

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
Белорусско-Российского университета

  
Ю.В. Машин

«23» 10 2020 г.

Регистрационный № УД-150303/Б.1.Б.7 /р

## ФИЗИКА

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль): Компьютерный инжиниринг и реновация деталей машин

Квалификация (степень): бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	1, 2
Семестр	2, 3, 4
Лекции, часы	102
Практические занятия, часы	66
Лабораторные занятия, часы	48
Экзамен, семестр	2, 3, 4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	216
Самостоятельная работа, часы	144
Всего часов / зачетных единиц	360/10

Кафедра – разработчик программы: «Физика»

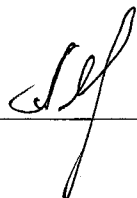
Составитель: А.В. Хомченко, д-р физ.-мат. наук, доцент

Могилев 2020

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика (№ 220 от 12.03.2015), учебным планом рег. № 150303-1, утвержденным 30.06.2020 г.


Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой "Физика"  
(протокол № 3 от «15» октября 2020 г.)

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ А.В. Хомченко

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета  
« 21 » \_\_ 10 \_\_ 2020 г., протокол № 2.

Зам. председателя  
научно-методического совета

  
\_\_\_\_\_ С.А. Сухоцкий


Рецензент:

Ивашкевич Инна Викторовна, зав. кафедрой общей физики МГУ им. А.А. Кулешова,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

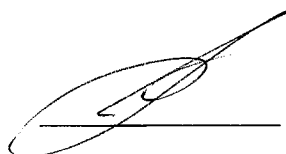
Рабочая программа согласована:  
Заведующий кафедрой ОПМ

  
\_\_\_\_\_ А.П. Прудников

Ведущий библиотекарь

  
\_\_\_\_\_ Е.Н. Кемова

Начальник учебно-методического  
отдела

  
\_\_\_\_\_ В. А Кемова

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью дисциплины является формирование фундаментальных знаний у студентов о физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы, принципах применения физических моделей и методов для выбора эффективных решений при решении организационно-технических задач, а также формированию научного мировоззрения, навыков владения основными приемами и методами решения прикладных проблем, ознакомлению с историей и основными направлениями и тенденциями развития физики.

## 1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен знать:

- основные законы и теории классической и современной физической науки, а также границы их применимости;
- методы измерения физических характеристик веществ и полей;
- физические основы методов исследования вещества;
- принципы экспериментального и теоретического изучения физических явлений и процессов;

уметь:

- применять законы физики для решения прикладных инженерных задач;
- использовать основные измерительные приборы при экспериментальном изучении физических и технологических процессов;
- обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных измерений физических величин;

владеть:

- методами физического моделирования технических процессов;
- методами анализа и решения прикладных инженерных задач.

## 1.3. Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» (обязательная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины: Математика; Химия.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- Электротехника и электроника;
- Теоретическая механика;
- Прикладная механика;
- Сварка концентрированными потоками энергии.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики, при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-2	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

ОПК-3	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат
-------	---

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер темы	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение. Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки.	Предмет физики. Методы исследования. Физические модели. Роль физики в становлении инженера. Общая структура и задачи курса физики. Элементы кинематики материальной точки. Система отсчета. Радиус-вектор. Скорость и ускорение как производные радиус-вектора по времени. Уравнения движения. Одномерное движение. Криволинейное движение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Элементы кинематики вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростями и ускорениями	ОПК-2, ОПК-3
2	Динамика поступательного движения. Закон сохранения импульса	Первый закон Ньютона и понятие инерциальной и неинерциальной системы отсчета. Масса и импульс. Понятие состояния в классической механике. Второй закон Ньютона, как уравнение движения. Сила, как производная импульса. Третий закон Ньютона. Закон сохранения импульса. Механическая система. Центр инерции (масс) механической системы. Теорема о движении центра инерции.	ОПК-2, ОПК-3
3	Работа и энергия	Работа силы и ее выражение через криволинейный интеграл. Консервативные и неконсервативные силы. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле. Понятие о градиенте скалярной функции координат.	ОПК-2, ОПК-3
4	Закон сохранения энергии в механике	Закон сохранения энергии в механике. Общефизический закон сохранения энергии. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.	ОПК-2, ОПК-3
5	Динамика вращательного движения твердого тела	Момент силы и момент импульса. Уравнение динамики вращательного	ОПК-2, ОПК-3

