

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

01.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С.1.1.13 Физика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Специалист

(бакалавр/магистр/специалист)

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 1, 2

Семестр 2, 3

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	324 / 9	часов/зачетных единиц
Лекции	72	часов
Лабораторные работы	72	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	180	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	108	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	2	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	3	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	Физики	СОГЛАСОВАНО	Л.В. Целищева
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра физики

22.02.2023	протокол №	6	(наименование кафедры)
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.С. Масленников	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Власов Никита Михайлович, заместитель главного конструктора АО
Марийский машиностроительный завод - заместитель начальника НТЦ "Коралл"
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 03.03.2023 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	ОПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	знания: знает фундаментальные законы природы, причинно-следственные связи в физических законах, области их применимости, а также физические эффекты, лежащие в основе работы измерительных приборов, статистических методов обработки данных умения: умеет применять фундаментальные законы природы, причинно-следственные связи в физических законах, области их применимости, а также физические эффекты, лежащие в основе работы измерительных приборов, статистических методов обработки данных при решении задач инженерной деятельности навыки: имеет навыки внедрения фундаментальных законов природы и основных физических законов при решении задач инженерной деятельности
	ОПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	знания: знает основные физические законы, необходимые для решения задач инженерной деятельности умения: умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физических моделей и законов, а также применять статистические методы для анализа и интерпретации данных навыки: имеет навыки применения законов физики для решения задач теоретического и прикладного характера
	ОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	знания: знает основные законы физики, необходимые для решения задач инженерной деятельности умения: умеет использовать знания физики при решении практических задач инженерной деятельности навыки: имеет навыки владения техникой эксперимента и проведения физических измерений с интерпретацией полученных результатов при решении задач инженерной деятельности

2. ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующих физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решений	ОПК-2.1 Знает современное состояние области профессиональной деятельности	знания: знает основные законы физики, необходимые для решения проблем, возникающих при решении профессиональных задач умения: умеет применять основные законы физики при решении профессиональных задач навыки: имеет навыки внедрения законов физики при решении профессиональных задач
	ОПК-2.2 Умеет искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области	знания: знает основные законы физики, необходимые для поиска и решения задач предметной области умения: умеет применять основные законы физики, необходимые для поиска и решения задач предметной области навыки: имеет навыки внедрения законов физики для анализа и решения задач предметной области

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Математика (ОПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Теоретические основы электротехники (ОПК-1), Физические основы электроники (ОПК-1), Электромагнитные поля и волны (ОПК-1), Теоретические основы электротехники (ОПК-2), Физические основы электроники (ОПК-2), Аналоговая схемотехника (ОПК-2), Цифровые устройства и микропроцессоры (ОПК-2), Электромагнитные поля и волны (ОПК-2), Материалы и компоненты электронной техники (ОПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Механика	64	ОПК-1, ОПК-2
Лекция. Введение. Физика в системе естественных наук. Общая структура и задачи дисциплины «Физика». Экспериментальная и теоретическая физика. Классическая и неклассическая физика. Кинематика. Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.	2	
Лекция. Динамика поступательного движения. Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Центр масс механической системы,	2	
Лекция. Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Связь между силой и потенциальной энергией.	2	
Лекция. Основной закон динамики вращения. Момент силы. Момент импульса материальной точки и механической системы. Закон сохранения момента импульса механической системы.	2	
Лекция. Динамика вращательного движения. Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Формула Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.	2	
Лекция. Элементы механики сплошных сред. Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Упругие напряжения и деформации в твердом теле. Энергия упругих деформаций твердого тела. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.	2	
Лекция. Элементы релятивистской механики. Принцип относительности и преобразования Галилея. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности (СТО). Постулаты СТО. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. Динамика СТО. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. СТО и ядерная энергетика.	2	
Лабораторная работа. Статистическая обработка результатов эксперимента.	2	
Лабораторная работа. Измерение ускорения свободного падения на машине Атвуда. / Изучение законов поступательного движения на машине Атвуда.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Лабораторная работа. Изучение законов вращательного движения на маятнике Обербека (расширенный вариант с	2	

