4.3 Интерференция света	Интерференция монохроматических волн Основные интерференционные схемы и их описание: опыт Юнга, бипризма Френеля, зеркало Ллойда. Когерентность волн. Временная когерентность, время и длина когерентности. Пространственная когерентность, радиус и степень пространственной когерентности. Многолучевая интерференция. Суперпозиция многих волн с равными амплитудами. Интерферометры Маха-Цендера, Жомена, Рождественского, Майкельсона, многолучевые. Применение интерферометров в науке и технике. Интерференция света при отражении от тонких пленок. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона.
34	4.4 Дифракция света	Принцип Гюйгенса- Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели и отверстиях. Разрешающая способность оптических приборов: телескоп, микроскоп. Дифракция света на правильной одномерной структуре. Дифракция на двумерной и трехмерной структурах. Спектральные приборы. Область свободной дисперсии. Угловая дисперсия. Голография. Получение голограмм и восстановление по ним изображений. Связь волновой и геометрической оптики. Рассеяние света.
35	4.5 Поляризация света	Линейно-, циркулярно- и эллиптически-поляризованный свет. Математическое описание состояния поляризации. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Распространение света в анизотропных средах. Главные оси. Одноосные и двуосные кристаллы. Закон Малюса. Двойное лучепреломление. Обыкновенные и необыкновенные волны в одноосном кристалле. Поляризационные устройства. Вращение плоскости поляризации.
36	4.6 Взаимодействие света с веществом	Взаимодействие света с веществом. Электронная теория дисперсии. Зависимость показателя преломления и поглощения от частоты. Дисперсия вдали от линий поглощения. Аномальная дисперсия. Фазовая и групповая скорости света. Поглощение света. Закон Бугер- Ламберта- Бэра. Молекулярное рассеяние света. Эффект Доплера. Эффект Вавилова-Черенкова.
37	4.7 Основы фотометрии	Закон светопоглощения. Основные фотометрические величины. Причины отклонения

		от основного закона светопоглощения. Метрологические вопросы фотометрического анализа.
38	4.8 Теория теплового излучения	Излучательная и поглощательная способность вещества, их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Законы излучения абсолютно черного тела: Стефана-Больцмана, смещения Вина, формула Релея-Джинса. Ограниченность классической теории излучения. Недостаточность классического описания равновесного теплового излучения. Ультрафиолетовая катастрофа. Введение Планком представления о кванте энергии. Формула Планка. Вывод формулы Планка по Эйнштейну.
39	4.9 Введение в квантовую оптику	Катодные лучи. Квантовая природа света. Фотон. Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Усиление излучения в неравновесной среде. Лазеры. Типы лазеров: газовый, твердотельный, диодный.
40	Раздел 5. Атомная физика 5.1 Микромир. Корпускулярно-волновой дуализм.	Специфика законов микромира. Фотоэффект и уравнение Эйнштейна. Экспериментальная проверка уравнения Эйнштейна. Эффект Комптона. Электроны отдачи. Энергия и импульс фотона. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.
41	5.2 Развитие теории атома. Атомные модели	Развитие представлений о строении атома. Модель Томсона. Сериальные закономерности спектра атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Опыты Резерфорда и ядерная модель атома. Определение заряда ядра. Квантовые постулаты Бора. Квантование круговых орбит. Диаграммы уровней энергии. Опыты Франка и Герца. Кризис теории Бора.
42	5.3 Квантово-механическая модель водородоподобного атома	Атом водорода в квантовой механике. Решение уравнения Шредингера для стационарных состояний в центрально-симметричном поле. Квантовые числа. Квантование момента импульса электрона в центрально-симметричном поле ядра атома. Связь орбитального и магнитного моментов электрона в центрально-симметричном поле. Квантование магнитного момента. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Уравнение Клейна-Гордона-Фока для релятивистской частицы. Релятивистские поправки к структуре энергетических уровней. Полный момент импульса и его квантование. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней атома водорода. Правило отбора при

		поглощении и излучении света. Метастабильные состояния. Лэмбовский сдвиг и сверхтонкая структура энергетических уровней водородоподобного атома.
43	5.4 Многоэлектронные атомы	Основные положения теории многоэлектронных атомов. Принцип тождественности. Распределение электронов в атоме по состояниям. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек. Правило Хунда. Теория периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Периодичность свойств элементов. Энергия и спектр излучения многоэлектронного атома (спектры щелочных металлов). Волновая функция многоэлектронного атома и понятие об обменной энергии. Понятие о LS- связи и JJ- связи. Общие сведения о строении сложных атомов. Энергия и спектр излучения многоэлектронного атома. Атом гелия. Энергетический спектр атома гелия.
44	5.5 Атом во внешнем поле	Расщепление энергетических уровней атома в слабом и сильном магнитном поле. Простой и сложный эффект Зеемана. Магнитный резонанс. Эффект Пашена-Бака. Эффект Штарка.
45	5.6 Рентгеновские спектры	Рентгеновские спектры атомов. Тормозное излучение. Характеристические спектры атомов и строение их внутренних оболочек, закон Мозли. Электромагнитные переходы в атомах. Закон ослабления рентгеновского излучения в веществе. Коэффициенты поглощения и рассеяния. Эффект Оже.
46	5.7 Молекулы	Межатомные связи и образование молекулы. Молекулярные силы. Волновые функции, энергия взаимодействия, полный спин молекулы. Молекула водорода. Параводород и ортоводород. Основные виды химической связи. Теория валентности. Молекулярные спектры.
47	Раздел 6. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 6.1 Общие свойства атомных ядер	Основные этапы развития физики ядра и элементарных частиц. Масштабы явлений микромира. Общие свойства атомных ядер. Опыт Резерфорда по рассеянию α частиц. Заряд ядра. Массовое число и масса ядра. Изотопы. Изобары. Энергия связи ядра. Полуэмпирическая формула для энергии связи ядра. Магические числа. Стабильные и радиоактивные ядра. Спин и магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Статические и мультипольные моменты ядер. Электрический квадрупольный момент ядра. Квантовомеханическое описание ядерных состояний. Четность волновой функции. Свойства симметрии волновых функций для тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Модели атомных ядер. Потенциал усредненного ядерного поля. Физическое обоснование