		движения твердого тела. Момент инерции материальной точки. Момент импульса механической системы. Момент инерции тела относительно неподвижной оси. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося тела. Закон сохранения момента импульса. Гироскопы	
6	Неинерциальные системы отсчета.	Неинерциальные системы отсчета. Сила инерции. Сила Кориолиса. Основной закон динамики в неинерциальных системах	ОПК-2, ОПК-3
7	Элементы релятивистской механики	Преобразование Галилея. Механический принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Относительность длин и промежутков времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистский импульс. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Взаимосвязь массы и энергии. Соотношение между полной энергией и импульсом частицы. Релятивистское выражение для кинетической энергии.	ОПК-2, ОПК-3
8	Основы молекулярно-кинетической теории идеальных газов	Статистический и термодинамический методы исследования. Макроскопические параметры. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Принцип детального равновесия. Уравнение состояния идеального газа. Средняя кинетическая энергия молекул. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры. Число степеней свободы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.	ОПК-2, ОПК-3
9	Элементы классической статистики. Распределение Больцмана	Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Вероятность и флуктуация. Функция распределения вероятностей.	ОПК-2, ОПК-3
10	Элементы классической статистики. Распределение Максвелла	Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям их теплового движения. Средние скорости теплового движения частиц. Распределение Максвелла-Больцмана	ОПК-2, ОПК-3
11	Явления переноса	Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Молекулярно-кинетическая теория явлений переноса в неравновесной системе.	ОПК-2, ОПК-3
12	Первое начало термодинамики	ОПК-2, ОПК-3	ОПК-2, ОПК-3

13	Адиабатный процесс. Круговые процессы	Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона. Обратимые и необратимые тепловые процессы. Круговые процессы (циклы). Цикл Карно и его КПД. Тепловые двигатели и холодильные машины.	ОПК-2, ОПК-3
14	Второе начало термодинамики. Термодинамическая вероятность.	Приведенная теплота. Энтропия. Принцип возрастания энтропии. Энтропия идеального газа. Третье начало термодинамики. Термодинамическая вероятность. Определение энтропии неравновесной системы через термодинамическую вероятность состояния.	ОПК-2, ОПК-3
15	Реальные газы	Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Эффективный диаметр молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ. Метастабильные состояния. Критическая точка. Внутренняя энергия реальных газов.	ОПК-2, ОПК-3
16	Фазовые переходы	Понятие фазы, фазового равновесия и превращения. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы 1- и 2- рода. Диаграммы состояния. Тройная точка	ОПК-2, ОПК-3
17	Элементы механики жидкостей.	Давление в жидкости. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли. Вязкость. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей.	ОПК-2, ОПК-3
18	Электростатическое поле в вакууме	Электрический заряд. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Основные характеристики электрического поля – напряженность и потенциал. Принцип суперпозиции электростатических полей. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Связь потенциала с напряженностью поля. Напряженность как градиент потенциала.	ОПК-2, ОПК-3
19	Электростатическая теорема Гаусса	Поток вектора напряженности электрического поля. Электростатическая теорема Гаусса для электрического поля в вакууме. Применение теоремы Гаусса для расчета электростатических полей.	ОПК-2, ОПК-3
20	Электрическое поле в веществе	Свободные и связанные заряды в диэлектриках. Полярные и неполярные молекулы. Типы диэлектриков. Электронная и ориентационная поляризация. Вектор поляризации. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Диэлектрическая восприимчивость вещества и ее зависимость от температуры. Диэлектрическая	ОПК-2, ОПК-3

		проницаемость среды. Теорема Гаусса для электрического поля в диэлектрике.	
21	Проводники в электрическом поле. Электроемкость	Проводники в электрическом поле. Поле внутри проводника и у его поверхности. Электростатическая защита. Электроемкость уединенного проводника. Взаимная емкость двух проводников. Конденсаторы. Энергия заряженных уединенного проводника конденсатора и системы проводников. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.	ОПК-2, ОПК-3
22	Постоянный электрический ток	Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования. Плотность тока. Уравнение неразрывности. Разность потенциалов, электродвижущая сила и напряжение. Обобщенный закон Ома в интегральной и дифференциальной форме. Границы применимости закона Ома. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Законы Кирхгофа.	ОПК-2, ОПК-3
23	Классическая электронная теория проводимости металлов	Классическая электронная теория электропроводности металлов и ее опытное обоснование. Вывод законов Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме из электронных представлений.	ОПК-2, ОПК-3
24	Электрический ток в газе	Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Электрический ток в газе. Процессы ионизации и рекомбинации. Понятие о плазме. Дебаевский радиус экранирования.	ОПК-2, ОПК-3
25	Магнитное поле в вакууме	Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Применение закона Био-Савара-Лапласа для расчета поля простейших систем: магнитное поле прямолинейного проводника с током, магнитное поле кругового тока. Закон Ампера. Сила Ампера. Определение единицы силы тока - Ампер.	ОПК-2, ОПК-3
26	Магнитное поле в вакууме. Магнитный поток.	Магнитный момент витка с током. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме и его применение к расчету поля простейших систем. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля. Вихревой характер магнитного поля. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле. Рамка с током в магнитном поле.	ОПК-2, ОПК-3
27	Движение заряженных частиц в магнитном поле. Магнитный поток	Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца. Отклонение движущихся частиц электрическими и магнитными полями. Масс-спектрометры.	ОПК-2, ОПК-3