проверкой ЗСЭ). / Удар шаров. / Проверка ЗСЭ с помощью прибора Гримзеля.		
Лабораторная работа. Изучение прецессии оси гироскопа. / Определение скорости полета снаряда с помощью баллистического крутильного маятника.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Практическое занятие. Кинематика. Динамика поступательного движения.	2	
Практическое занятие. Работа и энергия.	2	
Практическое занятие. Механика твердого тела.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	30	
Молекулярная физика и термодинамика	60	ОПК-1, ОПК-2
Лекция. МКТ идеального газа Молекулярная физика и термодинамика. Статистический и термодинамический методы. Термодинамическая система и параметры состояния. Модель идеального газа. Законы идеального газа. Основное уравнение МКТ.	2	
Лекция. Элементы статистической физики. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула Больцмана.	2	
Лекция. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона.	2	
Лекция. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Число степеней свободы молекул. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Применение 1-го начала термодинамики к изопроцессам. Теплоемкость. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа. Уравнение Майера. Адиабатный процесс.	2	
Лекция. Цикл. Прямой и обратный цикл. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и ее статистический смысл. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно.	2	
Лекция. Реальные газы. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ. Внутренняя энергия реального газа. Фазовые переходы II рода. Диаграмма состояния. Тройная точка.	2	
Лабораторная работа. Распределение Максвелла.	2	
Лабораторная работа. Определение отношения теплоемкостей воздуха C_p/C_v методом Клемана-Дезорма. / Определение отношения теплоемкостей воздуха C_p/C_v резонансным методом. / Определение теплоемкостей твердых тел.	2	

Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	ОПК-1, ОПК-2
Лабораторная работа. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. / Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса. / Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара. / Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Практическое занятие. МКТ идеального газа. Элементы статистической физики.	2	
Практическое занятие. Основы термодинамики. Применение 1-го начала термодинамики к изопроцессам.	2	
Практическое занятие. Энтропия и ее статистический смысл. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	30	
Электростатика. Постоянный ток.	56	
Лекция. Электростатика. Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Силовые линии. Работа по перемещению заряда. Потенциал электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.	2	
Лекция. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса к расчету некоторых электростатических полей.	2	
Лекция. Диэлектрики в электрическом поле. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред. Сегнетоэлектрики.	2	
Лекция. Проводники в электростатическом поле. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического	2	
Лекция. Постоянный электрический ток. Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Сопротивление проводников. Закон Джоуля-Ленца.	2	
Лабораторная работа. Изучение электростатического поля. / Проверка теоремы Гаусса для электростатического поля в вакууме – виртуальный практикум.	2	

Лабораторная работа. Изучение зависимости сопротивления металла от температуры с помощью мостика Уитстона. / Изучение закономерностей газового разряда на основе характеристик счетчика Гейгера.	2
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2
Лабораторная работа. Изучение физических свойств сегнетоэлектриков.	2
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2
Практическое занятие. Законы электростатики.	2
Практическое занятие. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.	2
Практическое занятие. Законы постоянного электрического тока.	2
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач.	
Подготовка к коллоквиуму.	30
Иная контактная работа:	0
Подготовка к экзамену	30
Проведение экзамена	6

3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Магнетизм.	37	ОПК-1, ОПК-2
Лекция. Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету некоторых полей. Закон Ампера. Взаимодействие токов.	2	
Лекция. Магнитное поле и его характеристики. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Ускорители заряженных частиц. Эффект Холла.	2	
Лекция. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме. Циркуляция вектора магнитной индукции в вакууме. Магнитные поля соленоида и тороида. Магнитный поток. Теорема Гаусса для поля В. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.	2	
Лекция. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Природа электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.	2	
Лекция. Магнитные свойства вещества. Магнитные моменты электронов и атомов. Диа- и парамагнетизм. Намагниченность. Магнитное поле в веществе. Закон полного тока в веществе. Условия на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетики: их природа и свойства.	2	
Лекция. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме.	2	

