Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля

ФГБОУ ВО "СИБГИУ", ФГБОУ ВО "СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", СИБГИУ, СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Подписано цифровой подписью: ФГБОУ ВО "СИБГИУ", ФГБОУ ВО "СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", СИБГИУ, СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
DN: 1.2.840.113549.1.9.2=4216003509-421701001-004096935979, email=admin@okt.sibsiu.ru, 1.2.643.3.131.1.1=120C303034323136303033353039, 1.2.643.100.3=120B303430393633335393739, 1.2.643.100.1=120D313032343230313437303930 38, title=проректор по учебной работе, o=ФГБОУ ВО "СИБГИУ", ФГБОУ ВО "СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", СИБГИУ, СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, street=УЛ КИРОВА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ Р-Н), ДОМ 42, l=Новокузнецк, st=42 Кемеровская область - Кузбасс, c=RU, givenName=Ирина Васильевна, sn=Зоря, cn=ФГБОУ ВО "СИБГИУ", ФГБОУ ВО "СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ", СИБГИУ, СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Дата: 2020.04.30 10:43:18 +07'00'

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ И.В. Зоря
подпись
«_____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

21.05.04 - Горное дело

Открытые горные работы

Квалификация выпускника
Горный инженер (специалист)

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения 5 лет 6 месяцев

Год начала подготовки 2020

Новокузнецк
2020

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся современного представления о физической картине мира и о месте физики в будущей профессиональной деятельности выпускников.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение обучающимися теоретических знаний в области физики;
– усвоение основных физических явлений и законов физики и приобретение навыков применения законов физики при решении физических задач;
– формирование умений моделирования физических процессов при решении практических задач, связанных с профессиональной деятельностью;
– ознакомление обучающихся с современным учебно-лабораторным оборудованием и формирование начальных навыков исследовательской работы, проведения измерений, обработки и представления результатов эксперимента.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам базовой части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

Не заданы.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Математика;
– Химия;
– Теоретическая механика;
– Прикладная механика;
– Сопротивление материалов;
– Гидромеханика;
– Термодинамика;
– Электротехника и электроника;
– Материаловедение;
– Физика горных пород.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**– Общекультурные / общие компетенции**

| Код и наименование ОК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу | – знать: основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях.<br>– уметь: применять знания о физических явлениях и законы физики, лежащие в основе современной научной картины мира.<br>– владеть: методами анализа физических явлений, методами физического исследования, приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики на основе представлений о современной научной картине мира. |

**– Общепрофессиональные компетенции**

| Код и наименование ОПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ОПК-6: готовностью использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов | – знать: основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения.<br>– уметь: работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; применять некоторые методы физических измерений и обработки экспериментальных данных; применять методы физико-математического анализа к решению конкретных проблем в профессиональной области знаний.<br>– владеть: навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; навыками обработки и интерпретации результатов эксперимента. |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную

работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение лекций, лабораторных работ, практических занятий (семинаров). Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

## Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | ***ИТОГО*** | ***1 семестр*** | ***2 семестр*** |
|---|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *зачет* | *экзамен* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***216*** | *72* | *144* |
| | *зачетных единиц* | ***6*** | *2* | *4* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***34*** | *18* | *16* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***16*** | *0* | *16* |
| Практические работы, *академ. час.* | | ***34*** | *18* | *16* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***96*** | *36* | *60* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***36*** | *0* | *36* |

## Содержание учебной дисциплины

**Раздел 1 Физические основы механики;**

Тема 1.1 Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки и твердого тела. Уравнения кинематики (Физические модели: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, сплошная среда. Относительность движения. Система отсчета. Траектория. Способы описания движения: векторный, координатный, естественный. Радиус-вектор. Модуль радиус-вектора, координатная запись. Кинематические уравнения движения в координатной форме.
Перемещение, путь. Мгновенная скорость. Векторная форма записи характеристик через компоненты перемещения и скорости. Модуль скорости. Средняя скорость. Средняя путевая скорость. Мгновенное ускорение. Среднее ускорение. Векторная запись мгновенного ускорения через компоненты ускорения. Модуль ускорения. Математический смысл мгновенных значений скорости и ускорения. Разложение векторов перемещения, скорости и ускорения по составляющим в декартовой системе координат. Векторный интеграл перемещения и скалярный интеграл пути. Модули векторных кинематических характеристик.
Интеграл скорости и пути. Анализ интегралов на случаи равномерного, равнопеременного и неравномерного движения. Центростремительное, тангенциальное и полное ускорения. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного движений. Направление векторов центро-

стремительного, тангенциального и полного ускорения при равномерном и равнопеременном движениях. Графические способы вычисления пути, скорости и ускорения при равномерном, равнопеременном и неравномерном движениях. Каноническое уравнение поступа-тельного движения. Графики зависимости пути, скорости и ускорения от времени при прямолинейном равномерном и неравномерном движениях. Уравнения зависимости пути, скорости и ускорения от времени при прямолинейном равномерном и неравномерном движениях. Кинематика вращательного движения материальной точки и твердого тела. Вращательное движение. Угловой путь (перемещение). Мгновенная, средняя угловая скорость Мгновенное, среднее угловое ускорение. Математический смысл мгновенных значений скорости и ускорения. Проекции векторов угловых перемещения, скорости и ускорения. Правила направления векторов угловых: пути, скорости и ускорения. Связь линейных и угловых кинематических характеристик. Частота, период вращения. Интегралы углового пути и угловой скорости. Их математический смысл. Анализ интегралов на случаи равномерного, равнопеременного и неравномерного вращения. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного вращения);

Тема 1.2 Динамика поступательного движения материальной точки и твердого тела. Законы динамики (Динамика поступательного движения материальной точки. Принцип инерции Галилея – I закон Ньютона. Внутренние и внешние силы. Результирующая сила. Представление ее вектора в проекциях на оси координат. Составляющие результирующей силы при криволинейном движении. Направление векторов силы и ускорения. Сила тяжести и вес тела. Сила трения и сила нормального давления. Сила гравитационного взаимодействия. Сила упругости. Масса. Импульс. Вектор импульса в декартовой системе координат. Основной закон динамики поступательного движения – II закон Ньютона в интегральной и дифференциальной формах. II закон Ньютона в координатной форме. Закон изменения импульса. Импульс силы. Закон изменения импульса в векторной и скалярной записи. Третий закон Ньютона. Динамика частиц. II закон Ньютона для системы материальных то-чек. Полный вектор импульса системы материальных точек. Центр инерции (центр масс) системы материальных точек. Координаты центра масс. Радиус-вектор, векторы скорости и ускорения центра масс. Разложение векторов по составляющим в декартовой системе координат. Аддитивность масс. Теорема о движении центра масс);

Тема 1.3 Работа и механическая энергия. Мощность (Скалярное произведение векторов силы и перемещения. Работа и ее составляющие. Работа постоянной и переменной силы. Математический смысл работы. Мощность силы средняя и мгновенная. Мощность как скалярное произведение векторов скорости и силы. Представление зависимости в декартовой системе координат. Потенциальное поле сил.

Механическая энергия. Стационарные силовые поля. Потенциальные (консервативные) и непотенциальные (диссипативные) силы. Потенциальная энергия. Случаи движения тела в однородном поле силы тяжести. Теорема об изменении потенциальной энергии. Потенциальная энергия упругой деформации и растянутого или сжатого стержня. Потенциальная энергия тяготения двух тел (гравитационного взаимодействия). Потенциал гравитационного поля, в том числе создаваемого планетой со сферически распределенной массой. Связь силы и потенциальной энергии. Градиент потенциальной энергии. Запись связи вектора силы и потенциальной энергии в проекциях на оси координат. Декартовы компоненты вектора градиента. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Полная механическая энергия. Замкнутые системы. Закон сохранения полной механической энергии. Закон превращения энергии. Закон сохранения энергии незамкнутых систем. Закон сохранения полной механической энергии при движении тел, брошенных вертикально вверх, по наклонной плоскости, под углом к горизонту.