		Принцип действия циклических ускорителей заряженных частиц. Эффект Холла.	
28	Явление электромагнитной индукции. Явление самоиндукции	Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность длинного соленоида. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность. Токи при размыкании и замыкании цепи. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля.	ОПК-2, ОПК-3
29	Магнитные моменты атомов. Диамагнетизм. Парамагнетизм	Магнитные моменты атомов. Намагниченность. Типы магнетиков. Элементарная теория диа- и парамагнетизма. Магнитная восприимчивость вещества и ее зависимость от температуры. Магнитная проницаемость среды. Напряженность магнитного поля. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.	ОПК-2, ОПК-3
30	Ферромагнетизм	Ферромагнетики. Основные свойства ферромагнетиков. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Точка Кюри. Доменная структура. Природа ферромагнетизма. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме. Электромагнитное поле.	ОПК-2, ОПК-3
31	Гармонические колебания	Гармонические колебания и их характеристики. Дифференциальное уравнение гармонических механических колебаний и его решение. Пружинный, математический и физический маятники. Колебательный контур. Дифференциальное уравнение гармонических электромагнитных колебаний и его решение. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.	ОПК-2, ОПК-3
32	Затухающие колебания	Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих механических колебаний и его решение. Дифференциальное уравнение затухающих электромагнитных колебаний и его решение. Коэффициент затухания и логарифмический декремент. Аperiodический процесс.	ОПК-2, ОПК-3



33	Вынужденные колебания	Дифференциальное уравнение вынужденных механических колебаний и его решение. Амплитуда и фаза при вынужденных колебаниях. Случай резонанса. Дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний и его решение. Переменный ток. Резонанс напряжений.	ОПК-2, ОПК-3
34	Волновые процессы	Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Гармонические волны. Уравнение бегущей волны. Длина волны и волновое число. Фронт волны. Фазовая скорость. Одномерное волновое уравнение. Стоячие волны. Уравнение стоячей волны и его анализ. Эффект Доплера.	ОПК-2, ОПК-3
35	Электромагнитная волна	Уравнение электромагнитной волны. Волновое уравнение. Основные свойства электромагнитных волн. Отражение и преломление электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Поток энергии. Вектор Умова-Пойнтинга	ОПК-2, ОПК-3
36	Интерференция света	Интерференция света. Монохроматичность и когерентность световых волн. Время и длина когерентности. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников. Оптическая разность хода. Интерференция в тонких пленках. Практические применения интерференции. Многолучевая интерференция. Интерферометры.	ОПК-2, ОПК-3
37	Дифракция света	Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной щели.	ОПК-2, ОПК-3
38	Дифракционная решетка. Пространственная решетка	Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке. Решетка как спектральный прибор. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Бреггов. Понятие о рентгенографическом анализе. Понятие о голографии	ОПК-2, ОПК-3
39	Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света	Нормальная и аномальная дисперсии. Понятие об электронной теории дисперсии света. Поглощение и рассеяние света.	ОПК-2, ОПК-3
40	Взаимодействие света с веществом. Поляризация света	Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении. Закон Брюстера. Закон Малоса. Оптическая активность. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Поляризационные призмы и поляриды. Искусственная оптическая анизотропия.	ОПК-2, ОПК-3

41	Тепловое излучение	Тепловое излучение. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза и формула Планка. Вывод из формулы Планка законов Стефана-Больцмана и Вина.	ОПК-2, ОПК-3
42	Корпускулярно-волновой дуализм света и материи	Энергия, масса и импульс фотона. Виды фотоэлектрического эффекта. Внешний фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Опыты Лебедева. Давление света. Квантовое и волновое объяснение давления света. Эффект Комптона и его теория. Диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения. Гипотеза де Бройля. Опытные обоснования корпускулярно-волнового дуализма частиц вещества. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	ОПК-2, ОПК-3
43	Основы квантовой механики. Уравнение Шрёдингера	Волновая функция и ее статистический смысл. Общее уравнение Шрёдингера. Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний. Свободная частица. Частица в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект.	ОПК-2, ОПК-3
44	Спектры атомов и молекул	Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип Паули. Распределение электронов в атомах по состояниям. Спектры водородоподобных атомов. Энергетические уровни молекул. Молекулярные спектры. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Принцип работы квантового генератора (лазера)	ОПК-2, ОПК-3
45	Элементы зонной теории кристаллов. Электропроводность металлов	Фазовое пространство. Элементарная ячейка. Плотность состояний. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Понятие о квантовых статистиках Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Электронный Ферми-газ в металле. Распределение электронов по энергетическим уровням в металле. Уровень Ферми. Элементы зонной теории твердых тел. Разрешенная и запрещенная зоны. Заполнение зон электронами: металлы, диэлектрики и полупроводники. Электропроводность металлов. Явление сверхпроводимости.	ОПК-2, ОПК-3