		оболочечной структуры ядра. Сильное спин-орбитальное взаимодействие. Понятие о многочастичной модели оболочек. Коллективные свойства ядер. Вращательные и колебательные свойства ядер.
48	6.2 Радиоактивность	Естественная и искусственная радиоактивность. Статистический характер распада. Закон радиоактивного распада. Элементы теории α -распада. Туннельный эффект. Определение размеров ядер по данным α -распада. Виды α -распада. Энергетические спектры электронов. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Элементы теории β -распада. Понятие о слабых взаимодействиях. Проблема массы нейтрино. γ -излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Вероятности переходов для различных мультиполей. Внутренняя конверсия. Эффект Мессбауэра и его применение в физике и технике.
49	6.3 Ядерные реакции	Экспериментальные методы изучения ядерных реакций. Физический принцип работы ускорителей. Детекторы ядерных частиц. Сечения реакций. Каналы ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Связь между сечениями прямых и обратных реакций. Механизм ядерных реакций. Деление и синтез атомных ядер. Основные экспериментальные данные о делении. Элементарная теория деления. Спонтанное деление. Деление изотопов урана под действием нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.
50	6.4 Взаимодействие ядерного излучения с веществом	Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Взаимодействие легких и тяжелых заряженных частиц с веществом. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов. Излучение Вавилова-Черенкова. Пробег заряженных частиц. Взаимодействие нейтронов с веществом. Тепловые и резонансные нейтроны. Диффузия тепловых нейтронов. Прохождение γ -излучения через вещество. Зависимость эффективных сечений основных механизмов взаимодействия γ -квантов от их энергии и от свойств вещества.
51	6.5 Фундаментальные взаимодействия	Сильные взаимодействия и структура адронов. Проявление кварк-глюонной структуры адронов в процессах глубоко неупругого рассеяния лептонов. Слабые взаимодействия. Универсальность слабого взаимодействия. Понятие о полевой теории слабых взаимодействий - модели Вайнберга-Салама. Основные типы превращений элементарных частиц, связанных слабым взаимодействием.

		Изотопическая и цветная симметрии. Проблема построения единой теории слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий.
52	6.6 Классификация элементарных частиц	Наблюдение процессов рождения и распада частиц. Методы наблюдения короткоживущих частиц. Основные характеристики кварков и глюонов. Кварковая структура мезонов и барионов. Новая квантовая характеристика кварков и глюонов - цвет. Основные процессы с участием адронов. Носители слабого взаимодействия - промежуточные бозоны. Лептоны, адроны, калибровочные бозоны. Частицы и античастицы. Классификация по видам взаимодействий.
53	6.7 Свойства элементарных частиц	Общие свойства наблюдаемых элементарных частиц. Механизмы взаимодействия в ряде частиц. Диаграммы Фейнмана. Законы сохранения, регулирующие превращения частиц.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
1.1 Кинематика	Решение задач: Кинематика поступательного движения материальной точки. Описание перемещения, скорости и ускорения материальной точки в векторной и координатной форме. Скорость, средняя и мгновенная. Нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематика вращательного движения. Вектор углового перемещения, угловая скорость и угловое ускорение. Связь линейных и угловых величин.
1.2 Динамика материальной точки	Решение задач: Состояние материальной точки. Основная задача динамики. Инерциальные системы отсчета. Масса как мера инертности. Импульс материальной точки. Силы и взаимодействия в природе Первый, второй и третий законы Ньютона.
1.3 Работа и энергия. Законы сохранения	Решение задач: Виды механической энергии. Механическая работа. Работа силы (постоянной и переменной). Потенциальные силы и их работа. Закон сохранения импульса для изолированной системы. Законы сохранения для отдельных проекций импульса. Закон сохранения энергии. Уравнения движения и законы сохранения.
1.4 Неинерциальные системы отсчета	Решение задач: Преобразования Галилея. Инвариантность законов физики. Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямолинейно поступательно. Выражение для сил инерции. Невесомость. Силы инерции. О реальности существования сил инерции. Принцип эквивалентности. Красное смещение.
1.5 Динамика системы частиц	Решение задач: Динамика материальной точки с переменной массой, уравнение Мещерского. Реактивная сила. Момент импульса систем

	материальных точек Уравнение моментов для системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса.
1.6 Элементарная динамика твердого тела	Решение задач: Момент силы относительно неподвижного начала. Момент силы относительно оси. Момент импульса относительно неподвижного начала. Момент импульса относительно оси. Момент инерции. Вычисление момента инерции относительно оси. Теорема Гюйгенса- Штейнера. Закон сохранения момента импульса. Законы сохранения для отдельных проекций момента импульса.
1.7 Тяготение	Решение задач: Законы Кеплера. Движение материальной точки в поле тяготения. Первая, вторая и третья космические скорости. Вес и невесомость тел.
1.8 Колебательные процессы	Решение задач: Уравнение гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение колебаний. Учет начальных условий. Энергия колебаний, уравнение энергии. Логарифмический декремент затухания.
1.9 Основы специальной теории относительности	Решение задач: Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская масса. Связь релятивистской массы с энергией, энергии с импульсом. Давление света.
1.10 Элементы механики сплошных сред	Решение задач: Закон Гука. Упругие константы вещества. Механика жидкости и газов. Жидкость и газ в состоянии равновесия. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Стационарное течение несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли.
2.1 Основные понятия и законы физики макроскопических систем.	Решение задач: Уравнение состояния газов. Концентрация частиц. Изопроцессы в идеальных газах.
2.2 Первое начало термодинамики.	Решение задач: Работа и внутренняя энергия термодинамической системы. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Применение I начала термодинамики к изопроцессам в идеальных газах. Теплоемкость. Теплоемкость идеального газа. Молярные и удельные теплоемкости. Показатель адиабаты. Теплоемкость идеальных газов в различных процессах. Уравнение Пуассона. Политропный процесс. Уравнение политропы. Теплоемкость при политропном процессе.
2.3 Второе начало термодинамики. Энтропия.	Решение задач: Работа цикла. Термический коэффициент полезного действия. Цикл Карно и его КПД. Энтропия. Изменения энтропии в процессах идеального газа.
2.4 Основы молекулярно-кинетической теории вещества.	Решение задач: Основное уравнение кинетической теории газов. Число ударов молекул о стенку. Давление газа на стенку сосуда. Уравнение