Графики зависимости кинетической энергии тела, брошенного под углом к горизонту, от времени движения тела и высоты подъема, и его потенциальной энергии тела от высоты подъема. Графики зависимости кинетической энергии тела, совершающего гармонические колебания на пружине, от его координаты. Примеры потенциальных кривых, демонстрирующих выполнение законов сохранения и превращения энергии. Частица в консервативном силовом поле. Энергия активации. Потенциальный барьер. Принцип минимума потенциальной энергии. Финитное и инфинитное движения);

Тема 1.4 Законы сохранения в механике (Закон сохранения центра масс (центра инерции). Закон сохранения импульса. Закон сохранения проекций импульса. Закон сохранения импульса при упругом и неупругом взаимодействии тел. Закон сохранения энергии в механике. Движение тела по наклонной плоскости);

Тема 1.5 Динамика вращательного движения. Законы динамики (Динамика твердого тела. Момент импульса твердого тела и точки. Момент силы. Плечо силы. Момент инерции твердого тела и точки. Момент инерции дискретного и сплошного твердого тела. Правила направления векторов момента импульса, момента силы, угловой скорости и углового ускорения при равномерном, равнопеременном и неравномерном вращении. Основное уравнение динамики вращательного движения материальной точки и твердого тела в интегральной и дифференциальной формах. Запись законов через проекции векторов. Закон изменения момента импульса в векторной форме и его представление в составляющих декартовой системы координат. Импульс момента силы. Закон сохранения момента импульса. Закон сохранения момента импульса для двух взаимодействующих тел и для одного тела, момент инерции кото-

рого меняется. Теорема Штейнера. Моменты инерции простых тел: цилиндра, однородного тонкого стержня, тонкого кольца, обруча, трубы, однородного шара, круглого однородного диска. Свободные оси. Главные оси инерции. Кинетическая энергия вращательного движения. Работа постоянного и переменного момента силы. Мгновенная мощность при вращении тела. Представление работы момента силы через составляющие в декартовой системе координат. Теорема об изменении кинетической энергии вращательного движения. Общий случай движения твердого тела. Кинетическая энергия тела при поступательном и вращательном движениях. Закон сохранения энергия при поступательном и вращательном движениях);

**Раздел 2 Молекулярная физика и термодинамика;**

Тема 2.1 Основы молекулярной физики (Современная структура физики макросистем. Термодинамический и статистический методы описания макросистем. Термодинамические параметры и системы. Макро- и микросостояния. Макропроцессы. Квазистатические процессы. Термодинамика идеального газа. Модель идеального газа. Количество вещества. Молярная масса вещества. Число молекул и число Авогадро, связь между ними. Относительная молекулярная и атомная масса вещества. Связь между молярной и молекулярной массой. Изопроцессы и законы идеальных газов. Объединенный газовый закон (уравнение Клапейрона). Уравнение состояния иде-ального газа (Менделеева-Клапейрона). Температура - мера хаотического движения. Молярная масса смеси газов. Уравнение состояния смеси идеальных газов (закон Дальтона). Парциальное давление. Концентрация молекул. Вывод уравнения Клаузиуса - основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Различные формы уравнения. Число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движения молекулы (жесткая и упругая одно-, двух-, трех- и многоатомная линейная и нелинейная молекулы). Средняя энергия молекулы. Средняя энергия поступательного, вращательного и колебательного движения молекулы. Суммарная кинетическая энергия движения молекул. Внутренняя энергия идеального газа. Средняя квадратичная скорость. Теорема о равном распределении энергии по степеням свободы молекул.
Газ в поле сил тяжести. Распределение Больцмана для идеального газа по энергиям и концентрациям молекул газа во внешнем потенциальном поле. Графики зависимости концентрации молекул газа во внешнем однородном поле силы тяжести от высоты для различных температур газов и их масс, их особенности. «Больцмановское» (концентрация молекул газа уменьшается с высотой) и «антибольцмановское» (инверсное; концентрация молекул газа на высоте выше, чем вблизи поверхности Земли) распределение молекул воздуха в атмосфере Земли. Распределение Больцмана для молекул газа при очень высокой температуре

(T>?; энергия хаотического движения молекул значительно превосходит их потенциальную энергию в поле силы тяжести и концентрация молекул на высоте n>n0, когда они равномерно распределены по высоте) и при очень низкой температуре (T>0; энергия хаотического движения молекул значительно меньше их потенциальной энергии в поле силы тяжести, когда молекулы располагаются вблизи поверхности Земли, т.е. на нулевом уровне). Экспериментальная проверка распре-деления Больцмана. Определение постоянной Авогадро. Барометрическая формула Лапласа (распределение по концентрациям и давлениям по высоте в поле тяготения). Графики зависимости давления газа во внешнем однородном поле силы тяжести от высоты для различных температур и их особенности.

Распределение Максвелла для молекул по скоростям, относительным скоростям, импульсам, энергиям. Особенности кривых Максвелла (повышение и понижение температуры, площадь под кривой, зависимость положения кривых для газов различных масс). Условие нормировки. Распределение Максвелла-Больцмана. Наиболее вероятная, средняя квадратичная и средняя арифметическая скорость. Запись скоростей через давление газов. Опытная проверка распределения Максвелла. Элементы физической кинетики. Неравновесные состояния газа. Явления переноса. Среднее число столкновений, эффективный диаметр, средняя длина свободного пробега молекул. Импульс, переносимый молекулами, из одного слоя газа в другой. Диффузия. Уравнение Фика в интегральной форме. Коэффициент диффузии. Внутреннее трение (вязкость). Уравнение Ньютона в интегральной форме. Коэффициент динамической вязкости. Теплопроводность. Уравнение Фурье в интегральной форме. Коэффициент теплопроводности. Связь между коэффициентами переноса);

Тема 2.2 Основы термодинамики (Равновесная термодинамика. Неравномерность и релаксация. Квазиравномерные и квазиобратимые процессы. Внутренняя энергия как функция состояния термодинамической системы. Связь внутренней энергии с давлением и объемом газа, с числом степеней свободы молекул газа и температурой. Работа, теплота и теплоемкость идеальных газов. Работа газа при нагревании и охлаждении. Работа газа и внешних тел. Работа газа за цикл, аддитивность работы. Математический смысл работы газа за цикл (в замкнутом процессе) и на различных стадиях цикла в координатах P – V. Удельная и молярная теплоемкость идеальных газов. Связь между теплоемкостями. Первое начало термодинамики. Количество теплоты, работа газа, изменение внутренней энергии газа. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Вечный двигатель первого рода. Адиабатический процесс. Уравнения Пуассона. Связь между начальным и конечным значениями параметров состояний газа при адиабатном процессе. Применение первого начала термодинамики к адиабатному процессу. Работа и теплоемкость идеального газа при изотермическом,

изохорическом, изобарическом и адиабатическом процессах. Молярная и удельная теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Показатель адиабаты. Уравнение Майера. Замкнутые (круговые) процессы. Тепловая машина. Вечный двигатель второго рода. Холодильная машина. Направленность термодинамических процессов. Цикл Карно в координатах P – V. Анализ стадий цикла (изотермическое расширение и сжатие, адиабатическое расширение и сжатие). Стадии подвода и отвода тепла. КПД идеальных и реальных тепловых машин. Второе начало термодинамики. Приведенное количество теплоты. Теорема Карно и теорема Клаузиуса. Энтропия как функция состояния системы. Статистический смысл энтропии. Энтропия идеального газа. Свойства энтропии. Связь приращения энтропии с приведенным количеством тепла. Анализ изменения энтропии в обратимых и необратимых процессах, происходящих в изолированных и неизолированных термодинамических системах. Закон возрастания энтропии. Запись первого начала термодинамики через изменение энтропии и абсолютную температуру. Анализ изменения энтропии при изопроцессах. Цикл Карно в координатах T – S. Анализ стадий цикла (изотермическое расширение и сжатие, адиабатическое расширение и сжатие). Закономерности изменения энтропии на различных ста-диях в цикле Карно. Теорема Нернста–Планка – третье начало термодинамики. Энтропия и вероятность. Формула Больцмана. Фазовые равновесия и фазовые превращения. Фазы и фазовые переходы. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Условия фазового равновесия. Тройная точка. Диаграмма состояния. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса);

**Раздел 3 Электричество и магнетизм;**

Тема 3.1 Электрическое поле в вакууме (Виды фундаментальных взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие. Элементарный электрический заряд. Электрический заряд, его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Опыт Иоффе–Милликена по измерению элементарного электрического заряда. Взаимодействие двух точечных зарядов. Закон Кулона в векторной и скалярной формах. Центральное электрическое поле консервативных сил. Взаимодействие заряженных тел. Сила взаимодействия между заряженными телами. Принцип суперпозиции сил Кулона. Пробный электрический заряд. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Графическое изображение электрического поля. Силовые линии поля и правило их направление для электрического поля, созданного положительным и отрицатель-ным зарядом в произвольной точке пространства. Принцип суперпозиции для напряженности электрического поля. Прикладные задачи электростатики. Поток вектора напряженности электрического поля через плоскую площадку. Поток вектора напряженности электрического поля через произвольную замкнутую поверхность. Тео-