46	Полупроводники	Собственная и примесная проводимость полупроводников. Электронный и дырочный полупроводники. Уровень Ферми для полупроводников. Уровни примеси. Модуляционная спектроскопия электронных состояний. Фотопроводимость полупроводников.	ОПК-2, ОПК-3
47	Контактные явления	Контакт электронного и дырочного полупроводников, <i>p-n</i> переход и его вольтамперная характеристика. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Термоэдс. Эффект Пельтье.	ОПК-2, ОПК-3
48	Элементы физики атомного ядра	Состав атомного ядра. Заряд, размер, масса атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Спин ядра и его магнитный момент. Нуклоны. Понятия о природе ядерных сил. Ядерные модели. Дефект массы и энергия связи атомных ядер.	ОПК-2, ОПК-3
49	Естественная и искусственная радиоактивность.	Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Среднее время жизни радиоактивного ядра. Активность нуклида. Закономерности $\alpha$ -распада. Закономерности $\beta$ -распада. Нейтрино. Антинейтрино. $\gamma$ -излучения радиоактивных ядер и его свойства.	ОПК-2, ОПК-3
50	Ядерные реакции. Ядерная энергетика	Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления. Коэффициент размножения нейтронов. Критическая масса. Понятие о ядерной энергетике. Ядерный реактор. Термоядерная реакция синтеза атомных ядер. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.	ОПК-2, ОПК-3
51	Элементы физики элементарных частиц	Четыре типа фундаментальных взаимодействий. Элементарные частицы. Классификация и взаимная превращаемость элементарных частиц. Кварки. Понятие об основных проблемах современной физики.	ОПК-2, ОПК-3

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ блока	№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Практические занятия	Часы	Самостоятельная работа	Форма контроля знаний	Баллы (max)
<b>2-й СЕМЕСТР</b>										
<b>Модуль 1</b>										
1	1	<b>Тема 1.</b> Введение. Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки	2	Л.р.№1 Определение плотности твердых тел и методы обработки результатов измерений	2	Пр.№1 Кинематика поступательного и вращательного движения	2	1	ЗИЗ	2
	2	<b>Тема 2.</b> Динамика поступательного движения. Закон сохранения импульса	2			Пр.№2 Динамика поступательного движения.	2	2	ЗИЗ	2
	3	<b>Тема 3.</b> Работа и энергия	2	Л.р.№3 Изучение законов поступательного движения на машине Атвуда	2	Пр.№3 Моменты силы, импульса, инерции	2	1	ЗИЗ	2
	4	<b>Тема 4.</b> Закон сохранения энергии в механике	2			Пр.№4 Динамика вращательного движения	2	1	ЗИЗ	2
1	5	<b>Тема 5.</b> Динамика вращательного движения твердого тела	2	Л.р.№5 Изучение закона динамики вращательного движения на приборе Обербека	2	Пр.№ 5 Работа и энергия.	2	2	ЗИЗ	2
	6	<b>Тема 6.</b> Неинерциальные системы отсчета.	2			Пр.№6 Законы сохранения импульса и энергии	2	2	ЗИЗ КР	2 8
	7	<b>Тема 7.</b> Элементы релятивистской механики	2	Л.р.№7 Изучение консервативных мех. системы	2	Пр.№ 7 Механика твердого тела.	2	1	ЗИЗ КР	2 6

	8	<b>Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики</b> <b>Тема 8. Основы молекулярно-кинетической теории идеальных газов</b>	2			№ 8 Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Принцип Даламбера	2	2	ЗИЗ ПКУ	2 30
<b>Модуль 2</b>										
2	9	<b>Тема 9. Элементы классической статистики. Распределение Больцмана</b>	2	Л.р.№9 Определение коэффициента внутреннего трения	2	№ 9 Релятивистская механика.	2	1	ЗИЗ	2
	10	<b>Тема 10. Элементы классической статистики. Распределение Максвелла</b>	2			№ 10 Молекулярно-кинетическая теория вещества. Газовые законы.	2	2	ЗИЗ	2
2	11	<b>Тема 11. Явления переноса</b>	2	Л.р.№11 Определение отношения теплоемкости $C_p$ к $C_v$	2	№ 11 Элементы классической статистики.	2	2	ЗИЗ	2
	12	<b>Тема 12. Первое начало термодинамики</b>	2			№ 12 Явления переноса.	2	1	ЗИЗ	2
3	13	<b>Тема 13. Адиабатный процесс. Круговые процессы</b>	2	Л.р.№13 Движение тел в диссипативной среде	2	№ 13 Первое начало термодинамики. Теплоемкость.	2	1	ЗИЗ	2