Лабораторная работа. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.	2	ОПК-1, ОПК-2
Лабораторная работа. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона. / Исследование характеристик продольного датчика Холла.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение индуктивности катушки.	2	
Лабораторная работа. Изучение физических свойств ферромагнетиков.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Практическое занятие. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету некоторых полей.	2	
Практическое занятие. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла.	2	
Практическое занятие. Электромагнитная индукция.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	5	
Колебания и волны.	27	
Лекция. Гармонические колебания и их характеристики. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.	2	
Лекция. Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Автоколебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний.	2	
Лекция. Упругие волны. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение. Групповая скорость.	2	
Лекция. Электромагнитные волны. Экспериментальное получение электромагнитных волн. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны. Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитного поля. Применение электромагнитных волн.	2	
Лабораторная работа. Изучение вынужденных электрических колебаний в контуре. / Определение ускорения свободного падения с помощью обратного маятника.	2	
Лабораторная работа. Измерение скорости звука в воздухе. / Изучение колебаний струны.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	

Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	ОПК-1, ОПК-2
Практическое занятие. Колебательные процессы.	2	
Практическое занятие. Волновые процессы.	2	
Практическое занятие. Электромагнитные волны.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	5	
Волновая и квантовая оптика	30	
Лекция. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция света. Методы наблюдения интерференции света. Интерференция света в тонких пленках. Применение интерференции света. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке. Дифракция на пространственной решетке. Закон Вульфа-Брегга.	2	
Лекция. Естественный и поляризованный свет. Законы Малюса и Брюстера. Двойное лучепреломление. Поляризационные призмы и поляроиды. Вращение плоскости поляризации. Искусственная оптическая анизотропия. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Электронная теория дисперсии света. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера. Формула Томсона. Цвет неба и зари.	2	
Лекция. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формулы Рэлея-Джинса и Планка. Гипотеза Планка. Оптическая пирометрия. Тепловые источники света. Виды фотоэлектрического эффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Экспериментальное подтверждение квантовых свойств света. Применение фотоэффекта. Масса и импульс фотона. Давление света.	2	
Лекция. Модели атома Томсона и Резерфорда. Спектры излучения атомов. Постулаты Бора. Стационарные орбиты. Квантование момента импульса и энергии электрона в атоме. Спектры атома водорода и водородоподобных ионов. Опыты Франка-Герца. Формула Бальмера. Сериальные формулы.	2	
Лабораторная работа. Кольца Ньютона. / Изучение явления дифракции.	2	
Лабораторная работа. Сахариметр. / Поляризация света. / Спектральный аппарат.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Лабораторная работа. Определение температуры нити лампы накаливания оптическим пирометром. / Проверка закона Стефана-Больцмана.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	
Лабораторная работа. Изучение внешнего фотоэффекта.	2	
Лабораторная работа. Защита лабораторных работ.	2	