рема Остроградского–Гаусса в интегральной форме. Физический смысл теоремы. Напряженность электрического поля точечного заряда, равномерно зараженной сферы, равномерно объемно заряженного шара, линейно заряженной нити, объемно заряженного цилиндра, бесконечной равномерно заряженной плоскости, двух разноименно заряженных плоскостей (конденсатора). Графики зависимости напряженности электростатического поля от расстояния от источников поля (точечный заряд, равномерно зараженная сфера, равномерно объемно заряженный шар, линейно заряженная нить, объемно заряженный цилиндр, бесконечная равномерно заряженная плоскость, две разноименно заряженные плоскости).
Потенциальный характер электростатического поля. Работа сил постоянного электрического поля по перемещению заряда. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Свойства циркуляции. Аддитивность циркуляции. Потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции полей для потенциала. Связь напряженности поля и потенциала. Градиент потенциала. Представление связи в проекциях на оси координат. Связь работы электрического поля и разности потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Ортогональность эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электрического поля. Потенциал электрического поля точечного заряда, равномерно заряженной сферы, бесконечной линейно заряженной нити, бесконечной равномерно заряженной плоскости, двух разноименно заряженных плоскостей (конденсатора), равномерно объемно заряженного шара, объемно заряженного цилиндра. Графики зависимости потенциала электростатического поля от расстояния от источников поля (точечный заряд, равномерно зараженная сфера, равномерно объемно заряженный шар, линейно заряженная нить, объемно заряженный цилиндр, бесконечная равномерно заряженная плоскость, две разноименно заряженные плоскости).
Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля. Электрический диполь. Электрический дипольный момент. Электрическое поле точечного диполя. Мультиполи.
Энергия заряженного проводника и конденсатора. Электрическая емкость заряженного уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Плоский конденсатор. Емкость плоского конденсатора. Плотность энергии. Электрическая емкость, плотность энергии и энергия поля шарового и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов);

Тема 3.2 Постоянный электрический ток (Ток проводимости, конвекционный ток, ток смещения. Линии тока. Вектор плотности тока. Сила тока. Полный электрический заряд. Зависимость силы тока от времени и ее математический смысл. Скорость дрейфа и хаотического движения заряженных частиц в электрическом поле. Закон сохранения заряда. Поток вектора плотности электрического тока. Проводимость вещества, удельная проводимость вещества. Сопротивление, удельное

сопротивление. Геометрический смысл сопротивления. Температурная зависимость сопротивления и удельного сопротивления. График зависимости. Закон Ома для участка цепи в интегральной и дифференциальной формах.
Сторонние силы. Работа сторонних сил при переносе носителей тока. Электродвижущая сила. Напряжение на неоднородном участке цепи. Работа результирующей силы на неоднородном участке цепи. Закон Ома для неоднородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Закон Ома для полной цепи. Ток короткого замыкания. Разветвленные цепи. Законы Кирхгофа и их применение. Правила Кирхгофа.
Расчет сопротивления соединения проводников методом эквивалентного замещения. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Мощность тока. Мощность тока при параллельном и последовательном соединении сопротивлений. Зависимость силы тока и мощности от времени. Закон Джоуля–Ленца для замкнутого участка цепи с ЭДС. КПД источника тока. Максимальные ток, полная мощность, полезная мощность и КПД. Уравнения непрерывности и стационарности электрического тока в интегральной форме.
Цепь, состоящая из конденсатора и проводника. Переходные процессы в цепях. Зависимость от времени тока в цепи, напряжения и заряда на конденсаторе. Время релаксации);

Тема 3.3 Магнитное поле в вакууме (Магнитное поле. Характеристики магнитного поля. Вращающий момент сил, действующих на постоянный магнит и контур с током. Вектор магнитной индукции. Магнитный момент контура с током. Силовые линии магнитного поля. Вектор напряженности магнитного поля. Макротоки и микротоки, магнитное поле макротоков и микротоков. Правило «буравчика» направления векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Связь вектора магнитной индукции и вектора напряженности магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная постоянная. Закон Био-Савара-Лапласа для векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей для направления векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Расчет индукции магнитного поля бесконечного прямолинейного проводника с током и проводника конечных размеров, кругового витка с током, на оси соленоида конечной длины. Индукция магнитного поля движущегося заряда.
Поток вектора магнитной индукции. Неоднородное магнитное поле. Основные уравнения постоянного магнитного поля в интегральной форме. Условие соленоидального характера магнитного поля в интегральной форме и его физический смысл. Магнитное поле бесконечно длинного соленоида. Магнитное поле прямого тока. Взаимодействие токов.

Циркуляция вектора магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции и напряженности магнитного поля в интегральной форме (закон полного тока). Физический смысл теоремы о циркуляции. Вихревой характер магнитного поля. Применение теоремы к расчету магнитного поля прямого тока, соленоида, тороида);

Тема 3.4 Электромагнетизм. Электромагнитное поле (Действие магнитного поля на заряды и токи. Закон Ампера. Сила Ампера. Взаимодействие прямолинейных проводников с током. Сила Лоренца. Правило «левой руки». Движение заряженной частицы в однородном и постоянном магнитном поле. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Радиус вращения, период и частота вращения, шаг винтовой линии, кинетическая энергия и импульс частицы. Магнитное поле отдельно движущегося заряда. Эффект Холла. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном полях. Потенциальная энергия контура с током и момент действующих на него сил Ампера. Механическая работа в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея по выявлению электромагнитной индукции. Физическая природа электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Правило Ленца. Электродвижущая сила в замкнутом неподвижном и разомкнутом движущемся проводнике в магнитном поле. Разность потенциалов на концах проводника. Зависимость электрического тока от времени в цепи с индуктивностью, математический смысл ЭДС индукции. Связь ЭДС индукции и индукционного тока. Зависимость ЭДС индукции, возникающей в рамке, содержащей N витков и вращающейся с угловой скоростью. Заряд, протекающий в контуре при изменении магнитного потока. Зависимость индукционного тока от времени движения проводника с током в магнитном поле при его равномерном и равнопеременном движении. Вращение рамки с током в однородном магнитном поле. Явление самоиндукции. Электродвижущая сила самоиндукции. Зависимость электрического тока от времени в цепи с индуктивностью, математический смысл ЭДС самоиндукции. Индуктивность контура. Потокосцепление. Индуктивность соленоида. Магнитная энергия контура с током. Плотность энергии магнитного поля. Электромагнитное поле. Обобщение законов электромагнетизма на электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Их физический смысл и формулировка. Плотность тока смещения, физический смысл. Материальные уравнения Максвелла. Свойства уравнений Максвелла. Экстратоки самоиндукции при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность и сопротивление);

**Раздел 4 Механические и электромагнитные колебания и волны;**

Тема 4.1 Колебательные процессы (Предмет исследования. Понятие колебательных процессов, динамических систем. Примеры колебательных систем различной природы. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний, его решение. Физический смысл коэффициентов в дифференциальном уравнении. Гармонический осциллятор. Характеристики гармонических колебаний: амплитуда, период, частота линейная и циклическая, фаза. Кинематика гармонических колебаний. Скорость и ускорение колебаний. Амплитуда скорости и ускорения. Кинетическая, потенциальная и полная энергия гармонического колебания. Графики зависимости смещения, скорости, ускорения, кинетической, потенциальной и полной энергии от времени. Системы, совершающие свободные гармонические колебания в механике и электромагнетизме. Математический маятник. Физический маятник. Пружинный маятник. Колебательный контур. Период и частота колебаний маятников и характеристик контура (формула Томсона). Аналогии поведения. Кинетическая, потенциальная и полная энергия гармонических колебаний. Энергия электрического и магнитного полей, полная энергия электромагнитных колебаний. Дифференциальные уравнения колебаний маятников и колебательного контура, их решения, анализ. Сложение колебаний, происходящих вдоль одной прямой с одина-ковой частотой.
Биения. Амплитуда биений, частота биений. График биений. Сложение взаимно перпендикулярных механических и электромагнитных колебаний. Метод векторных диаграмм для амплитуды результирующего колебания, смещения, скорости и ускорения при сложении механических колебаний и для амплитуды полного напряжения, напряжения на индуктивности, емкости и сопротивлении при сложении электромагнитных колебаний. Максимальное (амплитудное) значение тока в контуре. Амплитуда напряжения в контуре, на индуктивности, емкости и сопротивлении. Активное, реактивное (емкостное и индуктивное), полное сопротивления контура. Эффективные значения напряжения на индуктивности, емкости и сопротивлении и тока. Связь между эффективными значениями напряжений на элементах контура и эффективным значением тока. Закон Ома для полного, активного и реактивного сопротивлений. Общее уравнение траектории при сложении взаимно перпендикулярных колебаний, уравнения траектории (прямая, окружность, эллипс, фигура Лиссажу) в зависимости от разности начальных фаз колебаний. Затухающие механические колебания.. Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные механические колебания. Вынужденные электромагнитные колебания.);