	14	<b>Тема 14.</b> Второе начало термодинамики. Термодинамическая вероятность.	2			№ 14 Круговые процессы.	2	1	ЗИЗ	2
	15	<b>Тема 15.</b> Реальные газы	2	Л.р.№ 15 Изучение межмолекулярного взаимодействия в ТТ	2	Пр. № 15. Второе начало термодинамики.	2	1	ЗИЗ	2
	16	<b>Тема 16.</b> Фазовые переходы	2			Пр. №16 Реальные газы.	2	1	ЗИЗ КР	2 6
<b>3</b>	17	<b>Тема 17.</b> Элементы механики жидкостей. Давление в жидкости. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли. Вязкость. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей.	2			Пр. № 17. Механика жидкости	2	2	ЗИЗ КР ПКУ	2 6 30
	18-20							36	ПА(экс)	40
<b>Итого за семестр</b>			34		16		34	60		100
<b>3-й СЕМЕСТР</b>										
<b>Модуль 1</b>										
<b>1</b>	1	<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b> <b>Тема 18.</b> Электростатическое поле в вакууме	2	Л.р.№18 Измерение ЭДС методом компенсации Л.р.№19 Определение энергии ионизации атомов аргона	2	№18 Закон Кулона. Напряженность эл. поля. Принцип суперпозиции. Работа в эл. поле, потенциал.	2		ЗИЗ	2
	2	<b>Тема 19.</b> Электростатическая теорема Гаусса	2							
	3	<b>Тема 20.</b> Электрическое поле в веществе	2	Л.р.№20 Изучение зависимости $\epsilon$ титаната бария от температуры	2	№20 Емкость. Конденсаторы. Энергия эл. поля.	2		ЗИЗ	2

				Л.р.№ 21. Определение емкости конденсаторов с помощью электростатического вольтметра					
4	Тема 21. Проводники в электрическом поле. Электроемкость	2							
5	Тема 22. Постоянный электрический ток	2	Л.р.№24 Изучение явления термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода электрона Л.р.№25 Экспериментальная проверка закона Био-Савара для кругового контура с током	2	№21 Электрический ток	2		ЗИЗ КР	2 10
6	Тема 23. Классическая электронная теория проводимости металлов	2					1		
7	Тема 24. Электрический ток в газе	2	Л.р.№26 Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли Л.р.№27 Определение удельного заряда электрона методом магнетрона	2	№22 Магнитное поле. 3-н Био-Савара-Лапласа.	2		ЗИЗ КР	2 10
8	Тема 25. Магнитное поле в вакууме	2						ЗИЗ ПКУ	2 30

Модуль 2										
2	9	Тема 26. Магнитное поле в вакууме	2	Л.р.№28 Определение индуктивности и емкости конденсатора	2	№23 3-н Ампера. Сила Лоренца. Закон полного тока для магнитного поля. Магнитное поле в веществе.	2		ЗИЗ	2
	10	Тема 27. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Магнитный поток	2							
2	11	Тема 28. Явление электромагнитной индукции. Явление самоиндукции	2	Л.р.№30 Определение точки Кюри ферромагнитных материалов	2	№24 ЭДС индукции и самоиндукции. колебания. Энергия магнитного поля. Экстратоки	2	1	ЗИЗ	2
	12	Тема 29. Магнитные моменты атомов. Диамагнетизм. Парамагнетизм	2					1		
	13	Тема 30. Ферромагнетизм	2	Л.р.№32 Изучение связанных колебаний. Биения Л.р.№31 Изучение законов колебания физического маятника	2	№ 25 Гармонические колебания и их характеристики. Энергия гармонических колебаний. Затухающие колебания	2	1	ЗИЗ КР	2 10
3	14	Раздел 4. Колебания и волны Тема 31 Гармонические колебания	2							
	15	Тема 32 Затухающие колебания	2	Л.р.№33 Изучение затухающих электромагнитных колебаний Л.р.№34 Резонанс напряжений	2	№ 26 Вынужденные колебания. Резонанс. Переменный ток	2	1	ЗИЗ КР	2 12