	Клапейрона- Менделеева. Степени свободы. Равнораспределение энергии по степеням свободы. Теория теплоемкости идеального газа.
2.5 Статистический метод в молекулярной физике	Решение задач: Случайные события. Случайные величины. Вероятность. Функция плотности вероятности. Нормировка вероятности. Сложение вероятностей взаимно исключающих событий. Умножение вероятностей для независимых событий. Среднее значение дискретной и непрерывно изменяющейся величин. Распределение молекул по скоростям (распределение Максвелла). Распределение частиц во внешнем силовом поле (распределение Больцмана). Соотношение между распределениями Максвелла и Больцмана. Статистический характер второго начала термодинамики. Статистический вес и вероятность макросостояния. Энтропия. Статистический характер второго начала термодинамики.
2.6 Явления переноса в неравновесных системах.	Решение задач: Средняя длина свободного пробега. Сечение процессов. Частота столкновений. Процессы переноса в газах (теплопроводность, диффузия, вязкость). Связь между коэффициентами, характеризующими процессы переноса.
2.7 Газы с межмолекулярным взаимодействием	Решение задач: Уравнение Ван- дер- Ваальса. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа.
2.8 Поверхностные явления	Решение задач: Поверхностное натяжение. Свободная поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
2.9 Фазовые равновесия и фазовые превращения.	Решение задач: Уравнение Клапейрона- Клаузиуса. Фазовые диаграммы. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости.
2.10 Твердые тела	Семинар: Основные понятия кристаллографии. Механические свойства твердых тел. Тепловые свойства твердых тел.
3.1 Электрическое поле в вакууме	Решение задач: Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме и ее применение для расчета электростатических полей. Работа в электростатическом поле. Потенциал. Разность потенциалов. Связь напряжённости с потенциалом.
3.2 Электрическое поле в веществе	Решение задач: Электроёмкость проводников. Конденсаторы. Электроёмкость батареи конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора и электростатического поля. Диполь во внешнем электрическом поле. Энергия диполя во внешнем

	поле. Влияние поляризации на электрическое поле. Связанные заряды. Теорема Гаусса для диэлектриков. Вектор электрической индукции. Граничные условия.
3.3 Постоянный электрический ток	Решение задач: Закон Ома для однородного и неоднородного участка цепи, замкнутой цепи. Электрическое сопротивление и проводимость. Параллельное и последовательное соединение проводников. Закон Джоуля- Ленца. Правила Кирхгофа.
3.5 Магнитостатика	Решение задач: Закон Био- Савара- Лапласа. Принцип суперпозиции. Магнитное поле кругового и прямолинейного тока. Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Поле элементарного контура с током. Сила и момент сил, действующий на магнитный момент. Работа при перемещении контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля контуров с током.
3.6 Магнитное поле в веществе	Решение задач. Вектор намагничивания. Циркуляция вектора намагничивания . Объемные и поверхностные молекулярные токи. Напряженность магнитного поля. Закон полного тока. Поле соленоида, тороида. Граничные условия.
Электромагнитная индукция	Решение задач: Магнитный поток. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Потокосцепление. Энергия магнитного поля, энергия магнитного поля нескольких контуров с током.
3.9 Электромагнитные колебания. Переменный ток	Решение задач: Уравнение свободных гармонических электромагнитных колебаний, собственная частота. Уравнение затухающих электромагнитных колебаний, коэффициент затухания. Уравнение вынужденных колебаний. Переменный ток. Метод векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Правило Кирхгофа. Работа и мощность переменного тока.
4.1 Элементы геометрической оптики	Решение задач: Преломление на сферической поверхности. Формула тонкой линзы. Оптические системы. Законы отражения и преломления света.
4.2 Основы электромагнитной природы света. Введение в волновую оптику.	Решение задач: Уравнение Максвелла. Соотношение между амплитудами и фазами. Коэффициенты отражения и пропускания. Формула Френеля.
4.3 Интерференция света	Решение задач: Условия наблюдения интерференции. Расчет интерференционной картины с использованием основных интерференционных схем: опыт Юнга, бипризма Френеля, зеркало Ллойда. Когерентность волн. Временная когерентность, время и длина когерентности. Пространственная когерентность, радиус и степень пространственной когерентности. Интерференция света при отражении

	от тонких пленок. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона.
4.4 Дифракция света	Решение задач: Применение метода зон Френеля для расчета. Дифракция Френеля, дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Закон Вульфа-Брэггов.
4.5 Поляризация света	Решение задач: Применение метода зон Френеля для расчета. Дифракция Френеля, дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Закон Вульфа-Брэггов.
4.6 Взаимодействие света с веществом	Решение задач: Фазовая и групповая скорости света. Поглощение света. Закон Бугер-Ламберта-Бэра.
4.7 Основы фотометрии	Решение задач: Закон светопоглощения. Основные фотометрические величины. Метрологические вопросы фотометрического анализа.
4.8 Теория теплового излучения	Решение задач: Излучательная и поглощательная способность вещества, их соотношение. Законы излучения абсолютно черного тела: Стефана-Больцмана, смещения Вина, формула Релея-Джинса. Формула Планка.
4.9 Введение в квантовую оптику	Решение задач: Законы Столетова. Явление фотоэффекта.
5.1 Микромир. Корпускулярно-волновой дуализм	Решение задач: Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Эффекта Комптона. Давление света. Волны де-Бройля.
5.2 Развитие теории атома. Атомные модели.	Решение задач: Формула Резерфорда. Квантовые постулаты Бора. Диаграммы уровней энергии в атоме водорода. Обобщённая формула Бальмера. Спектральные термы.
5.3 Квантово-механическая модель водородоподобного атома	Решение задач: Спектр энергия электрона в водородоподобном атоме, квантовые числа и их влияние на расщепление уровней. Квантование момента импульса. Связь орбитального и магнитного моментов электрона в центрально-симметричном поле.
5.4. Многоэлектронные атомы	Решение задач: Порядок заполнения электронных оболочек. Принцип Паули. Правило Хунда. Полный механический момент многоэлектронного атома. Векторная схема сложение моментов. Определение терма основного состояния. Спектры атомов щелочных металлов. Электромагнитные переходы в атомах. Правила отбора.
5.5 Атом во внешнем поле	Решение задач: Определение магнитного момента атома в приближении LS-связи. Множитель Ланде. Атом в магнитном поле (опыт Штерна и Герлаха). Схемы переходов между состояниями в слабом магнитном поле.
6. Рентгеновские спектры	Решение задач: Характеристические рентгеновские спектры атомов и строение их внутренних оболочек, закон Мозли.