Практическое занятие. Волновая оптика.	2	ОПК-1, ОПК-2
Практическое занятие. Квантовая оптика.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	4	
Элементы квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц	14	
Лекция. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза Луи де Бройля. Опыт Дэвиссона - Джермера. Волны де Бройля и их свойства. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Объяснение соотношений неопределенностей с волновой точки зрения. Границы применимости классической механики. Волновая функция и ее статистический смысл. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Применение уравнения Шредингера к частице в «потенциальной яме» с бесконечно высокими стенками.	2	
Лекция. Понятие о «потенциальном барьере» и «туннельном эффекте». Линейный гармонический осциллятор в квантовой физике. Энергия нулевых колебаний. Применение уравнения Шредингера к атому водорода в нормальном состоянии. Квантовые числа. Правила отбора. Опыты Штерна – Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип запрета Паули. Распределение электронов в атоме.	2	
Лекция. Характеристика атомного ядра. Модели ядер. Модель ядра по Иваненко-Гейзенбергу. Характеристики нуклонов. Изотопы. Нейтрино. Позитрон. Ядерные силы. Взаимодействие нуклонов. Дефект массы. Энергия связи ядра. Устойчивость ядер. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Закономерности и происхождение альфа - и бета-распада. Элементарные частицы. Законы сохранения зарядов. Античастицы. Взаимная превращаемость элементарных частиц.	2	
Лекция. Элементарные частицы. Ядра атомов. Атомы. Молекулы. Газы, жидкости, плазма, твердые тела. Планеты. Звезды. Современная физическая картина мира. Иерархия структур материи. Фундаментальные взаимодействия.	2	
Практическое занятие. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение домашней работы (тесты в ЭК), Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	4	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины ФИЗИКА рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован,

изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине ФИЗИКА, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Изучение дисциплины включает выполнение лабораторных работ. Подготовка к **занятиям лабораторного типа** включает выполнение заданий, связанных с использованием учебного и научного оборудования (технических приборов, устройств и др.), с физическим моделированием, проведением опытов, экспериментов и пр. (освоение фактических знаний, доведение их до уровня компетенций – «владеть»). Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины **ФИЗИКА**.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины ФИЗИКА, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины ФИЗИКА, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине ФИЗИКА является ЭКЗАМЕН во втором семестре и ЗАЧЕТ БРК в третьем семестре.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Волновая оптика [Текст] : лаб. практикум для студентов всех специальностей / [сост.: Д. Р. Бакиева, З. Н. Гусева, В. В. Дюков и др. ; под ред. В. В. Дюкова, М. Е. Гордеева]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 39 с. Экземпляры: всего 578.	578
2.	Трофимова, Таисия Ивановна. Курс физики [Текст] : [учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов] / Т. И. Трофимова. 22-е изд., стер. Москва: Академия, 2016. - 557, [1] с. ISBN 978-5-4468-2840-1. Экземпляры: всего 83.	83
3.	Чертов, Александр Георгиевич. Задачник по физике [Текст] : [учеб. пособие для втузов] / А. Г. Чертов, А. А.	274