	16	Тема 33 Вынужденные колебания	2		2			1		
3	17	Тема 34 Волновые процессы	2						ПКУ	30
	18-21	Подготовка к экзамену						36	ТА(экз)	40
		<b>Итого за семестр</b>	34		16		16	42		100
<b>4-й СЕМЕСТР</b>										
<b>Модуль 1</b>										
1	1	Раздел 5. Волновая и квантовая оптика Тема 35 Электромагнитная волна	2	Л.р.№35 Измерение длины волны монохроматического света с помощью интерферометра Майкельсона	2			1	ЗИЗ	2
	2	Тема 36 Интерференция света	2			Пр. № 27. Интерференция волн.	2	1	ЗИЗ	2
	3	Тема 37 Дифракция света	2	Л.р.№ 36 Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона.....	2			1	ЗИЗ	2
	4	Тема 38 Дифракционная решетка. Пространственная решетка	2			Пр. № 28. Дифракция света	2	1	ЗИЗ	2
	5	Тем 39 Взаимодействие света с веществом	2	Л.р.№37 Проверка закона Малюса или	2			1	ЗИЗ	2
	6	Тема 40 Взаимодействие света с веществом. Поляризация света	2			Пр. № 29. Поляризация света. Степень поляризации. Закон Брюстера. Закон Малюса.	2		ЗИЗ КР	2 8

1	7	<b>Тема 41</b> Тепловое излучение	2	Л.р.№38 Изучение закона Стефана-Больцмана	2				ЗИЗ КР	2 6
2	8	<b>Раздел 6. Элементы квантовой физики атомов, молекул, твердых тел</b> <b>Тема 42.</b> Корпускулярно-волновой дуализм света и материи	2			Пр. №30. Тепловое излучение	2	1	ЗИЗ ПКУ	2 30
<b>Модуль 2</b>										
	9	<b>Тема 43.</b> Основы квантовой механики. Уравнение Шрёдингера	2	Л.р.№39 Изучение внешнего фотоэффекта Л.р.№ 40 Спектры излучения атомов	2			1	ЗИЗ	2
	10	<b>Тема 44.</b> Спектры атомов и молекул	2			Пр. №31. Фотоэффект. Давление света Корпускулярные свойства э/м излучения.	2	1	ЗИЗ	2
	11	<b>Тема 45.</b> Элементы зонной теории кристаллов. Электропроводность металлов	2	Л.р.№ 41 Определение длины волны излучения газового лазера	2			1	ЗИЗ	2
	12	<b>Тема 46.</b> Полупроводники	2			Пр. №32. Волновые свойства микрочастиц. Соотношение неопределенностей. Элементы квантовой механики	2		ЗИЗ	2
	13	<b>Тема 47.</b> Контактные явления	2	Л.р.№42 Снятие вольтамперной характеристики п/п выпрямителя Л.р.№ 43 Определение ширины запрещенной	2			1	ЗИЗ	2

				зоны полупроводника по спектрам фотопроводимости						
3	14	<b>Раздел 7. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц</b> <b>Тема 48. Элементы физики атомного ядра</b>	2			Пр. № 33. Радиоактивность	2	1	ЗИЗ	2
3	15	<b>Тема 49. Естественная и искусственная радиоактивность.</b>	2	Л.р.№44 Взаимодействие $\gamma$ -излучения с веществом или Л.р.№45 Дозиметрия Л.р.№46 Ядерные реакции. Ядерная энергетика	2			1	ЗИЗ КР	2 8
	16	<b>Тема 50. Ядерные реакции. Ядерная энергетика</b>	2			Пр. №34 Дефект массы и энергия связи Ядерные реакции	2	1	КР	8
	17	<b>Тема 51. Элементы физики элементарных частиц</b>	2					1	ПКУ	30
	18-20							36	ПА(экз)	40
<b>Итого за семестр</b>			34		16		16	50		100

Принятые обозначения:

КР – контрольная работа;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – текущая аттестации.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Темы: №№ 1–4, 7-17, 19-31, 34-51	Пр. р. №№ 2–9, 11-18, 20-34	Л.р. №№ 1-7, 9–29, 30-45	98+60+44
2	Мультимедиа	Темы: №№ 5, 18		Л.р. №№ 46	6
3	Проблемные / проблемно-ориентированные		Пр.р. № 1, 10, 19		6
4	С использованием ЭВМ			Л.р. №№ 30	2
5	Расчетные				
	ИТОГО	102	66	48	216

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства контроля знаний студентов входят в состав учебно-методического комплекса дисциплины и хранятся на кафедре. Оценочные средства по дисциплине «Физика» включают:

№ п/п	Вид оценочных средств*	Количество комплектов
1	Вопросы к экзаменам	3
2	Задания для практических занятий (ЗИЗ)	3
3	Задания для контрольных работ	6
4	Билеты к экзаменам	3

### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

#### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<b>Компетенция ОПК2</b>			
1	Пороговый уровень	Студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.	Выполнение заданий на практических занятиях. Выполнение лабораторных работ.
2	Продвинутый уровень	Студент глубоко понимает пройденный материал, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности.	Самостоятельное решение физических задач на практических занятиях. Защита лабораторных работ.
3	Высокий уровень	Студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности.	Решение экспериментальных задач на семинарских, лабораторных и практических занятиях.