5.7 Молекулы	Решение задач: Электронные конфигурации и молекулярные термы при образовании молекул. Энергия колебаний двухатомной молекулы. Вращательная энергия жесткой двухатомной молекулы. Момент импульса молекулы.
6.1 Общие свойства атомных ядер	Решение задач: Зарядовое число и массовое число. Дефект массы ядра. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи ядра. Полуэмпирическая формула для энергии связи ядра. Семинарское занятие: Масштабы явлений микромира. Модели атомных ядер. Потенциал усредненного ядерного поля. Коллективные свойства ядер. Вращательные и колебательные свойства ядер.
6.2 Радиоактивность	Решение задач: Закон радиоактивного распада. Виды распадов: α – распада, β – распада, γ - излучение ядер.
6.3 Ядерные реакции	Решение задач: Сечения реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Связь между сечениями прямых и обратных реакций. Цепная реакция. Коэффициент размножения нейтронов. Семинарское занятие: Ядерная энергетика.
6.4 Взаимодействие ядерного излучения с веществом	Решение задач: Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие легких и тяжелых заряженных частиц с веществом. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов.
6.5 Фундаментальные взаимодействия	Семинарское занятие: Виды и особенности взаимодействий: сильное, слабое и электромагнитное.
6.6 Классификация элементарных частиц	Семинарское занятие: Характеристики элементарных частиц и проблема построения структуры при их классификации.
6.7 Свойства элементарных частиц	Решение задач: Диаграммы Фейнмана. Законы сохранения, регулирующие превращения частиц.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Раздел 1. Механика. 1.1 Кинематика	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	3
2	1.2 Динамика материальной точки	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
3	1.3 Работа и энергия.	Подготовка к практическим занятиям.	3

	Законы сохранения	Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	
4	1.4 Неинерциальные системы отсчета	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
5	1.5 Динамика системы частиц	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
6	1.6 Элементарная динамика твердого тела	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
7	1.7 Тяготение	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	2
8	1.8 Колебательное движение	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	2
9	1.9 Основы специальной теории относительности	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену.	2
10	1.10 Элементы механики сплошных сред	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену.	2
11	Раздел 2. Молекулярная физика 2.1 Основные понятия и законы физики макроскопических систем	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к экзамену.	2
12	2.2 Первое начало термодинамики	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к экзамену.	2
13	2.3 Второе начало термодинамики	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	3
14	2.4 Основы молекулярно-	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего	2

	кинетической теории вещества	задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	
15	2.5 Статистический метод в молекулярной физике	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	2
16	2.6 Явления переноса в неравновесных системах	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к экзамену.	2
17	2.7 Газы с межмолекулярным взаимодействием и жидкости	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	2
18	2.8 Поверхностные явления	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к экзамену.	2
19	2.9 Фазовые равновесия и фазовые превращения	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	2
20	2.10. Твердые тела	Подготовка к семинару. Самостоятельное изучение теоретического материала. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	3
21	Раздел 3. Электричество и магнетизм. 3.1 Электрическое поле в вакууме	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к тесту. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
22	3.2 Электрическое поле в веществе	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
23	3.3 Постоянный электрический ток	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	3
24	3.4 Электрический ток в вакууме и газах	Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	3
25	3.5 Магнитостатика	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	2
26	3.6 Магнитное поле в веществе	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	2

27	3.7 Электромагнитная индукция	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к тесту. Подготовка к экзамену.	2
28	3.8 Уравнения Максвелла	Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	2
29	3.9 Электромагнитные колебания. Переменный ток	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	4
30	Раздел 4. Оптика 4.1 Введение. Элементы геометрической оптики	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	2
31	4.2 Основы электромагнитной природы света. Введение в волновую оптику.	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
32	4.3 Интерференция света	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	4
33	4.4 Дифракция света	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	4
34	4.5 Поляризация света	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	4
35	4.6 Взаимодействие света с веществом	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	3
36	4.7 Основы фотометрии	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	4
37	4.8 Теория теплового излучения	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального домашнего задания. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	4
38	4.9 Введение в	Подготовка к практическим занятиям.	4

	квантовую оптику	Выполнение индивидуального домашнего задания. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	
39	Раздел 5. Атомная физика 5.1 Микромир. Корпускулярно-волновой дуализм.	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	4
40	5.2 Развитие теории атома. Атомные модели	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
41	5.3 Квантово-механическая модель водородоподобного атома	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	4
42	5.4 Многоэлектронные атомы	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	4
43	5.5 Атом во внешнем поле	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к экзамену.	2
44	5.6 Рентгеновские спектры	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	4
45	5.7 Молекулы	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	2
46	Раздел 6. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 6.1 Общие свойства атомных ядер	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	3
47	6.2 Радиоактивность	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	3
48	6.3 Ядерные реакции	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к коллоквиуму. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	3

49	6.4 Взаимодействие ядерного излучения с веществом	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к коллоквиуму. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	3
50	6.5 Фундаментальные взаимодействия	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к коллоквиуму. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	3
51	6.6 Классификация элементарных частиц	Подготовка к практическим занятиям. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	4
52	6.7 Свойства элементарных частиц	Подготовка к практическим занятиям. Составление конспектов тем, изучаемых самостоятельно. Подготовка к экзамену.	3

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской. Чтение лекций сопровождается презентациями. В рамках изучения некоторых тем предусмотрен просмотр учебных фильмов.

При изучении дисциплины практические занятия организуются в виде семинаров-бесед. Преподаватель задает аудитории вопросы, отвечают желающие, а преподаватель комментирует, таким образом преподаватель совместно со студентами обсуждает особенности построения алгоритма решения данного класса задач, а так же подходы к решению каждой конкретной задачи. Студенты самостоятельно реализуют разработанный алгоритм, после чего обсуждаются полученные результаты. На каждом занятии рассматривается несколько задач или примеров в рамках обозначенной темы, часть из которых решается с подробным обсуждением, остальные задачи студенты выполняют самостоятельно (домашние задания). Так же на практических занятиях осуществляется текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и темам в виде тестирования, письменных опросов или проверки домашних заданий (фронтально или выборочно).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания, знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Общая физика».