Тема 4.2 Волновые процессы (Волновое движение. Волновые процессы. Упругая среда. Продольные и поперечные волны. Фронт волны, волновая поверхность. Плоские, сферические и цилиндрические волны. Характеристики волны: длина, период, скорость, линейная и циклическая частота. Связь характеристик. Связь разности фаз колебаний двух точек с волновым числом и расстоянием между точками. Простейшее одномерное уравнение плоской волны. Уравнение бегущей волны слева направо и справа налево. Волновое число. Дифференциальное уравнение волны второго порядка (волновое уравнение). Решение дифференциального уравнения. Волновой вектор и число. Связь волнового числа с фазовой скоростью и частотой волны. Смещение, скорость и ускорение точек среды, их амплитудные значения. Стоячая волна, уравнение стоячей волны, ее амплитуда. Дисперсия волн. Дисперсионное уравнение. Фазовая и групповая скорости. Связь между фазовой и групповой скоростью. Энергия упругой волны. Перенос энергии волной. Плотность потока энергии волны – вектор Умова. Среднее значение объемной плотности энергии, ее связь с плотностью среды, циклической частотой и амплитудой волны.
Электромагнитные волны. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Дифференциальное уравнение плоской электромагнитной волны в частных производных второго порядка – следствия уравнений Максвелла. Решение дифференциальных уравнений. Поперечность электромагнитных волн. Правая тройка векторов. Фазовая скорость распространения электромагнитных волн в среде, ее связь со скоростью волны в вакууме и показателем преломления; с магнитной проницаемостью и диэлектрической проницаемостью среды. Выражение скорости света в вакууме через электрическую и магнитную постоянные. Абсолютный и относительный показатель преломления. Связь относительного показателя преломления со скоростями распространения волны в средах и длинами волн, периодом и частотой.
Связь амплитуд электрического и магнитного полей. Объемная плотность энергии электромагнитного поля (выражение через амплитудные значения векторов напряженности и электрического смещения электрического поля и магнитной индукции и напряженности магнитного поля; выражение через характеристики среды: электрическую и магнитную постоянные и диэлектрическую и магнитную проницаемость среды). Вектор Умова–Пойнтинга. Правило «буравчика». Единицы измерения вектора.
Сложение волн. Интерференция волн. Когерентные источники. Интерференция волн от двух источников);

**Раздел 5 Квантовая физика;**

Тема 5.1 Равновесное тепловое излучение (Неравновесное и равновесное излучение. Виды неравновесного излучения (люминесценция). Тепловое равновесное излучение. Коэффициенты отражения, по-

глощения и пропускания. Их зависимость от температуры и длины волны излучения. Спектральные коэффициенты отражения, поглощения и пропускания. Абсолютно черное и белое тело. Серое тело. Законы равновесного теплового излучения:

- закон Кирхгофа в интегральной и дифференциальной формах;
- закон Стефана-Больцмана для излучения абсолютно черного и серого тела;
- I и II законы Вина для черного и серого тела;
- формула Рэлея–Джинса и Планка. Ультрафиолетовая катастрофа (Пауль Эренфест).);

Тема 5.2 Фотоны. Фотоэффект (Фотоны. Энергия, масса и импульс фотона. Фотоэлектрический эффект. Опыт Герца, Столетова, Ленарда и Томпсона. Внешний, внутренний и вентильный фотоэффект. Квантовая теория фото-эффекта. Законы А.Г.Столетова, Ф.Ленарда и А.Эйнштейна для фотоэффекта. Законы сохранения импульса и энергии в фотоэффекте. Вольт–амперные характеристики фотоэлемента, их разновидности и особенности. Зависимость Лукирского («максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов – частота»; «задерживающее напряжение – частота»). Фототок насыщения, задерживающее напряжение, красная граница фотоэффекта, работа выхода электронов, порог фотоэффекта. Экспериментальные способы измерения работы выхода электронов, постоянной Планка, красной границы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для многофотонного фотоэффекта).

## 5 Перечень тем лекций

| № раздела / темы дисциплины | Темы лекций | Трудоемкость, *академ.час* |
|---|---|---|
| Раздел 1. | Физические основы механики | |
| Тема 1.1. | Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки и твердого тела. Уравнения кинематики | 2 |
| Тема 1.2. | Динамика поступательного движения материальной точки и твердого тела. Законы динамики | 2 |
| Тема 1.3. | Работа и механическая энергия. Мощность | 2 |
| Тема 1.4. | Законы сохранения в механике | 2 |
| Тема 1.5. | Динамика вращательного движения. Законы динамики | 2 |
| Раздел 2. | Молекулярная физика и термодинамика | |
| Тема 2.1. | Основы молекулярной физики | 4 |
| Тема 2.2. | Основы термодинамики | 4 |
| Раздел 3. | Электричество и магнетизм | |

| | | |
|---|---|---|
| Тема 3.1. | Электрическое поле в вакууме | 2 |
| Тема 3.2. | Постоянный электрический ток | 2 |
| Тема 3.3. | Магнитное поле в вакууме | 2 |
| Тема 3.4. | Электромагнетизм. Электромагнитное поле | 2 |
| Раздел 4. | Механические и электромагнитные колебания и волны | |
| Тема 4.1. | Колебательные процессы | 4 |
| Тема 4.2. | Волновые процессы | 4 |
| **Итого:** | | **34** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы практических занятий (семинаров)** | **Трудоемкость, *академ.час*** |
|---|---|---|
| Раздел 1. | Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки и твердого тела. Уравнения кинематики<br>Динамика поступательного движения материальной точки и твердого тела. Законы динамики<br>Работа и механическая энергия. Мощность<br>Динамика вращательного движения. Законы динамики<br>Законы сохранения в механике | 10 |
| Раздел 2. | Основы молекулярной физики<br>Основы термодинамики | 8 |
| Раздел 3. | Электрическое поле в вакууме<br>Постоянный электрический ток<br>Магнитное поле в вакууме<br>Электромагнетизм. Электромагнитное поле | 8 |
| Раздел 4. | Колебательные процессы<br>Волновые процессы | 4 |
| Раздел 5. | Равновесное тепловое излучение<br>Фотоны. Фотоэффект | 4 |
| **Итого:** | | **34** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы лабораторных работ** | **Трудоемкость, *академ.час*** |
|---|---|---|
| Раздел 1. | Проверка законов динамики и закона сохранения механической энергии методом Максвелла.<br>Скатывание твердого тела с наклонной плоскости. | 6 |

| | | |
|---|---|---|
| | Машина Атвуда.<br>Проверка законов динамики поступательного движения.<br>Определение скорости полета шарика методом баллистического маятника.<br>Определение моментов инерции твердых тел методом крутильных колебаний.<br>Исследование закономерностей вращательного движения с помощью маятника Обербека.<br>Определение скорости полета пули и потери механической энергии при неупругом взаимодействии в системе «пуля – стержень» на основе изучения законов сохранения в механике.<br>Исследование упругого и неупругого соударения шаров.<br>Измерение ускорения свободного падения.<br>Определение коэффициента трения покоя.<br>Определение коэффициента трения скольжения | |
| Раздел 3. | Изучение электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности.<br>Определение работы выхода электронов из металла. при помощи вольт-амперной характеристики вакуумного диода.<br>Определение температуры термоэлектронов с использованием вольт-амперной характеристики вакуумного диода.<br>Определение удельного заряда электрона при помощи вольт-амперной характеристики вакуумного диода.<br>Определение характеристик быстроты затухания колебаний в колебательном контуре.<br>Исследование гармонических колебаний и изучение сложения колебаний с помощью осциллографа. | 5 |
| Раздел 5. | Изучение дифракции лазерного света. Измерение характеристик дифракционной решетки и дли- | 5 |