ОПК-3			
1	Пороговый уровень	Студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.	Выполнение заданий на практических занятиях. Выполнение лабораторных работ.
2	Продвинутый уровень	Студент глубоко понимает пройденный материал, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности.	Самостоятельное решение физических задач на практических занятиях. Защита лабораторных работ.
3	Высокий уровень	Студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности.	Решение экспериментальных задач на семинарских, лабораторных и практических занятиях.

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Общая оценка знаний, умений и навыков студентов заключается в анализе их работы при выполнении ими различных видов занятий. Так при кратком опросе студентов перед началом лекции по результатам предыдущей лекции оцениваются их знания в понимании ранее изложенного материала. При проведении студентами измерений во время лабораторных работ оценивается, насколько глубоко они овладели навыками работы с измерительными приборами, а при выполнении ими расчетных заданий при вызове к доске или самостоятельных работ оценивается их физико-математическая культура.

Результаты обучения	Оценочные средства*
<i>ОПК-2</i> : способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	
Решение заданий на практических занятиях	Устный опрос, контрольная работа
Написание рефератов по разделу физики «Термодинамика».	устный опрос, защита рефератов
Проведение лабораторных экспериментов, защита лабораторных работ по разделам физики.	Требования к отчету по лабораторным работам
<i>ОПК-3</i> : способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	
Решение заданий на практических занятиях	Устный опрос, контрольная работа
Написание рефератов по разделу физики «Термодинамика».	устный опрос, защита рефератов
Проведение лабораторных экспериментов, защита лабораторных работ по разделам физики.	Требования к отчету по лабораторным работам

## 5.3 Критерии оценки практических работ

Практические занятия оцениваются по выполнению контрольных работ, которые выполняются по трем дидактическим единицам для каждого модуля. Каждая работа по

одной дидактической единице включает 18 вопросов по теории, представляющих собой случайную выборку, и одну задачу.

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 0,5 баллов. Задача оценивается от нуля до 2 баллов в зависимости от качества ее выполнения. Итоговая оценка получается простым суммированием с округлением до целого числа баллов в пользу студента.

#### **5.4 Критерии оценки лабораторных работ**

Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в диапазоне от 2 до 3 баллов. При этом 1 балл начисляется за выполнение работы и 1 или 2 балла за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

#### **5.5 Критерии оценки экзамена**

Экзамен проводится в два этапа. Первый этап включает в себя письменный ответ на вопросы, представляющих собой случайную выборку из вопросов выносимых на экзамен и одну задачу.

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. Задача оценивается от нуля до 2 баллов в зависимости от качества ее выполнения.

Второй этап заключается в краткой беседе со студентом по основополагающим вопросам курса, объединенных в 4 блока. Этот этап оценивается от 0 до 5 баллов по каждому блоку в соответствии со следующими требованиями.

- ◆ **5 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.
- ◆ **4 балла** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.
- ◆ **3 балла** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
- ◆ **2 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.
- ◆ **1 балл** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки
- ◆ **0 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов;

Итоговая оценка получается простым суммированием баллов за письменные ответы и ответы за беседу по всем разделам курса.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы: решение индивидуальных задач во время проведения практических занятий под контролем преподавателя; подготовка рефератов, устных выступлений по заданной тематике; научно-исследовательская работа; подготовка к устной защите лабораторных работ по контрольным

вопросам.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре. Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Критерии оценки: баллы за работу даются в размере от 0 до 10 баллов. Максимальный балл дается за правильный ход решения задач, подробность и правильность изложения теоретического материала, подготовку докладов на научные конференции.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Савельев, И. В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 3 т. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. - 500с.	Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	90
2	Трофимова, Т.И. Курс физики: Учебное пособие для втузов / Т.И. Трофимова – М.: Изд. «Высшая школа», 2017.– 560с	Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебного пособия	90

### **7.2 Дополнительная литература:**

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Трофимова, Т.И. Курс физики. Задачи и решения. Учебное пособие для втузов/Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов.– М.: Изд. «Академия», 2004.–592с.	УМО по образованию в области мат. и инф. Мин-ва образования РФ в качестве УП для втузов	15
2	Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М.: «АльянС», 2019. - 640с.	Рекомендовано Мин-вом образования РФ в кач-ве УП для втузов	10
3	Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики.– М.: Изд. «Наука», 2003.– 328с	Рекомендовано Мин-вом образования РФ в кач-ве УП для втузов	50
4	Сена, Л.А. Единицы физических величин и их размерность. – М.: Наука, 1988.– 432 с.	Рекомендовано Мин-вом образования СССР в кач-ве УП для втузов	92

### **7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине**

[http://cdo.bru.by/ext/campus/pages/resources/courses/bmas\\_b.php](http://cdo.bru.by/ext/campus/pages/resources/courses/bmas_b.php)

**7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению конкретных видов учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам**

#### **7.4.1 Методические рекомендации**

1. Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Хомченко А.В., Шульга А.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам, дневной и заочной форм

обучения. Механика. Часть 1. Методические указания. – Могилев: БРУ. 2016, 40 стр. (115 экз.).

2. Хомченко А.В., Терешко И.В., Чудаковский П.Я. Физика. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов технических специальностей, обучающихся по российским и белорусским образовательным программам. Оптика. Основы физики твердого тела, элементы атомной и ядерной физики. – Могилев: БРУ. 2016, 28 стр. (56 экз.).

3. Хомченко А.В., Ляпин А.И., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Магнитное поле. – Могилев: БРУ. 2018, 48 стр. (100 экз.).

4. Хомченко А.В., Ляпин А.И., Глущенко В.В., Манкевич Н.С. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Колебания и волны. – Могилев: БРУ. 2018, 48 стр. (100 экз.).

5. Ляпин А.И., Пивоварова Е. В., Хомченко А.В, Шульга А.В., Василенко А.Н. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, обучающихся по белорусским и российским образовательным программам. Оптика. Часть.1. – Могилев: 2018, 48 стр. (100 экз.).

6. Чудаковский П.Я., Манкевич Н.С., Холомеев В.Ф. Физика. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки. Механика. Основы молекулярной физики и термодинамики. – Могилев: БРУ. 2018, 34 стр. (50 экз.).

7. Хомченко А.В., Коваленко О.Е., Шульга А.В., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Электростатика. Магнетизм. Колебания и волны. – Могилев: БРУ. 2018, 48 стр. (50 экз.).

8. Терешко И.В., Шульга А.В., Хомченко А.В., Холомеев В.Ф. Физика. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Оптика. Основы физики твердого тела, элементы атомной и ядерной физики. – Могилев: БРУ. 2018, 32 стр. (50 экз.).

9. Хомченко А.В., Ляпин А.И., Пивоварова Е.В., Жолобова Л.В., Василенко А.Н., Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Оптика. Часть 2. – Могилев: БРУ. 2019, 48 стр. (100 экз.).

10. Глущенко В.В., Коваленко О.Е., Манкевич Н.С. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Атомная и ядерная физика. – Могилев: БРУ. 2019, 48 стр. (100 экз.).

11. Хомченко А.В., Ляпин А. И., Чудаковский П.Я., Парашков С.О., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, и направлений подготовки дневной и заочной форм обучения. Молекулярная физика и термодинамика. – Могилев: БРУ. 2019, 44 стр. (115 экз.).

12. Хомченко А.В., Манкевич Н.С., Шульга А.В. Физика Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей и направлений подготовки. Механика. Часть 2. – Могилев: БРУ. 2020, 40 стр. (100 экз.).

13. Хомченко А.В., Коваленко О. Е., Ляпин А. И., Пивоварова Е.В. Физика. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей и направлений подготовки. Электростатика и постоянный ток. Методические указания. – Могилев: 2020, 40 стр. (100 экз.).

#### **7.4.2. Информационные технологии**

Плакаты по разделам физики:

1. Явления переноса



2. Диффузия газов
3. Диаграмма состояния  $\text{CO}_2$
4. Динамическая вязкость жидкостей и газов
5. Схема машины Линде для сжижения воздуха
6. Изотермы Ван-дер-Ваальса и области различных состояний вещества на диаграмме P-V.
7. Сжижение гелия
8. Коэффициент теплового расширения некоторых твердых тел при атмосферном давлении.
9. Температуры кипения, плавления и критические параметры некоторых веществ.
10. Тройные точки некоторых веществ
11. Вязкость газов
12. Диффузионно-конденсационный насос
13. Удельные газовые постоянные
14. Пути  $\alpha$  и  $\beta$ - частиц в камере Вильсона
15. Радиоактивные ряды
16. Фото эмульсионный метод регистрации ионизирующих излучений
17. Пузырьковая камера
18. Радиоактивные превращения осколков, возникающих при делении ядра урана.
19. Энергия связи атомных ядер
20. Зависимость избытка массы и упаковочного коэффициента от массового числа.
21. Циклотрон
22. Схема состава космического излучения
23. Схема бетатрона

Презентации:

Лекции-презентации и мультимедийные лекции по разделам физики:

- 5. Динамика вращательного движения твердого тела;
- 18. Электростатическое поле в вакууме;
- 32 Затухающие колебания.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспортах лабораторий рег. №:№:

- ПУЛ-4-103-303/2-19;
- ПУЛ-4-103-304/2-19;
- ПУЛ-4-103-305/2-19;
- ПУЛ-4-103-310/2-19;
- ПУЛ-4-103-301/7-19;
- ПУЛ-4-103-304/7-19.