Примерные вопросы к экзаменам

Раздел 1. Механика (1-й семестр)

1. Описание перемещения, скорости и ускорения материальной точки в векторной и координатной форме. Скорость, средняя и мгновенная. Нормальное и тангенциальное ускорения.
2. Вектор элементарного углового перемещения. Вектор угловой скорости. Угловое ускорение.
3. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса как мера инертности. Второй закон Ньютона. Силы и взаимодействия в природе.
4. Третий закон Ньютона. Третий закон Ньютона и конечная скорость распространения взаимодействий.
5. Состояние материальной точки. Основная задача динамики.
6. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Инвариантность законов физики.
7. Реактивное движение. Уравнение движения тела переменной массы. Формула

Циолковского. Основные сведения о релятивистском случае движения тел переменной массы.

8. Система материальных точек. Центр масс. Импульс системы материальных точек. Сила, действующая на систему материальных точек. Уравнение движения системы материальных точек.

9. Кинетическая энергия системы материальных точек. Кинетическая энергия в различных системах отсчета. Теорема Кенига. Кинетическая энергия вращения.

10. Работа силы (постоянной и переменной). Потенциальные силы и их работа (примеры).

11. Связь между силой и потенциальной энергией. Потенциальная энергия.

12. Закон сохранения импульса для изолированной системы. Законы сохранения для отдельных проекций импульса.

13. Закон сохранения энергии. Уравнения движения и законы сохранения.

14. Столкновения. Упругие и неупругие столкновения. Законы сохранения при столкновениях. Система центра масс. Внутренняя энергия.

15. Момент силы относительно неподвижного начала. Момент силы относительно оси.

16. Момент импульса относительно неподвижного начала. Момент импульса относительно оси. Момент импульса системы материальных точек.

17. Уравнение моментов для системы материальных точек. Момент инерции. Вычисление момента инерции относительно оси. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

18. Закон сохранения момента импульса. Законы сохранения для отдельных проекций момента импульса.

19. Гироскопы. Свободная и вынужденная прецессия гироскопа. Гироскопические силы.

20. Гравитационное взаимодействие тел конечных размеров.

21. Постулаты Эйнштейна. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца.

22. Следствия из преобразований Лоренца: относительность понятия одновременности событий. Причинно-следственные связи. Длительность события.

23. Следствия из преобразований Лоренца: длина отрезка в движущейся системе, релятивистский закон сложения скоростей.

24. Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямолинейно поступательно. Выражение для сил инерции. Невесомость.

25. Силы инерции. О реальности существования сил инерции. Принцип эквивалентности. Красное смещение.

26. Гармонические колебания, уравнение. Амплитуда, частота, фаза. Пружинный, физический, математический и крутильный маятники. Дифференциальное уравнение. Представление колебаний в комплексной форме.

27. Собственные колебания. Роль начальных условий. Энергия колебаний, уравнение энергии.

28. Обратный маятник. Теорема Гюйгенса.

29. Затухание колебаний. Логарифмический декремент затухания. Случай большого трения.

30. Упругие напряжения. Упругая и остаточная (пластическая) деформации. Количественная характеристика деформаций, Закон Гука, модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.

31. Одноосное растяжение и сжатие, всестороннее и одностороннее сжатие и растяжение. Простой сдвиг. Энергия упругих деформаций. Однородная и неоднородная деформации. Изгиб и кручение.

32. Стационарное течение жидкостей. Трубки тока, уравнение неразрывности. Полная энергия потока. Закон Бернулли. Динамическое давление.

33. Вязкость жидкости. Течение жидкости по трубам. Закон Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса.

34. Обтекание тел жидкости и газом. Пограничный слой. Отрыв потока и образование вихрей.

35. Лобовое сопротивление и подъемная сила. Работы Жуковского. Эффект Магнуса.

Раздел 2. Молекулярная физика (2-й семестр)

1. Предмет молекулярной физики. Статистический и термодинамический методы описания вещества. Уравнение состояния. Уравнение Клапейрона - Менделеева. Закон Дальтона.

2. Температура и термодинамическое равновесие. Термометрическое тело и термометрическая величина. Эмпирическая шкала температур. Температура по шкале идеального газа. Термометры. Международная практическая шкала температур.

3. Процессы. Квазистатический процесс. Работа. Внутренняя энергия. Внутренняя энергия как функция состояния.

4. Теплота. Физическое содержание первого начала термодинамики. Применимость понятия «количество теплоты».

5. Теплоемкость. Теплоемкость при различных процессах.

6. Применение I начала термодинамики к изопроцессам в идеальных газах. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.

7. Политропный процесс. Уравнение политропы. Теплоемкость при политропном процессе.

8. Формулировки Кельвина и Клаузиуса второго начала термодинамики. Эквивалентность формулировок.

9. Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Работа цикла. Принцип работы тепловых машин.

10. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно (вывод). Теоремы Карно.

11. Неравенство Клаузиуса. Энтропия в термодинамике, ее физический смысл. Изменение энтропии в необратимых процессах. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии.

12. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа. Расширение идеального газа в пустоту.

13. Термодинамические функции и их физический смысл. Соотношения Максвелла.

14. Модель идеального газа. Давление. Число ударов молекул о стенку. Основное уравнение кинетической теории газов (вывод).

15. Взаимодействие молекул с перегородкой. Кинетическая температура. Молекулярно-кинетический смысл абсолютной температуры.

16. Степени свободы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теория теплоемкости идеального газа. Расхождение теории теплоемкостей идеального газа с экспериментом. Качественное объяснение зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры.

17. Теплоемкость твердых тел (теория и эксперимент). Закон Дюлонга и Пти, границы его применимости. Теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю.

18. Распределение молекул по скоростям: постановка задачи. Функция Максвелла. Характерные скорости распределения Максвелла. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Принцип детального равновесия.

19. Вывод распределения Больцмана. Барометрическая формула. Экспериментальная проверка распределения Больцмана.

20. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы. Постулат равновероятности микросостояний. Статистический вес и вероятность макросостояния. Энтропия.

21. Статистический характер второго начала термодинамики. Флуктуации.

22. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температуры.

23. Средняя длина свободного пробега. Сечение процессов. Частота столкновений. Средняя длина свободного пробега.

24. Процессы переноса в газах (вязкость, теплопроводность, диффузия). Связь между коэффициентами, характеризующими процессы переноса.

25. Физические явления в разреженных газах. Определение вакуума. Теплопередача,

диффузия и трение при малых давлениях. Явления в сосудах, сообщающихся через пористую оболочку.

26. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Приведенное уравнение состояния. Закон соответственных состояний.

27. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

28. Переход из газообразного состояния в жидкое. Изотермы. Сравнение выводов из уравнения Ван-дер-Ваальса с экспериментальными данными. Метастабильные состояния. Критическое состояние. Правило рычага.