| | | |
|---|---|---|
| | ны волны лазерного света.<br>Изучение законов теплового излучения. Измерение постоянной Стефана – Больцмана.<br>Изучение законов теплового излучения. Измерение постоянных Вина.<br>Изучение внешнего фотоэффекта. Определение постоянной Планка, красной границы фотоэффекта и работы выхода электронов.<br>Проверка законов Столетова для внешнего фотоэффекта.<br>Измерение интегральной токовой чувствительности фотоэлемента и красной границы фотоэффекта.<br>Внешний фотоэлектрический эффект. Измерение по-стоянной Планка, красной границы и порога фотоэффекта.<br>Внутренний фотоэлектрический эффект. Измерение ширины запрещенной зоны полупроводника. | |
| **Итого:** | | **16** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| № раздела / темы дисциплины | Темы курсовых работ (проектов) | Трудоемкость, *академ.час* |
|---|---|---|
| | *Отсутствуют* | |
| **Итого:** | | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| № раздела / темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, *академ.час* |
|---|---|---|
| Раздел 1. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала;<br>3. Оформление отчета по лабораторной работе;<br>4. Подготовка к лабораторной работе;<br>5. Подготовка к практическому занятию;<br>6. Подготовка к текущему контролю; | 18 |

| | | |
|---|---|---|
| | 7. Прохождение тестирования;<br>8. Составление конспекта лекций. | |
| Раздел 2. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала;<br>3. Подготовка к практическому занятию;<br>4. Подготовка к текущему контролю;<br>5. Прохождение тестирования;<br>6. Составление конспекта лекций. | 20 |
| Раздел 3. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала;<br>3. Оформление отчета по лабораторной работе;<br>4. Подготовка к лабораторной работе;<br>5. Подготовка к практическому занятию;<br>6. Подготовка к текущему контролю;<br>7. Прохождение тестирования;<br>8. Составление конспекта лекций. | 18 |
| Раздел 4. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала;<br>3. Подготовка к практическому занятию;<br>4. Подготовка к текущему контролю;<br>5. Прохождение тестирования;<br>6. Составление конспекта лекций. | 15 |
| Раздел 5. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Оформление отчета по лабораторной работе;<br>4. Подготовка к лабораторной работе;<br>5. Подготовка к практическому занятию;<br>6. Подготовка к текущему кон- | 25 |

| | | |
|---|---|---|
| | тролю;<br>7. Прохождение тестирования;<br>8. Составление конспекта лекций. | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 36 |
| **Итого:** | | **132** |

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

**а) основная литература:**

1 Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т.1 : Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2007. - 351 с.;

2 Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т.2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика / И.В. Савельев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2007. - 467 с.;

3 Никеров, В. А. Физика для вузов : механика и молекулярная физика : учебник / В. А. Никеров. – Москва : Дашков и К, 2012. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394006913.html (дата обращения: 19.03.2020).

**б) дополнительная литература:**

1 Леденев, А. Н. Физика. Кн. 1. Механика : учебное пособие для вузов / А. Н. Леденев. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 208 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104616.html (дата обращения: 19.03.2020);

2 Леденев, А. Н. Физика. Кн. 2. Молекулярная физика и термодинамика : учебное пособие для вузов. / А. Н. Леденев. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 208 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104624.html (дата обращения: 19.03.2020);

3 Леденев, А. Н. Физика. Кн. 3. Электромагнетизм : учебное пособие для вузов. / А. Н. Леденев. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 192 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104632.html (дата обращения: 19.03.2020).

4 Леденев, А. Н. Физика. Кн. 4. Колебания и волны. Оптика : учебное пособие для вузов. / А. Н. Леденев. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 256 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104640.html (дата обращения: 19.03.2020).

5 Леденев, А. Н. Физика. Кн. 5. Основы квантовой физики : учебное пособие для вузов. / А. Н. Леденев. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 248 с. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104659.html (дата обращения: 19.03.2020).

**в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 – ]. – URL: http://uisrussia.msu.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.biblio-online.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 - ]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru.

**г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– ABBYY FineReader 11;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office 2007;
– Microsoft Office 2010;
– Microsoft Windows 7.

**д) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНИТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Составитель(и):

Коваленко Виктор Викторович

Морина Анна Станиславовна

Подписано цифровой подписью: Морина Анна Станиславовна
Дата: 2020.04.30 10:42:44 +07'00'

**Приложение А**

**Аннотация**
**рабочей программы дисциплины «Физика»**

**по направлению подготовки (специальности)**
**21.05.04 - Горное дело**

**(направленность (профиль) «Открытые горные работы»)**
**форма обучения – Очная форма**

**1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся современного представления о физической картине мира и о месте физики в будущей профессиональной деятельности выпускников.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение обучающимися теоретических знаний в области физики;
– усвоение основных физических явлений и законов физики и приобретение навыков применения законов физики при решении физических задач;
– формирование умений моделирования физических процессов при решении практических задач, связанных с профессиональной деятельностью;
– ознакомление обучающихся с современным учебно-лабораторным оборудованием и формирование начальных навыков исследовательской работы, проведения измерений, обработки и представления результатов эксперимента.

**2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)**

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам базовой части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

Не заданы.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Математика;
– Химия;
– Теоретическая механика;
– Прикладная механика;
– Сопротивление материалов;

– Гидромеханика;
– Термодинамика;
– Электротехника и электроника;
– Материаловедение;
– Физика горных пород.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Общекультурные / общие компетенции

| Код и наименование ОК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу | – знать: основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях.<br>– уметь: применять знания о физических явлениях и законы физики, лежащие в основе современной научной картины мира.<br>– владеть: методами анализа физических явлений, методами физического исследования, приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики на основе представлений о современной научной картине мира. |

### – Общепрофессиональные компетенции

| Код и наименование ОПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ОПК-6: готовностью использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов | – знать: основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения.<br>– уметь: работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; применять некоторые методы физических измерений и обработки экспериментальных данных; применять методы физико-математического анализа к решению конкретных проблем в профессиональной области знаний.<br>– владеть: навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; навыками обработки и интерпретации результатов эксперимента. |

## 4 Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | ***ИТОГО*** | ***1 семестр*** | ***2 семестр*** |
|---|---|---|---|

| Форма промежуточной аттестации | | | *зачет* | *экзамен* |
|---|---|---|---|---|
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***216*** | *72* | *144* |
| | *зачетных единиц* | ***6*** | *2* | *4* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***34*** | *18* | *16* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***16*** | *0* | *16* |
| Практические работы, *академ. час.* | | ***34*** | *18* | *16* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***96*** | *36* | *60* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***36*** | *0* | *36* |

## 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

**Раздел 1 Физические основы механики;**

Тема 1.1 Элементы кинематики поступательного и вращательного движения материальной точки и твердого тела. Уравнения кинематики (Физические модели: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, сплошная среда. Относительность движения. Система отсчета. Траектория. Способы описания движения: векторный, координатный, естественный. Радиус-вектор. Модуль радиус-вектора, координатная запись. Кинематические уравнения движения в координатной форме.
Перемещение, путь. Мгновенная скорость. Векторная форма записи характеристик через компоненты перемещения и скорости. Модуль скорости. Средняя скорость. Средняя путевая скорость. Мгновенное ускорение. Среднее ускорение. Векторная запись мгновенного ускорения через компоненты ускорения. Модуль ускорения. Математический смысл мгновенных значений скорости и ускорения. Разложение векторов перемещения, скорости и ускорения по составляющим в декартовой системе координат. Векторный интеграл перемещения и скалярный интеграл пути. Модули векторных кинематических характеристик.
Интеграл скорости и пути. Анализ интегралов на случаи равномерного, равнопеременного и неравномерного движения. Центростремительное, тангенциальное и полное ускорения. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного движений. Направление векторов центростремительного, тангенциального и полного ускорения при равномерном и равнопеременном движениях. Графические способы вычисления пути, скорости и ускорения при равномерном, равнопеременном и неравномерном движениях. Каноническое уравнение поступа-тельного движения. Графики зависимости пути, скорости и ускорения от времени при прямолинейном равномерном и неравномерном движениях. Уравнения зависимости пути, скорости и ускорения от времени при прямолинейном равномерном и неравномерном движениях.
Кинематика вращательного движения материальной точки и твердого тела. Вращательное движение. Угловой путь (перемещение). Мгновен-