	Воробьев. Изд. 8-е, перераб. и доп. М.: Физматлит, 2009. - 640 с. ISBN 978-5-94052-169-3. Экземпляры: всего 274.	
4.	Механика [Текст] : лабораторный практикум / [Г. Н. Косова и др. ; ред. Г. Н. Косова]; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 86 с. ISBN 978-5-8158-1108-9. Экземпляры: всего 231.	231
5.	Молекулярная физика. Термодинамика [Текст] : лабораторный практикум : [для инженерно-технических специальностей и направлений подготовки бакалавров] / [Д. Р. Бакиева [и др.] ; под ред. А. С. Масленникова, М. Е. Гордеева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. образования "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 87 с. ISBN 978-5-8158-1914-6. Экземпляры: всего 136.	136 / https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnai_a_fizika_termodinamika_2017.pdf
6.	Электромагнетизм [Текст] : лабораторный практикум / Л. А. Григорьев, С. В. Красильникова, Л. А. Андреева [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 80 с. ISBN 978-5-8158-2346-4. Экземпляры: всего	1 / https://portal.volgatech.net/books/Elektromagnetizm_2023.pdf
7.	Квантовая и ядерная физика [Текст] : лабораторный практикум : [для студентов 1-2 курсов всех технических направлений подготовки и специальностей] / Г. Ш. Гогелашвили, М. Е. Гордеев, С. В. Красильникова [и др.]. ; редактор Г. Ш. Гогелашвили; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 118 с. ISBN 978-5-8158-2020-3. Экземпляры: всего 19.	19 / https://portal.volgatech.net/books/Gogelashvili_Kvantovai_a_i_iadernaia_fizika_2018.pdf
8.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс физики [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 томах. Т. 2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. 7-е изд., стер., 2022. - 468 с. ISBN 978-5-8114-9096-7.	https://e.lanbook.com/book/184164
9.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс физики [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 томах. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 8-е изд., стер., 2023. - 308 с. ISBN 978-5-8114-4254-6.	https://e.lanbook.com/book/302249
10.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 томах. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика. 19-е изд., стер., 2022. - 432 с. ISBN 978-5-507-48093-7.	https://e.lanbook.com/book/341150
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	209 (I)	КОМПЛЕКТ ПРИБОРОВ (1), Установка для исследования теплоёмкости твердого тела (1), Установка для опред. отношения теплоёмк. воздуха при постоян. давлении и постоянном объёме (1), Установка лабораторная "Машина Атвуда" ФМ 11 (1), Установка лабораторная "Маятник Максвелла" ФМ 12 (1), Установка лабораторная "Маятник Обербека" ФМ 14 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)
2.	216 (I)	Монитор 19" ViewSonic TFT 19" VA916 (1), ПК S404,2 400W/Intel Core i3 540/клав.,мышь,монит. 21,5" VA2248-LED (17)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)
3.	219 (I)	Доска аудиторная 1000 * 1700 (1), КОМПЛЕКТ ПРИБ. АРИОН (1), Установка ФПВ-05-3-4 "Определение постоянной дифракционной решетки" (2), Установка ФПВ-05-4-1 для получения и исследования поляризованного света" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)
4.	212 (I)	ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛ (1), Лабораторная установка "Мост Уитстона" UE302030-230 (2), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft

		Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Виртуальный практикум по физике для ВУЗов (в 2 частях)
--	--	---

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии

технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Демонстрационный вариант

1. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца (пороговый уровень). Проиллюстрируйте правило Ленца примерами. Какова природа Э.Д.С. электромагнитной индукции? (продвинутый уровень). Покажите, что закон Фарадея есть следствие закона сохранения энергии (высокий уровень).

2. Интерференция света. Условия максимума и минимума при интерференции. Опыт Юнга (пороговый уровень). Будут ли отличаться интерференционные картины от двух узких близко лежащих параллельных щелей при освещении их монохроматическим и белым светом? Почему? (продвинутый уровень). Как изменится интерференционная картина в опыте Юнга, если эту систему поместить в воду? (высокий уровень).

3. Практическое задание по теме «Внешний фотоэффект».

Пороговый уровень. Длина волны света, соответствующей красной границе фотоэффекта, для некоторого металла $\lambda_0 = 275 \text{ нм}$. Найти минимальную энергию E фотона, вызывающего фотоэффект.

Продвинутый уровень. Найти постоянную Планка h , если известно, что электроны, вырывающиеся из металла светом с частотой $\nu_1 = 2,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$, полностью задерживаются разностью потенциалов $U_1 = 6,6 \text{ В}$, вырывающиеся светом с частотой $\nu_2 = 4,6 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ – разностью потенциалов $U_2 = 16,5 \text{ В}$.

Высокий уровень. В таблице приведены результаты измерений фототока от подаваемого напряжения между катодом и анодом при двух расстояниях расположения источника света от фотоэлемента. Используя эти данные, 1) постройте на одном графике вольт-амперные характеристики фотоэлемента при двух освещенностях фотокатода; 2) найдите из графика ток насыщения; 3) рассчитайте количество электронов, достигающих анода при токе насыщения; 4) сделайте выводы по полученным результатам, опираясь на законы внешнего фотоэффекта

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Раздел «Механика»

1. Механика, разделы механики. Виды механического движения. Материальная точка, абсолютно твердое тело. Система отсчета. Траектория, путь, перемещение.
2. Поступательное движение. Вектор средней скорости. Мгновенная скорость. Средняя путевая скорость.
3. Среднее ускорение. Мгновенное ускорение. Вектор полного ускорения и его составляющие.
4. Движение материальной точки по окружности. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение.