29. Поверхностное натяжение. Свободная поверхностная энергия. Теплота и работа образования единицы поверхности.

30. Условие равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость - твердое тело. Краевые углы. Смачивание.

31. Давление под искривленной поверхностью. Капиллярные явления. Поверхностно-активные вещества.

32. Агрегатные состояния вещества. Условие равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

33. Испарение и кипение жидкостей. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Метастабильные состояния.

34. Кристаллизация и плавление. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Тройная точка. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода.

35. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Перегретая жидкость. Переохлажденный пар.

36. Структура жидкостей. Зависимость свойств жидкости от строения молекул.

37. Растворы. Растворимость. Теплота растворения. Идеальные растворы. Зависимость растворимости от температуры. Диаграммы состояния раствора.

38. Закон Рауля. Закон Генри. Особенности кипения и замерзания растворов.

39. Осмотическое давление, механизм его возникновения. Закономерности осмотического давления.

40. Правило фаз. Диаграммы состояния бинарных смесей. Основные качественные сведения о сплавах, твердых растворах. Разделение компонент раствора. Зонная очистка.

41. Симметрия твердых тел. Ось симметрии n -го порядка. Плоскость симметрии. Центр симметрии. Зеркально-поворотная ось n -го порядка. Точечные группы симметрии. Зеркальные изомеры.

42. Кристаллические решетки. Примитивная решетка. Выбор базиса примитивной решетки. Трансляционная симметрия. Кристаллические системы.

43. Дефекты в кристаллах. Пластическая деформация. Молекулярный механизм прочности.

Раздел 3. Электричество и магнетизм (3-й семестр)

1. Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона. Опыт Кавендиша.

2. Напряженность электрического поля. Напряженность точечного заряда, системы точечных зарядов, непрерывного распределения зарядов. Примеры расчетов.

3. Работа электрического поля по перемещению заряда. Потенциальность электрического поля. Циркуляция вектора E .

4. Разность потенциалов. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов, непрерывного распределения зарядов.

5. Связь между напряженностью и потенциалом. Оператор градиента. Расчет потенциала по известной напряженности. Преимущества потенциала.

6. Общая задача электростатики. Уравнение Пуассона и Лапласа.

7. Диполь. Дипольный момент. Напряженность, потенциал. Сила, момент сил действующих на диполь. Энергия диполя.

8. Метод электрических изображений для решения некоторых электростатических задач. Пример.

9. Поток вектора. Дивергенция. Теорема Гаусса для вектора E в интегральной и

дифференциальной формах.

10. Применение теоремы Гаусса для вычисления напряженности электрического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости, цилиндра (нити), шара, сферической поверхности.

11. Микро- и макрополе. Влияние вещества на электрическое поле. Проводники в электрическом поле. Условия равновесия зарядов в проводниках. Поле вблизи поверхности (напряженность, сила). Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Свойства замкнутой проводящей оболочки.

12. Потенциал, емкость проводника. Конденсаторы. Потенциальные, емкостные коэффициенты. Теория взаимности.

13. Энергия электростатического поля. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов.

14. Поляризация диэлектриков. Объемные и поверхностные заряды. Вектор поляризации. Полярные, неполярные диэлектрики, механизмы поляризации. Теорема Гаусса для поля вектора P . Граничные условия для вектора P .

15. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для вектора электрического смещения.

16. Условия на границе диэлектриков (для вектора E и D .) Условия на границе проводник-диэлектрик. Связанный заряд у поверхности проводника.

17. Законы электрического поля в диэлектриках.

18. Локальное поле. Напряженность локального поля. Молекулярная электрическая восприимчивость. Уравнение Клаузиуса-Моссотти. Зависимость ϵ от температуры.

19. Сегнетоэлектрики и их свойства.

20. Постоянный ток. Сила тока, плотность тока. Закон сохранения электрического заряда - уравнение непрерывности.

21. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной форме. Потенциальность электрического поля постоянного тока.

22. Сторонние силы ЭДС. Элемент Вольта. Закон Ома для неоднородного участка цепи, замкнутой цепи в интегральной и дифференциальной форме.

23. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Работа мощность тока.

24. Классическая теория электропроводимости. Закон Ома, закон Джоуля-Ленца.

25. Электропроводимость металлов. Эксперимент Толмена-Стюарта. Закон Видемана-Франца.

26. Закон Кирхгофа. Пример расчета.

27. Переходные процессы в цепи с конденсатором.

28. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца.

29. Эффект Холла.

30. Расчет магнитного поля прямолинейного проводника с током конечной и бесконечной длины, кругового тока в центре и на оси.

31. Сила Ампера. Взаимодействие параллельных прямолинейных проводников с током. Единица сила тока - ампер.

32. Момент сил, действующий на замкнутый виток с током.

33. Работа при перемещении контура с током. Энергия витка с током.

34. Свойства магнитного поля. Теорема Гаусса для вектора B . Теорема о циркуляции вектора B .

35. Магнитное поле соленоида, тороида.

36. Магнетики. Молекулярные токи. Токи намагничивания. Вектор намагничивания.

37. Циркуляция вектора намагниченности. Напряженность магнитного поля. Закон полного тока для вектора H .

38. Граничные условия для векторов B и H .

39. Гиромагнитные соотношения. Эксперименты Эйнштейна, де-Гааза, Барнетта.

40. Природа диамагнетизма. Ларморова прецессия, частота. Диамагнитная восприимчивость.

41. Парамагнетики. Природа парамагнетизма.

42. Ферромагнетики и их свойства.
43. Уравнения колебательного контура и его решение.
44. Затухающие колебания.
45. Вынужденные колебания. Резонанс. Амплитудные, фазовые резонансные кривые.
46. Переменный ток, текущий через сопротивление, индуктивность.
47. Переменный ток, текущий через емкость.
48. Цепь переменного тока, содержащая R- L- C- цепочку.
49. Резонанс токов.
50. Резонанс напряжений.
51. Работа и мощность переменного тока. Эффективные значения токов и напряжений.
52. Электромагнитная индукция. Индукция токов в движущихся проводниках. Максвелловская трактовка закона электромагнитной индукции. I уравнение Максвелла.
53. Индуктивность проводников. Явление и закон самоиндукции соленоида. Флюксметр. Пояс Роговского.
54. Ток смещения. Общий закон полного тока. II уравнение Максвелла.
55. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
56. Волновое уравнение. Вектор Умова – Пойтинга.
57. Относительность электрических и магнитных взаимодействий.