ная, средняя угловая скорость Мгновенное, среднее угловое ускорение. Математический смысл мгновенных значений скорости и ускорения. Проекции векторов угловых перемещения, скорости и ускорения. Правила направления векторов угловых: пути, скорости и ускорения. Связь линейных и угловых кинематических характеристик. Частота, период вращения. Интегралы углового пути и угловой скорости. Их математический смысл. Анализ интегралов на случаи равномерного, равнопеременного и неравномерного вращения. Кинематические уравнения равномерного и равнопеременного вращения);

Тема 1.2 Динамика поступательного движения материальной точки и твердого тела. Законы динамики (Динамика поступательного движения материальной точки. Принцип инерции Галилея – I закон Ньютона. Внутренние и внешние силы. Результирующая сила. Представление ее вектора в проекциях на оси координат. Составляющие результирующей силы при криволинейном движении. Направление векторов силы и ускорения. Сила тяжести и вес тела. Сила трения и сила нормального давления. Сила гравитационного взаимодействия. Сила упругости. Масса. Импульс. Вектор импульса в декартовой системе координат. Основной закон динамики поступательного движения – II закон Ньютона в интегральной и дифференциальной формах. II закон Ньютона в координатной форме. Закон изменения импульса. Импульс силы. Закон изменения импульса в векторной и скалярной записи. Третий закон Ньютона. Динамика частиц. II закон Ньютона для системы материальных то-чек. Полный вектор импульса системы материальных точек. Центр инерции (центр масс) системы материальных точек. Координаты центра масс. Радиус-вектор, векторы скорости и ускорения центра масс. Разложение векторов по составляющим в декартовой системе координат. Аддитивность масс. Теорема о движении центра масс);

Тема 1.3 Работа и механическая энергия. Мощность (Скалярное произведение векторов силы и перемещения. Работа и ее составляющие. Работа постоянной и переменной силы. Математический смысл работы. Мощность силы средняя и мгновенная. Мощность как скалярное произведение векторов скорости и силы. Представление зависимости в декартовой системе координат. Потенциальное поле сил. Механическая энергия. Стационарные силовые поля. Потенциальные (консервативные) и непотенциальные (диссипативные) силы. Потенциальная энергия. Случаи движения тела в однородном поле силы тяжести. Теорема об изменении потенциальной энергии. Потенциальная энергия упругой деформации и растянутого или сжатого стержня. Потенциальная энергия тяготения двух тел (гравитационного взаимодействия). Потенциал гравитационного поля, в том числе создаваемого планетой со сферически распределенной массой. Связь силы и потенциальной энергии. Градиент потенциальной энергии. Запись связи вектора силы и потенциальной энергии в проекциях на оси координат. Декартовы компоненты вектора градиента. Кинетическая энергия. Теорема

об изменении кинетической энергии. Полная механическая энергия. Замкнутые системы. Закон сохранения полной механической энергии. Закон превращения энергии. Закон сохранения энергии незамкнутых систем. Закон сохранения полной механической энергии при движении тел, брошенных вертикально вверх, по наклонной плоскости, под углом к горизонту.
Графики зависимости кинетической энергии тела, брошенного под углом к горизонту, от времени движения тела и высоты подъема, и его потенциальной энергии тела от высоты подъема. Графики зависимости кинетической энергии тела, совершающего гармонические колебания на пружине, от его координаты. Примеры потенциальных кривых, демонстрирующих выполнение законов сохранения и превращения энергии. Частица в консервативном силовом поле. Энергия активации. Потенциальный барьер. Принцип минимума потенциальной энергии. Финитное и инфинитное движения);

Тема 1.4 Законы сохранения в механике (Закон сохранения центра масс (центра инерции). Закон сохранения импульса. Закон сохранения проекций импульса. Закон сохранения импульса при упругом и неупругом взаимодействии тел. Закон сохранения энергии в механике. Движение тела по наклонной плоскости);

Тема 1.5 Динамика вращательного движения. Законы динамики (Динамика твердого тела. Момент импульса твердого тела и точки. Момент силы. Плечо силы. Момент инерции твердого тела и точки. Момент инерции дискретного и сплошного твердого тела. Правила направления векторов момента импульса, момента силы, угловой скорости и углового ускорения при равномерном, равнопеременном и неравномерном вращении. Основное уравнение динамики вращательного движения материальной точки и твердого тела в интегральной и дифференциальной формах. Запись законов через проекции векторов. Закон изменения момента импульса в векторной форме и его представление в составляющих декартовой системы координат. Импульс момента силы. Закон сохранения момента импульса. Закон сохранения момента импульса для двух взаимодействующих тел и для одного тела, момент инерции которого меняется. Теорема Штейнера. Моменты инерции простых тел: цилиндра, однородного тонкого стержня, тонкого кольца, обруча, трубы, однородного шара, круглого однородного диска. Свободные оси. Главные оси инерции. Кинетическая энергия вращательного движения. Работа постоянного и переменного момента силы. Мгновенная мощность при вращении тела. Представление работы момента силы через составляющие в декартовой системе координат. Теорема об изменении кинетической энергии вращательного движения. Общий случай движения твердого тела. Кинетическая энергия тела при поступательном и враща-

тельном движениях. Закон сохранения энергия при поступательном и вращательном движениях);

**Раздел 2 Молекулярная физика и термодинамика;**

Тема 2.1 Основы молекулярной физики (Современная структура физики макросистем. Термодинамический и статистический методы описания макросистем. Термодинамические параметры и системы. Макро- и микросостояния. Макропроцессы. Квазистатические процессы. Термодинамика идеального газа. Модель идеального газа. Количество вещества. Молярная масса вещества. Число молекул и число Авогадро, связь между ними. Относительная молекулярная и атомная масса вещества. Связь между молярной и молекулярной массой. Изопроцессы и законы идеальных газов. Объединенный газовый закон (уравнение Клапейрона). Уравнение состояния иде-ального газа (Менделеева-Клапейрона). Температура - мера хаотического движения. Молярная масса смеси газов. Уравнение состояния смеси идеальных газов (закон Дальтона). Парциальное давление. Концентрация молекул. Вывод уравнения Клаузиуса - основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Различные формы уравнения. Число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движения молекулы (жесткая и упругая одно-, двух-, трех- и многоатомная линейная и нелинейная молекулы). Средняя энергия молекулы. Средняя энергия поступательного, вращательного и колебательного движения молекулы. Суммарная кинетическая энергия движения молекул. Внутренняя энергия идеального газа. Средняя квадратичная скорость. Теорема о равном распределении энергии по степеням свободы молекул.
Газ в поле сил тяжести. Распределение Больцмана для идеального газа по энергиям и концентрациям молекул газа во внешнем потенциальном поле. Графики зависимости концентрации молекул газа во внешнем однородном поле силы тяжести от высоты для различных температур газов и их масс, их особенности. «Больцмановское» (концентрация молекул газа уменьшается с высотой) и «антибольцмановское» (инверсное; концентрация молекул газа на высоте выше, чем вблизи поверхности Земли) распределение молекул воздуха в атмосфере Земли. Распределение Больцмана для молекул газа при очень высокой температуре (T>?; энергия хаотического движения молекул значительно превосходит их потенциальную энергию в поле силы тяжести и концентрация молекул на высоте n>n0, когда они равномерно распределены по высоте) и при очень низкой температуре (T>0; энергия хаотического движения молекул значительно меньше их потенциальной энергии в поле силы тяжести, когда молекулы располагаются вблизи поверхности Земли, т.е. на нулевом уровне). Экспериментальная проверка распре-деления Больцмана. Определение постоянной Авогадро. Барометрическая формула Лапласа (распределение по концентрациям и давлениям по высоте в поле тяготения). Графики зависимости давления газа во внешнем одно-

родном поле силы тяжести от высоты для различных температур и их особенности.
Распределение Максвелла для молекул по скоростям, относительным скоростям, импульсам, энергиям. Особенности кривых Максвелла (повышение и понижение температуры, площадь под кривой, зависимость положения кривых для газов различных масс). Условие нормировки. Распределение Максвелла-Больцмана. Наиболее вероятная, средняя квадратичная и средняя арифметическая скорость. Запись скоростей через давление газов. Опытная проверка распределения Максвелла. Элементы физической кинетики. Неравновесные состояния газа. Явления переноса. Среднее число столкновений, эффективный диаметр, средняя длина свободного пробега молекул. Импульс, переносимый молекулами, из одного слоя газа в другой. Диффузия. Уравнение Фика в интегральной форме. Коэффициент диффузии. Внутреннее трение (вязкость). Уравнение Ньютона в интегральной форме. Коэффициент динамической вязкости. Теплопроводность. Уравнение Фурье в интегральной форме. Коэффициент теплопроводности. Связь между коэффициентами переноса);