5. Связь угловых и линейных величин.
6. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Понятие инертной и гравитационной масс.
7. Понятие силы. Второй закон Ньютона. Импульс тела и импульс силы. Закон изменения импульса тела. Уравнение движения в динамике.
8. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Импульс системы тел. Законы изменения и сохранения импульса механической системы.
9. Центр масс. Уравнение движения центра масс.
10. Понятие работы. Работа постоянной и переменной силы. Мощность.
11. Понятие энергии в механике. Кинетическая энергия.
12. Консервативные и диссипативные силы. Примеры.
13. Потенциальная энергия. Связь между потенциальной энергией и силой.
14. Полная механическая энергия. Законы изменения и сохранения полной механической энергии.
15. Динамика вращательного движения. Момент инерции материальной точки, системы материальных точек, тела. Теорема Штейнера.
16. Кинетическая энергия вращающегося тела. Кинетическая энергия тела, участвующего во вращательно-поступательном движении.
17. Моменты силы относительно точки и относительно оси. Работа при вращательном движении. Основное уравнение динамики вращательного движения.
18. Моменты импульса материальной точки относительно точки и относительно оси. Момент импульса тела относительно оси. Закон сохранения момента импульса и его применение.
19. Давление в жидкости и газе. Законы Паскаля и Архимеда. Уравнение неразрывности.
20. Уравнение Бернулли и следствия из него.
21. Инерциальные системы отсчета. Механический принцип относительности. Преобразования Галилея. Классический закон сложения скоростей.
22. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца.
23. Следствия из преобразований Лоренца: Одновременность событий, длительность интервалов времени, лоренцово сокращение.
24. Релятивистский импульс. Уравнение динамики в релятивистской механике. Инвариантность уравнения движения относительно преобразований Лоренца.
25. Полная энергия, энергия покоя и кинетическая энергия в релятивистской механике. Закон взаимосвязи массы и энергии, его применение.

Раздел «Молекулярная физика и термодинамика»

1. Молекулярная физика и термодинамика. Статистический и термодинамический методы исследования вещества. Термодинамические параметры.
2. Идеальный газ. Законы идеального газа.
3. Основное уравнение МКТ.
4. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям
5. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

6. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул
7. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах. Теплопроводность. Диффузия. Вязкость.
8. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа.
9. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к различным процессам.
10. Теплоемкость. Уравнение Майера. Физический смысл универсальной газовой постоянной.
11. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
12. Политропные процессы.
13. Цикл. КПД цикла. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно.
14. Энтропия. Статистическое толкование энтропии. Второе начало термодинамики.
15. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
16. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа.
17. Фазовые переходы второго рода. Диаграмма состояния. Тройная точка. Уравнение. Клайперона-Клаузиуса.

Раздел «Электростатика. Постоянный ток»

1. Электризация тел трением. Дискретность зарядов. Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда.
2. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.
3. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электростатического поля. Силовые линии электростатического поля.
4. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля в вакууме.
6. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей заряженной бесконечной плоскости, сферы, шара и цилиндра в вакууме.
7. Работа по перемещению точечного заряда в поле точечного заряда. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля.
8. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов.
9. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.
10. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Напряженность поля в диэлектрике.
11. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектриков.
12. Проводник в электростатическом поле. Электростатическое поле в полости проводника. Электростатическая индукция. Электростатическая защита.
13. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Соединение конденсаторов.
14. Энергия системы электрических зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия

электрического поля. Объемная плотность энергии.

15. Электрический ток. Условия существования. Сила и плотность тока.

16. Сторонние силы. ЭДС. Напряжение.

17. Закон Ома для однородной цепи в интегральной и дифференциальной форме.

18. Сопротивление проводников. Соединение проводников. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Сверхпроводимость.

19. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля - Ленца в интегральной и дифференциальной формах.

20. Законы Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа.

ВОПРОСЫ К БРК ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Раздел «Магнетизм»

1. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Силовые линии магнитного поля.

2. Магнитное поле проводника с током. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции магнитного поля.

3. Действие магнитного поля на проводники с током. Сила Ампера.

4. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца.

5. Движение заряженных частиц в магнитном поле.

6. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля.

7. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в вакууме.

8. Магнитное поле соленоида и тороида.

9. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

10. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.

11. Явление самоиндукции. Потокосцепление. Индуктивность. ЭДС самоиндукции.

12. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.

13. Магнитное поле в веществе. Магнитное поле атомов и молекул.

14. Типы магнетиков. Диа-, парамагнетизм.

15. Вектор намагниченности. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.

16. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.

17. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в интегральной форме.

Раздел «Колебания и волны»

1. Колебательные процессы. Гармонические колебания и их характеристики.

2. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники.

3. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре.

4. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты.
5. Сложение двух взаимно перпендикулярных колебаний одинаковой частоты.
6. Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные колебания. Резонанс.
7. Волны. Природа и классификация волн. Уравнение бегущей волны. Характеристика волн. Фазовая скорость волны.
8. Электромагнитные волны и их свойства. Вектор Умова-Пойнтинга.

Раздел «Волновая и квантовая оптика»

1. Интерференция света. Условия максимума и минимума при интерференции. Опыт Юнга.
2. Дифракция света. Условия наблюдения дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Метод зон Френеля. Свойства зон Френеля. Зонная пластинка.
4. Дифракция Фраунгофера на плоской щели при нормальном падении света.
5. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке.
6. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
7. Поляризация света.
8. Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно черное тело.
9. Закон Кирхгофа. Равновесность теплового излучения.
10. Законы Стефана-Больцмана, смещения Вина.
11. Формулы Релея-Джинса и Планка. Гипотеза о квантовой природе теплового излучения.
12. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
13. Энергия. Масса и импульс световых квантов. Давление света.
14. Модели атома Томсона, планетарная модель Резерфорда.
15. Линейчатый спектр атома водорода. Серии Лаймана, Бальмера, Пашена, Брекета, Пфунда. Обобщенная формула Бальмера.
16. Атом водорода по Бору. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.

Раздел «Элементы квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц.»

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза Луи де Бройля. Опыт Дэвиссона - Джермера. Волны де Бройля и их свойства.
2. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Объяснение соотношений неопределенностей с волновой точки зрения. Границы применимости классической механики.
3. Волновая функция и ее статистический смысл. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Применение уравнения Шредингера к частице в «потенциальной яме» с бесконечно высокими стенками.
4. Понятие о «потенциальном барьере» и «туннельном эффекте». Линейный гармонический осциллятор в квантовой физике. Энергия нулевых колебаний.
5. Применение уравнения Шредингера к атому водорода в нормальном состоянии. Квантовые числа. Правила отбора. Опыты Штерна – Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип запрета Паули. Распределение электронов в атоме.

6. Рентгеновские лучи. Сплошной спектр и его граница. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.
7. Характеристика атомного ядра. Модели ядер. Модель ядра по Иваненко-Гейзенбергу. Характеристики нуклонов. Изотопы. Нейтрино. Позитрон. Ядерные силы. Взаимодействие нуклонов. Дефект массы. Энергия связи ядра. Устойчивость ядер.
8. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Закономерности и происхождение альфа - и бета-распада. Элементарные частицы. Законы сохранения зарядов. Античастицы. Взаимная превращаемость элементарных частиц.
9. Элементарные частицы. Ядра атомов. Атомы. Молекулы. Газы, жидкости, плазма, твердые тела. Планеты. Звезды. Современная физическая картина мира. Иерархия структур материи. Фундаментальные взаимодействия.