Раздел 4. Оптика (4-й семестр)

1. Электромагнитная природа света. Характеристика оптического диапазона. Особенности видимого диапазона.
2. Принцип Гюйгенса-Френеля. Принцип Ферма. Законы геометрической оптики.
3. Линза. Вывод формулы тонкой линзы. Построения в линзах. Оптические системы.
4. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Поток энергии. Интенсивность света.
5. Понятия фотометрии: энергетический поток излучения, энергетическая светимость, определение телесного угла, энергетическая сила, энергетическая яркость, энергетическая светимость.
6. Световые величины. Метод определения эталона силы света. Описание кривой видности.
7. Волновые уравнения. Волновой характер электромагнитного поля. Плоские электромагнитные волны. Поперечность электромагнитных волн. Связь между амплитудами E и H.
8. Интерференция света. Условие интерференции света (вывод). Когерентные волны. Временная и пространственная когерентность.
9. Интерференция плоских волн. Условия максимума и минимума (вывод). Необходимые и достаточные условия для наблюдения интерференции.
10. Методы получения интерференционной картины. Интерференционные схемы и их описание: схема Юнга, бипризма Френеля, бизеркала Френеля.
11. Методы получения интерференционной картины. Интерференционные схемы и их описание: схема Юнга, бипризма Бийе, зеркало Ллойда.
12. Интерференция в тонких пленках. Вывод формулы. Полосы равной толщины и равного наклона.
13. Кольца Ньютона в отраженном и проходящем свете.
14. Интерферометры. Применение интерферометров.
15. Определение дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Два вида дифракции.
16. Дифракция Френеля. Интеграл Френеля-Кирхгофа. Постановка задачи.
17. Вычисление интенсивности излучения при дифракции Френеля.
18. Дифракция Френеля на различных препятствиях: диск, диафрагма.
19. Дифракция Фраунгофера на щели. Распределение интенсивности в дифракционной картине.
20. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке. Распределение интенсивности в спектре дифракционной решетки.
21. Дисперсия и разрешающая сила дифракционной решетки – как спектрального

прибора.

22. Дифракция на регулярных многомерных структурах. Пространственная дифракционная решетка. Закон Вульфа-Бреггов.
 23. Физические основы голографии. Схема записи и восстановления изображения тонкослойных голограмм. Особенности голограмм как носителей информации. Применение голограмм.
 24. Явление поляризации. Степень поляризации. Различные типы поляризации света.
 25. Получение поляризованных лучей при двойном лучепреломлении. Зависимость скорости от направления распространения. Эллипсоид лучевых скоростей.
 26. Дихроизм в кристаллах. Поляроиды. Закон Малюса.
 27. Поляризация света при отражении от границы раздела диэлектриков. Закон Брюстера.
 28. Поглощение света. Закон Бугер-Ламберга-Бэра.
 29. Молекулярное рассеяние света. Тиндаль- эффект. Рассеяние Реллея. Зависимость интенсивности света от угла рассеяния.
 30. Эффект Доплера. Эффект Черенкова.
 31. Давление света, его открытие, проявление, приложение. Опыт Лебедева.
 32. Излучательная и поглощательная способности. Закон Кирхгоффа.
 33. Законы излучения абсолютно черного тела.
 34. Трудности классической теории, УФ-катастрофа. Теория Планка.
 35. Квантовая природа поглощения и излучения атомов и молекул. Кванты света и их свойства.
 36. Оптические квантовые генераторы. Принципиальная схема работы. Инверсия населенностей. Резонатор. Свойства лазерного луча. Характеристики некоторых типов лазеров.
- Раздел 5. Атомная физика (5-й семестр)
1. Фотоэлектрический эффект. Открытие фотоэффекта и его виды. Опытные законы внешнего фотоэффекта и их объяснение. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
 2. Эффект Комптона. Энергия и импульс фотона. Комптоновское смещение (вывод формулы). Электроны отдачи.
 3. Давление света. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.
 4. Развитие представлений о строении атома. Модели атома. опыты Резерфорда.
 5. Сериальные закономерности спектра атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип.
 6. Теория атома водорода по Бору. Постулаты Бора. Квантование энергии и радиусов орбит электрона в атоме (вывод формул). Главное квантовое число.
 7. Экспериментальное подтверждение теории Бора – опыты Франка и Герца.
 8. Объяснение линейчатого спектра атома водорода с позиций теории Бора. Физический смысл постоянной Ридберга. Кризис теории Бора.
 9. Решение уравнения Шредингера для стационарных состояний в центрально-симметричном поле. Квантовые числа. Квантово- механическая модель атома водорода.
 10. Связь орбитального и магнитного моментов электрона в атоме, их квантование в центрально-симметричном поле ядра. Квантовые числа l и m .
 11. опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона. Квантование спина, спиновое квантовое число. Спиновое гиромагнитное соотношение.
 12. Уравнение Клейна- Гордона- Фока для релятивистской частицы. Релятивистские поправки к структуре энергетических уровней электрона в водородоподобном атоме.
 13. Полный момент импульса и его квантование. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней в атоме водорода.
 14. Лэмбовский сдвиг и сверхтонкая структура энергетических уровней водородоподобного атома.
 15. Правила отбора при излучении и поглощении света. Метастабильные состояния.