Тема 2.2 Основы термодинамики (Равновесная термодинамика. Неравномерность и релаксация. Квазиравномерные и квазиобратимые процессы. Внутренняя энергия как функция состояния термодинамической системы. Связь внутренней энергии с давлением и объемом газа, с числом степеней свободы молекул газа и температурой. Работа, теплота и теплоемкость идеальных газов. Работа газа при нагревании и охлаждении. Работа газа и внешних тел. Работа газа за цикл, аддитивность работы. Математический смысл работы газа за цикл (в замкнутом процессе) и на различных стадиях цикла в координатах P – V. Удельная и молярная теплоемкость идеальных газов. Связь между теплоемкостями. Первое начало термодинамики. Количество теплоты, работа газа, изменение внутренней энергии газа. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Вечный двигатель первого рода. Адиабатический процесс. Уравнения Пуассона. Связь между начальным и конечным значениями параметров состояний газа при адиабатном процессе. Применение первого начала термодинамики к адиабатному процессу. Работа и теплоемкость идеального газа при изотермическом, изохорическом, изобарическом и адиабатическом процессах. Молярная и удельная теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Показатель адиабаты. Уравнение Майера. Замкнутые (круговые) процессы. Тепловая машина. Вечный двигатель второго рода. Холодильная машина. Направленность термодинамических процессов. Цикл Карно в координатах P – V. Анализ стадий цикла (изотермическое расширение и сжатие, адиабатическое расширение и сжатие). Стадии подвода и отвода тепла. КПД идеальных и реальных тепловых машин. Второе начало термодинамики.

Приведенное количество теплоты. Теорема Карно и теорема Клаузиуса. Энтропия как функция состояния системы. Статистический смысл энтропии. Энтропия идеального газа. Свойства энтропии. Связь приращения энтропии с приведенным количеством тепла. Анализ изменения энтропии в обратимых и необратимых процессах, происходящих в изолированных и неизолированных термодинамических системах. Закон возрастания энтропии. Запись первого начала термодинамики через изменение энтропии и абсолютную температуру. Анализ изменения энтропии при изопроцессах. Цикл Карно в координатах Т – S. Анализ стадий цикла (изотермическое расширение и сжатие, адиабатическое расширение и сжатие). Закономерности изменения энтропии на различных ста-диях в цикле Карно. Теорема Нернста–Планка – третье начало термодинамики. Энтропия и вероятность. Формула Больцмана. Фазовые равновесия и фазовые превращения. Фазы и фазовые переходы. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Условия фазового равновесия. Тройная точка. Диаграмма состояния. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса);

**Раздел 3 Электричество и магнетизм;**

Тема 3.1 Электрическое поле в вакууме (Виды фундаментальных взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие. Элементарный электрический заряд. Электрический заряд, его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Опыт Иоффе–Милликена по измерению элементарного электрического заряда. Взаимодействие двух точечных зарядов. Закон Кулона в векторной и скалярной формах. Центральное электрическое поле консервативных сил. Взаимодействие заряженных тел. Сила взаимодействия между заряженными телами. Принцип суперпозиции сил Кулона. Пробный электрический заряд. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Графическое изображение электрического поля. Силовые линии поля и правило их направление для электрического поля, созданного положительным и отрицатель-ным зарядом в произвольной точке пространства. Принцип суперпозиции для напряженности электрического поля. Прикладные задачи электростатики. Поток вектора напряженности электрического поля через плоскую площадку. Поток вектора напряженности электрического поля через произвольную замкнутую поверхность. Теорема Остроградского–Гаусса в интегральной форме. Физический смысл теоремы. Напряженность электрического поля точечного заряда, равномерно зараженной сферы, равномерно объемно заряженного шара, линейно заряженной нити, объемно заряженного цилиндра, бесконечной равномерно заряженной плоскости, двух разноименно заряженных плоскостей (конденсатора). Графики зависимости напряженности электростатического поля от расстояния от источников поля (точечный заряд, равномерно зараженная сфера, равномерно объемно заряженный шар, линейно заряженная нить, объемно заряженный цилиндр, бесконечная равномерно заряженная плоскость, две разноименно заряженные плос-

кости).
Потенциальный характер электростатического поля. Работа сил постоянного электрического поля по перемещению заряда. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Свойства циркуляции. Аддитивность циркуляции. Потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции полей для потенциала. Связь напряженности поля и потенциала. Градиент потенциала. Представление связи в проекциях на оси координат. Связь работы электрического поля и разности потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Ортогональность эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электрического поля. Потенциал электрического поля точечного заряда, равномерно заряженной сферы, бесконечной линейно заряженной нити, бесконечной равномерно заряженной плоскости, двух разноименно заряженных плоскостей (конденсатора), равномерно объемно заряженного шара, объемно заряженного цилиндра. Графики зависимости потенциала электростатического поля от расстояния от источников поля (точечный заряд, равномерно зараженная сфера, равномерно объемно заряженный шар, линейно заряженная нить, объемно заряженный цилиндр, бесконечная равномерно заряженная плоскость, две разноименно заряженные плоскости).
Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля. Электрический диполь. Электрический дипольный момент. Электрическое поле точечного диполя. Мультиполи.
Энергия заряженного проводника и конденсатора. Электрическая емкость заряженного уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Плоский конденсатор. Емкость плоского конденсатора. Плотность энергии. Электрическая емкость, плотность энергии и энергия поля шарового и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов);

Тема 3.2 Постоянный электрический ток (Ток проводимости, конвекционный ток, ток смещения. Линии тока. Вектор плотности тока. Сила тока. Полный электрический заряд. Зависимость силы тока от времени и ее математический смысл. Скорость дрейфа и хаотического движения заряженных частиц в электрическом поле. Закон сохранения заряда. Поток вектора плотности электрического тока. Проводимость вещества, удельная проводимость вещества. Сопротивление, удельное сопротивление. Геометрический смысл сопротивления. Температурная зависимость сопротивления и удельного сопротивления. График зависимости. Закон Ома для участка цепи в интегральной и дифференциальной формах.
Сторонние силы. Работа сторонних сил при переносе носителей тока. Электродвижущая сила. Напряжение на неоднородном участке цепи. Работа результирующей силы на неоднородном участке цепи. Закон Ома для неоднородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Закон Ома для полной цепи. Ток короткого замыкания.

Разветвленные цепи. Законы Кирхгофа и их применение. Правила Кирхгофа.
Расчет сопротивления соединения проводников методом эквивалентного замещения. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Мощность тока. Мощность тока при параллельном и последовательном соединении сопротивлений. Зависимость силы тока и мощности от времени. Закон Джоуля–Ленца для замкнутого участка цепи с ЭДС. КПД источника тока. Максимальные ток, полная мощность, полезная мощность и КПД. Уравнения непрерывности и стационарности электрического тока в интегральной форме.
Цепь, состоящая из конденсатора и проводника. Переходные процессы в цепях. Зависимость от времени тока в цепи, напряжения и заряда на конденсаторе. Время релаксации);

Тема 3.3 Магнитное поле в вакууме (Магнитное поле. Характеристики магнитного поля. Вращающий момент сил, действующих на постоянный магнит и контур с током. Вектор магнитной индукции. Магнитный момент контура с током. Силовые линии магнитного поля. Вектор напряженности магнитного поля. Макротоки и микротоки, магнитное поле макротоков и микротоков. Правило «буравчика» направления векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Связь вектора магнитной индукции и вектора напряженности магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная постоянная. Закон Био-Савара-Лапласа для векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей для направления векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Расчет индукции магнитного поля бесконечного прямолинейного проводника с током и проводника конечных размеров, кругового витка с током, на оси соленоида конечной длины. Индукция магнитного поля движущегося заряда.
Поток вектора магнитной индукции. Неоднородное магнитное поле. Основные уравнения постоянного магнитного поля в интегральной форме. Условие соленоидального характера магнитного поля в интегральной форме и его физический смысл. Магнитное поле бесконечно длинного соленоида. Магнитное поле прямого тока. Взаимодействие токов. Циркуляция вектора магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции и напряженности магнитного поля в интегральной форме (закон полного тока). Физический смысл теоремы о циркуляции. Вихревой характер магнитного поля. Применение теоремы к расчету магнитного поля прямого тока, соленоида, тороида);

Тема 3.4 Электромагнетизм. Электромагнитное поле (Действие магнитного поля на заряды и токи. Закон Ампера. Сила Ампера. Взаимодействие прямолинейных проводников с током. Сила Лоренца. Привило «левой руки». Движение заряженной частицы в однородном и по-

стоянном магнитном поле. Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. Радиус вращения, период и частота вращения, шаг винтовой линии, кинетическая энергия и импульс частицы. Магнитное поле отдельно движущегося заряда. Эффект Холла. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном полях. Потенциальная энергия контура с током и момент действующих на него сил Ампера. Механическая работа в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея по выявлению электромагнитной индукции. Физическая природа электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Правило Ленца. Электродвижущая сила в замкнутом неподвижном и разомкнутом движущемся проводнике в магнитном поле. Разность потенциалов на концах проводника. Зависимость электрического тока от времени в цепи с индуктивностью, математический смысл ЭДС индукции. Связь ЭДС индукции и индукционного тока. Зависимость ЭДС индукции, возникающей в рамке, содержащей N витков и вращающейся с угловой скоростью. Заряд, протекающий в контуре при изменении магнитного потока. Зависимость индукционного тока от времени движения проводника с током в магнитном поле при его равномерном и равнопеременном движении. Вращение рамки с током в однородном магнитном поле. Явление самоиндукции. Электродвижущая сила самоиндукции. Зависимость электрического тока от времени в цепи с индуктивностью, математический смысл ЭДС самоиндукции. Индуктивность контура. Потокосцепление. Индуктивность соленоида. Магнитная энергия контура с током. Плотность энергии магнитного поля. Электромагнитное поле. Обобщение законов электромагнетизма на электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Их физический смысл и формулировка. Плотность тока смещения, физический смысл. Материальные уравнения Максвелла. Свойства уравнений Максвелла. Экстратоки самоиндукции при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность и сопротивление);

**Раздел 4 Механические и электромагнитные колебания и волны;**

Тема 4.1 Колебательные процессы (Предмет исследования. Понятие колебательных процессов, динамических систем. Примеры колебательных систем различной природы. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний, его решение. Физический смысл коэффициентов в дифференциальном уравнении. Гармонический осциллятор. Характеристики гармонических колебаний: амплитуда, период, частота линейная и циклическая, фаза. Кинематика гармонических колебаний. Скорость и ускорение колебаний. Амплитуда скорости и ускорения. Кинетическая, потенциальная и пол-

ная энергия гармонического колебания. Графики зависимости смещения, скорости, ускорения, кинетической, потенциальной и полной энергии от времени.
Системы, совершающие свободные гармонические колебания в механике и электромагнетизме. Математический маятник. Физический маятник. Пружинный маятник. Колебательный контур. Период и частота колебаний маятников и характеристик контура (формула Томсона). Аналогии поведения. Кинетическая, потенциальная и полная энергия гармонических колебаний. Энергия электрического и магнитного полей, полная энергия электромагнитных колебаний. Дифференциальные уравнения колебаний маятников и колебательного контура, их решения, анализ. Сложение колебаний, происходящих вдоль одной прямой с одина-ковой частотой.
Биения. Амплитуда биений, частота биений. График биений. Сложение взаимно перпендикулярных механических и электромагнитных колебаний. Метод векторных диаграмм для амплитуды результирующего колебания, смещения, скорости и ускорения при сложении механических колебаний и для амплитуды полного напряжения, напряжения на индуктивности, емкости и сопротивлении при сложении электромагнитных колебаний. Максимальное (амплитудное) значение тока в контуре. Амплитуда напряжения в контуре, на индуктивности, емкости и сопротивлении. Активное, реактивное (емкостное и индуктивное), полное сопротивления контура. Эффективные значения напряжения на индуктивности, емкости и сопротивлении и тока. Связь между эффективными значениями напряжений на элементах контура и эффективным значением тока. Закон Ома для полного, активного и реактивного сопротивлений. Общее уравнение траектории при сложении взаимно перпендикулярных колебаний, уравнения траектории (прямая, окружность, эллипс, фигура Лиссажу) в зависимости от разности начальных фаз колебаний. Затухающие механические колебания.. Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные механические колебания. Вынужденные электромагнитные колебания.);

Тема 4.2 Волновые процессы (Волновое движение. Волновые процессы. Упругая среда. Продольные и поперечные волны. Фронт волны, волновая поверхность. Плоские, сферические и цилиндрические волны. Характеристики волны: длина, период, скорость, линейная и циклическая частота. Связь характеристик. Связь разности фаз колебаний двух точек с волновым числом и расстоянием между точками. Простейшее одномерное уравнение плоской волны. Уравнение бегущей волны слева направо и справа налево. Волновое число. Дифференциальное уравнение волны второго порядка (волновое уравнение). Решение дифференциального уравнения. Волновой вектор и число. Связь волнового числа с фазовой скоростью и частотой волны. Смещение, скорость и ускорение точек среды, их амплитудные значения.

Стоячая волна, уравнение стоячей волны, ее амплитуда. Дисперсия волн. Дисперсионное уравнение. Фазовая и групповая скорости. Связь между фазовой и групповой скоростью. Энергия упругой волны. Перенос энергии волной. Плотность потока энергии волны – вектор Умова. Среднее значение объемной плотности энергии, ее связь с плотностью среды, циклической частотой и амплитудой волны.
Электромагнитные волны. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Дифференциальное уравнение плоской электромагнитной волны в частных производных второго порядка – следствия уравнений Максвелла. Решение дифференциальных уравнений. Поперечность электромагнитных волн. Правая тройка векторов. Фазовая скорость распространения электромагнитных волн в среде, ее связь со скоростью волны в вакууме и показателем преломления; с магнитной проницаемостью и диэлектрической проницаемостью среды. Выражение скорости света в вакууме через электрическую и магнитную постоянные. Абсолютный и относительный показатель преломления. Связь относительного показателя преломления со скоростями распространения волны в средах и длинами волн, периодом и частотой.
Связь амплитуд электрического и магнитного полей. Объемная плотность энергии электромагнитного поля (выражение через амплитудные значения векторов напряженности и электрического смещения электрического поля и магнитной индукции и напряженности магнитного поля; выражение через характеристики среды: электрическую и магнитную постоянные и диэлектрическую и магнитную проницаемость среды). Вектор Умова–Пойнтинга. Правило «буравчика». Единицы измерения вектора.
Сложение волн. Интерференция волн. Когерентные источники. Интерференция волн от двух источников);

**Раздел 5 Квантовая физика;**

Тема 5.1 Равновесное тепловое излучение (Неравновесное и равновесное излучение. Виды неравновесного излучения (люминесценция). Тепловое равновесное излучение. Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания. Их зависимость от температуры и длины волны излучения. Спектральные коэффициенты отражения, поглощения и пропускания. Абсолютно черное и белое тело. Серое тело. Законы равновесного теплового излучения:

- закон Кирхгофа в интегральной и дифференциальной формах;
- закон Стефана-Больцмана для излучения абсолютно черного и серого тела;
- I и II законы Вина для черного и серого тела;
- формула Рэлея–Джинса и Планка. Ультрафиолетовая катастрофа (Пауль Эренфест).);

Тема 5.2 Фотоны. Фотоэффект (Фотоны. Энергия, масса и импульс фотона. Фотоэлектрический эффект. Опыт Герца, Столетова, Ленарда и Томпсона. Внешний, внутренний и вентильный фотоэффект. Квантовая теория фото-эффекта. Законы А.Г.Столетова, Ф.Ленарда и А.Эйнштейна для фотоэффекта. Законы сохранения импульса и энергии в фотоэффекте. Вольт–амперные характеристики фотоэлемента, их разновидности и особенности. Зависимость Лукирского («максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов – частота»; «задерживающее напряжение – частота»). Фототок насыщения, задерживающее напряжение, красная граница фотоэффекта, работа выхода электронов, порог фотоэффекта. Экспериментальные способы измерения работы выхода электронов, постоянной Планка, красной границы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для многофотонного фотоэффекта).

**6 Составитель(и):**

Коваленко Виктор Викторович