16. Принципы неразличимости тождественных частиц. Понятие о фермионах и бозонах. Принципы Паули. Электронные оболочки атома и электронные конфигурации.
 17. Энергия и спектр излучения многоэлектронного атома. Спектры щелочных металлов.
 18. Волновая функция многоэлектронного атома и понятие об обменной энергии.
 19. Суммарный момент атома. Понятие о LS- связи и JJ-связи.
 20. Атом гелия: электронные термы, энергетическая диаграмма, оптический спектр.
 21. Закономерности заполнения электронных оболочек многоэлектронных атомов. Правило Хунда. Теория периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
 22. Расщепление энергетических уровней атома в слабом и сильном магнитном поле. Простой и сложный эффект Зеемана.
 23. Эффект Пашена - Бака.
 24. Магнитный резонанс.
 25. Эффект Штарка.
 26. Рентгеновские лучи: открытие, способы получения. Тормозное рентгеновское и характеристическое рентгеновское излучение, его свойства и спектр. Закон Мозли.
 27. Закон ослабления рентгеновского излучения в веществе. Коэффициенты поглощения и рассеяния. Эффект Оже.
 28. Межатомные связи и образование молекулы. Молекулярные силы.
 29. Волновые функции, энергия взаимодействия и полный спин молекулы.
 30. Молекула водорода. Параводород и ортоводород.
 31. Основные виды химической связи. Теория валентности.
 32. Молекулярные спектры.
- Раздел 6. Физика атомного ядра и элементарных частиц (6-й семестр)
1. Масштаб явлений в физике ядра. Опыт Резерфорда. Основные характеристики ядер.
 2. Состав и характеристики атомного ядра. Изотопы, изобары, изотоны.
 3. Магнитный момент, спин, квадрупольный электрический момент и радиус ядра.
 4. Масса ядра. Дефект массы. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи нуклонов в ядре.
 5. Перечислите и опишите модели атомных ядер.
 6. Опишите ядерные силы и их состав.
 7. Естественная и искусственная радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Вековое уравнение.
 8. α - распад. Энергетический анализ, законы сохранения.
 9. β - распад. Энергетический анализ, законы сохранения. Зависимость от A , Z .
 10. γ - излучение ядер. Электрические и магнитные переходы.
 11. Эффект Мессбауэра. Энергия отдачи. Доплеровское уширение, ширина со стояния.
 12. Прохождение частиц через вещество. Ионизационные потери. Формула Бора: тяжелые частицы, легкие частицы.
 13. Прохождение γ - квантов через вещество: фотоэффект, эффект Комптона, рождение $e^- - e^+$ пар. Эффект Вавилова-Черенкова.
 14. Дозиметрия. Единицы измерения.
 15. Законы сохранения в ядерных реакциях. Общие свойства. Выход реакции. Пороговая энергия.
 16. Синтез и деление ядер. Ядерные реакции с участием нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения нейтронов.
 17. Каковы существенные особенности устройства атомных реакторов? Перечислите их типы. Приведите примеры использования ядерной энергии и опишите устройство атомной электростанции (АЭС).
 18. Что называется термоядерным синтезом и где он осуществляется? Проблемы управляемого термоядерного синтеза (УТС). Что называется критерием Лоусона и как он используется в УТС?
 19. Космические лучи. Их состав и происхождение.
 20. Классификация элементарных частиц. Основные характеристики частиц.

21. Свойства и характеристики лептонов?
22. Свойства и характеристики адронов?
23. Кварки. Сильные взаимодействия. Глюоны. Кварковая структура адронов.
24. Виды калибровочных бозонов и их особенности.
25. Стандартная модель систематики фундаментальных частиц.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ / Д. М. Сивухин. - 5-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2006. Т. 1 : Механика. - 2006. - 560 с.
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст] : в 5 т.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ / Д. В. Сивухин. - 5-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2006. Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика. - [Б. м. : б. и.]. - 20062005. - 544 с.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст] : в 5 т.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ / Д. М. Сивухин. - 5-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2006. Т. 3 : Электричество. - 2006. - 655 с.
4. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ / Д. М. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2006 - . Т. 4 : Оптика. - 2006. - 792 с.
5. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ / Д. М. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2006 - . Т. 5 : Атомная и ядерная физика. - 2006. - 783 с.
5. Стрелков, С. П. Механика : учебник / С. П. Стрелков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-4104-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:<https://e.lanbook.com/book/206291> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Козачкова, О.В. Практикум по решению задач в курсе общей физики [Текст] : учеб. пособие / О. В. Козачкова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, Ч.2 : Молекулярная физика. - 2015. - 119 с. : рис. - Библиогр. : с. 118.
7. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 436 с. — Режим доступа: [https:// e.lanbook.com/ book/142380](https://e.lanbook.com/book/142380)
8. Сарина М.П. Электричество и магнетизм. Часть 1. Электричество [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сарина М.П. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 152 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45196>. — ЭБС «IPRbooks».
9. Калашников С.Г. Электричество [Текст]: учеб. пособие: доп. Мин.обр. РФ/ С.Г. Калашников – 6-е изд., стер.. М.:ФИЗМАТЛИТ: Изд-во Моск. физико-тех. ин-та , 2004, 2003.
10. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика : учебное пособие / Н. И. Калитеевский. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0666-1. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/book/210113](https://e.lanbook.com/book/210113) — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 т. Том 2. Электричество и магнетизм : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-9248-0. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL:[https:// e.lanbook.com/ book/189298](https://e.lanbook.com/book/189298) — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 1 : Введение в атомную физику — 2022. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1005-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210398> — Режим доступа: для авториз. пользователей..
13. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 6-е

изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома — 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210401> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. 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 — 2022. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4254-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206495> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Общая физика. Механика [Электронный ресурс]: сб. учебн. -метод. материалов по изучению дисциплины для направления подготовки 03.03.02/ АмГУ, ИФФ; сост. И.Б. Копылова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017 - 51 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9898.pdf

16. Общая физика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: сб. учебн.- метод. материалов по дисциплине для направления подготовки 03.03.02/ АмГУ, ИФФ; сост. О.В. Козачкова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017 - 45 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9985.pdf

17. Общая физика. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: сб. учебн.-метод. материалов по дисциплине для направления подготовки 03.03.02/ АмГУ, ИФФ; сост. В. Ф. Ульянычева. - Благовещенск: Изд- во Амур. гос. ун-та, 2017 - 53 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9893.pdf.

18. Общая физика. Оптика [Электронный ресурс]: сб. учебн.- метод. материалов по дисциплине для направления подготовки 03.03.02/ АмГУ, ИФФ; сост. И.А. Голубева. - Благовещенск: Изд- во Амур. гос. ун- та, 2017 - 53 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9903.pdf

19. Общая физика. Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]: сб. учебн.-метод. материалов по дисциплине для направления подготовки 03.03.02/ АмГУ, ИФФ; сост. И.А. Голубева, О.В. Зотова - Благовещенск: Изд- во Амур. гос. ун- та, 2017 - 58 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9904.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	Лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года.
2	http://e.lanbook.com	Представленная электронно- библиотечная система — это ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
3	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.

4	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов
---	---	---

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0609.ssi	SciGuide - веб-навигатор зарубежных и отечественных научных электронных ресурсов открытого доступа, элемент поддержки научной коммуникации в Сибирском отделении РАН. Навигатор помогает вести поиск качественных научных ресурсов мирового уровня
3	https://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Общая физика» проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор.