

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» в г. Мирном  
Кафедра Электроэнергетики и автоматизации промышленного производства

Рабочая программа дисциплины

**С1.Б.13 Физика**






**для программы специалитета**

по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело

Специализация: **Электрификация и автоматизация горного производства**

Форма обучения: заочная

Автор(ы): Ким Дин Чер, к.ф.-м.н., доцент кафедры ЭиАПП, e-mail: [dc.kim@s-vfu.ru](mailto:dc.kim@s-vfu.ru)  
Яковлева Валентина Дмитриевна, доцент кафедры ЭиАПП, e-mail: [yvdyak@mail.ru](mailto:yvdyak@mail.ru)

РЕКОМЕНДОВАНО	ОДОБРЕНО	ПРОВЕРЕНО
Заведующий кафедрой разработчика  _____/__ Семёнов А.С. __ протокол №_06_ от «24»_февраля_2017 г.	Заведующий выпускающей кафедрой  _____/__ Семёнов А.С. __ протокол №_06_ от «24»_февраля_2017 г.	Нормоконтроль в составе ОП пройден Специалист УМО/деканата  / __Баишева О.Ю. __ от «22»_марта_2017 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП Председатель УМК  /Константинова Т.П. Протокол УМК №_03_ от «24» _марта_2017 г.		Эксперт УМК  /Егорова М.В. «22»_марта_2017 г.

Мирный 2017 г.

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**С1.Б.13 Физика**  
Трудоемкость 16 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

**Цель освоения:** Освоение фундаментальных физических законов и понятий, методов классической и современной физики.

**Краткое содержание дисциплины:** Законы классической и релятивистской механики, основы термодинамики и статистической физики, уравнения Максвелла и свойства электрического и магнитного полей в вакууме и веществе, теорию колебаний и волн, основы волновой и квантовой оптики, соотношение неопределенностей, уравнение Шредингера, строение многоэлектронных атомов, зонную теорию металлов и полупроводников, свойства атомного ядра и элементарных частиц.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
готовность с естественнонаучных позиций оценить строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4)	<b>Знать:</b> основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма, колебаний и волн, квантовой физики, статистической физики и термодинамики, атомной и ядерной физики <b>Уметь:</b> использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа;
готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов (ОПК-5)	уметь оценивать численные порядки величин, характерных для различных разделов естествознания, использовать физические законы при анализе и решении проблем <b>Владеть:</b> методами экспериментального исследования физики

**1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Код дисциплины	Название дисциплины	Семестр изучения	Коды и наименование учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной учебной дисциплины	для которых содержание данной дисциплины выступает опорой
С1.Б.13	Физика	1,2,3,4	Базовый курс средней школы по физике	С1.Б.23.1 Теоретическая механика С.Б.24 Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле С1.Б.28 Теоретические основы электротехники

**1.4. Язык преподавания:** [русский]

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана:

Код и название дисциплины по учебному плану	С1.Б.13 Физика	
Курс изучения	1,2	
Семестр(ы) изучения	1,2,3,4	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен/экз/зачет/экз	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	16	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	<b>576</b>	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	132	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	32	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	32	
- лабораторные работы	28	
- практикумы		
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	40	
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	<b>408</b>	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	<b>36</b>	

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах								Часы СРС	
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ		КСР (консультации)
Тема 1. Физические основы классической и релятивистской механики.		8		8		7				10	102
Тема 2. Электричество и магнетизм		8		8		7				10	102
Тема 3. Термодинамика и элементы статистической физики		8		8		7				10	102
Тема 4. Оптика. Квантовая физика. Ядерная физика		8		8		7				10	102
<b>Всего часов</b>		<b>32</b>		<b>32</b>		<b>28</b>				<b>40</b>	<b>408</b>

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

##### Раздел 1. Физические основы классической и релятивистской механики.

##### *Кинематика материальной точки и поступательного движения твердого тела.*

Механическое движение. Система отсчета. Кинематические уравнения движения. Траектория материальной точки. Соприкасающиеся плоскости и соприкасающиеся окружности. Единичные вектора нормали и касательной. Перемещение. Длина пути. Скорость. Равномерное движение, неравномерное движение. Ускоренное движение, замедленное движение. Радиальная и тангенциальная скорости. Секторная скорость. Ускорение. Равноускоренное движение, равнозамедленное движение. Тангенциальное и нормальное ускорения.

*Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.* Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Сила. Равнодействующая сила. Число степеней свободы. Масса тела. Импульс тела. Вес. Второй закон Ньютона (Основной закон динамики материальной точки). Принцип независимости действия сил. Третий закон Ньютона. Закон изменения импульса механической системы. Главный вектор внешних сил. Закон сохранения импульса. Центр масс и закон его движения. Движение тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Уравнение Циолковского. Характеристическая скорость ракеты.

**Работа и механическая энергия.** Элементарная работа силы. Потенциальная сила и потенциальное поле. Работа сил действующих на твердое тело. Мощность силы. Кинетическая энергия. Теорема Кёнига

**Законы сохранения в механике.** Потенциальная сила и потенциальное поле. Потенциальная энергия. Градиент потенциала. Оператор набла. Силы упругости. Диссипация энергии и диссипативная система. Закон изменения механической энергии. Закон сохранения механической энергии.

**Гидродинамика.** Вывод закона Архимеда. Устойчивость плавающих тел. Метацентр плавающего тела и критерии устойчивости. Закон Паскаля. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Сжимаемость жидкостей и газов. Гидростатическое давление и формула Торричелли – как следствие уравнения Бернулли. Эффект Магнуса.

**Кинематика и динамика вращательного движения.** Вращение тела вокруг неподвижной оси. Вектор элементарного поворота тела. Угловая скорость тела. Равномерное вращение. Период и частота вращения. Линейная скорость и его связь с угловой скоростью. Угловое ускорение.

Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки. Мгновенная ось вращения. Вращательное и осестремительное ускорения. Углы Эйлера. Произвольное движение как комбинация поступательного движения и вращения вокруг мгновенной оси. Момент силы относительно неподвижной точки. Момент импульса механической системы относительно неподвижной точки. Закон изменения момента импульса. Главный момент внешних сил. Момент импульса механической системы относительно оси. Момент силы относительно оси. Динамика твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции системы. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Элементарная работа при вращательном движении. Кинетическая энергия при вращательном движении. Закон сохранения момента импульса. Гироскоп. Скамья Жуковского.

**Движение в неинерциальных системах отсчета.** Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Центральная сила. Центр сил. Потенциальная энергия материальной точки в поле центральных сил. Поля центральных сил, в которых проекция силы обратно пропорциональна квадрату расстояния до центра сил. Момент импульса материальной точки в поле центральных сил. Второй закон Кеплера. Уравнение траектории материальной точки в поле центральных сил. Различные типы траекторий материальной точки в поле центральной силы. Первый закон Кеплера. Третий закон Кеплера.

**Основы специальной теории относительности.** Космические скорости. Космические путешествия. Перспективные типы ракетных двигателей. Связь между свойствами симметрии пространства и времени и законами сохранения. Преобразования Галилея. Механический принцип относительности Галилея. Постулаты специальной теории относительности и их противоречие с представлениями о свойствах пространства и времени, принятыми в классической механике. Преобразования Лоренца. Следствия преобразований Лоренца (одновременность событий в разных системах отсчета; длина тела в разных системах; длительность событий в разных системах). Интервал между двумя событиями. Преобразование скоростей и ускорений в релятивистской кинематике. Закон сложения скоростей. Понятие о релятивистской динамике. Закон взаимосвязи массы и энергии.

**Свободные гармонические колебания** Уравнение колебания. Комплексные числа. Гармонические колебания. Маятник. Векторная диаграмма. Биения. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Затухающие и вынужденные колебания. Волны в упругой среде.

**Раздел 2. Электричество и магнетизм.**

**Электростатическое поле и его характеристика.** Напряженность  $E$  - силовая характеристика электростатического поля. Принцип наложения (суперпозиции) полей. Силовые линии поля. Поле точечного заряда. Поле диполя. Поле заряженной плоскости.

**Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме.**

Определение потока  $\Phi_E$  вектора электростатического поля через площадку  $\Delta S$ . Поток вектора  $E$  через замкнутую поверхность. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета симметричных полей (поле заряженной плоскости, нити, шара и др.). Поток вектора  $E$  через бесконечно малый объем. Векторный оператор Гамильтона  $\nabla$  (набла). Дивергенция векторного поля. Запись теоремы Гаусса в дифференциальной форме. Работа по перемещению пробного заряда в электростатическом поле. Представление работы в виде контурного интеграла. Потенциальная энергия пробного заряда. Потенциал электростатического поля. Единица измерения потенциала. Потенциал точечного заряда. Потенциальная энергия системы точечных зарядов.

**Проводники в электростатическом поле.** Работа в электростатическом поле по замкнутому контуру. Потенциальное поле. Эквипотенциальные поверхности (точечный заряд, диполь). Работа по бесконечно малому контуру. Ротор векторного поля  $E$ . Связь между напряженностью и потенциалом. Градиент скалярной функции. Единицы измерения поля  $E$ . Проводник в электростатическом поле. Напряженность и потенциал поля внутри полого проводника. Распределение избыточного заряда в проводнике. Конфигурация поля вокруг проводника.

**Емкость уединенного проводника.** Емкость шара. Емкость Земли. Единица измерения  $\epsilon_0$ . Плоский конденсатор. Емкость плоского конденсатора. Емкость системы конденсаторов при параллельном и последовательном соединении. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля внутри конденсатора. Плотность энергии поля. Энергия поля заряженного шара.

**Электростатическое поле в диэлектрической среде.** Относительная диэлектрическая проницаемость. Вектор электрической индукции  $D$  (вектор электрического смещения). Электрический дипольный момент. Вектор поляризации и его связь с наведенной плотностью поверхностных зарядов диэлектрика. Непрерывность линий электрической индукции. Поляризуемость молекулы. Диэлектрическая восприимчивость диэлектрика и вектор поляризации. Связь между относительной диэлектрической проницаемостью и восприимчивостью. Типы поляризации диэлектриков. Их применение. Уравнения Максвелла для электростатического поля в интегральной и дифференциальной форме. Преобразование векторов  $D$  и  $E$  на границе двух диэлектриков. Закон преломления вектора электрической индукции.

**Законы постоянного тока.** Сила и плотность тока. Единицы измерения. Закон Ома для однородного участка цепи, падение потенциала на активном сопротивлении. Электросопротивление, его зависимость от геометрических размеров проводника. Удельное сопротивление. Параллельное и последовательное соединение сопротивлений. Единицы измерения. Связь проводимости с концентрацией и подвижностью носителей заряда. Закон Ома в дифференциальной форме. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость и ее применение. Электродвижущая сила. Напряжение на однородном и неоднородном участке цепи. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Вывод 1-го и 2-го правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Применение правил Кирхгофа для разветвленных цепей. Методы расчета токов (прямой метод и метод контурных токов). Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца в обычной и дифференциальной форме. Закон Ома для замкнутой цепи. Напряжение на клеммах источника при замкнутой и разомкнутой внешней нагрузке. К.П.Д. источника. Полная и полезная мощность в замкнутой цепи. Коэффициент использования мощности. Согласованная нагрузка (условие максимальной полезной мощности). Зависимость К.П.Д. источника, полной, полезной и внутренней мощности от сопротивления нагрузки.

**Действие магнитного поля на движущиеся заряды и на проводники с током.** Сила Лоренца. Формула Ампера. Вектор магнитной индукции - силовая характеристика магнитного поля. Единицы измерения. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение для расчета полей (поле в центре и на оси кругового тока, поле вокруг бесконечного тока и отрезка с током, распределение поля вдоль оси короткого соленоида). Поток вектора магнитной индукции, единицы измерения. Потокосцепление. Индуктивность  $L$ , единицы измерения. Индуктивность длинного соленоида. Размерность магнитной постоянной  $\mu_0$ . Магнитное поле вокруг прямолинейного тока. Теорема о циркуляции вектора  $H$ . Применение теоремы о циркуляции для расчета магнитных полей (прямолинейный ток, длинный соленоид, тороидальная катушка). Принцип суперпозиции. Поле на краю длинного соленоида. Сила взаимодействия параллельных токов (вывод формулы через теорему о циркуляции и формулу Ампера). Численное значение магнитной постоянной. Определение единицы силы тока в системе СИ.

Индуктивность длинного соленоида. Энергия, запасенная в индуктивности. Плотность энергии магнитного поля. Работа при медленном перемещении тока во внешнем магнитном поле. Связь между работой и изменением потока через контур с током. Вращательный момент, действующий на квадратную рамку, помещенную во внешнее магнитное поле. Магнитный момент контура с током.

**Магнетики.** Намагниченность вещества во внешнем магнитном поле. Вектор намагниченности. Молекулярные токи. Магнитная восприимчивость. Относительная магнитная проницаемость. Однородная намагниченность среды. Связь вектора намагниченности с плотностью поверхностных токов. Фактор формы образца (размагничивающий фактор) при измерении относительной магнитной проницаемости. Поле размагничивания. Диа-, пара- и ферромагнетики. Кривая намагничивания ферромагнетиков. Намагниченность насыщения. Доменная структура ферромагнетика.

**Гистерезис.** Магнитожесткие и магнитомягкие материалы. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Работа перемагничивания. Единицы измерения магнитной индукции и напряженности магнитного поля в СИ и Гауссовой системе единиц, связь между ними. Магнитная индукция и напряженность магнитного поля в узком воздушном зазоре и внутри магнитопровода. Магнитная цепь. Вывод закон Ома для магнитной цепи (формула Гопкинса) через теорему о циркуляции вектора  $H$ . Магнитное сопротивление и магнитодвижущая сила.

**Основы теории Максвелла для электромагнитного поля.** Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Правило Ленца. Самоиндукция. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. Их использование в технике. Индукционный нагрев. Принцип магнитной подвески. Паразитные токи. Уравнения Максвелла для магнитоэлектростатического поля в интегральной и дифференциальной форме. Преобразование векторов  $B$  и  $H$  на границе двух магнетиков. Закон преломления вектора магнитной индукции. Взаимная индукция. Коэффициент взаимной индукции. Трансформатор.

**Переменный ток.** Генератор переменного тока. Переменная ЭДС. Векторная диаграмма переменного тока и напряжения. Квазистационарные токи. Условия квазистационарности. Мощность переменного тока, выделяемая на активном сопротивлении. Эффективное значение тока и напряжения. Активное и реактивное сопротивление последовательной цепи переменного тока. Сдвиги фаз между током и напряжением на активных и реактивных элементах. Емкость в цепи переменного тока. Реактивное сопротивление емкости. Сдвиг фазы между током и напряжением. Векторная диаграмма. Индуктивность в цепи переменного тока. Реактивное сопротивление индуктивности. Сдвиг фазы между током и напряжением. Векторная диаграмма.

Параллельная цепь переменного тока. Векторная диаграмма токов и напряжений в параллельной цепи. Импеданс параллельной цепи. Резонанс токов. Последовательная цепь переменного тока. Векторная диаграмма токов и напряжений. Импеданс и реактанс.

Резонанс напряжений. Активная мощность в полной последовательной цепи переменного тока. Коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ).

**Электромагнитное колебание.** Переходные процессы в RC-цепи. Уравнение переходного процесса. Постоянная времени заряда и разряда конденсатора. Переходные процессы в RL-цепи. Уравнение переходного процесса. Постоянная времени установления тока через индуктивность. Дифференцирующая RC-цепочка. Условия наблюдения и величина дифференцированного сигнала. Интегрирующая RC-цепочка. Условия наблюдения и величина интегрированного сигнала. Колебательный L-C контур. Уравнение незатухающих гармонических колебаний в контуре. Резонансная частота колебаний. Формула Томпсона. Колебательный R-L-C контур. Уравнение затухающих гармонических колебаний. Амплитуда и частота затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Критическое сопротивление, апериодический разряд. Добротность контура. Циркуляция вектора магнитного поля при наличии переменного электрического поля. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла.

### **Раздел 3. Термодинамика и элементы статистической физики.**

**Исходные понятия и определения термодинамики и молекулярной физики.** Идеальный газ. Термодинамические параметры. Экспериментальные газовые законы. Температурные шкалы и связь между ними (Цельсия, Кельвина, Фаренгейта). Уравнение состояния идеального газа. Закон Авогадро. Универсальная газовая постоянная. Вывод уравнения Менделеева - Клапейрона. Молярная масса смеси газов. Закон Дальтона. Вывод основного уравнения молекулярно - кинетической теории. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Абсолютный ноль. Молекулярно - кинетический смысл температуры. Постоянная Больцмана.

**Кинетическая теория газов.** Распределение молекул по скоростям (распределение Максвелла). Вывод значения наиболее вероятной скорости движения молекул идеального газа. Среднеарифметическая и среднеквадратическая скорость молекул. Среднеквадратическая скорость движения молекул. Степени свободы движения молекул. Закон равнораспределения Больцмана. Зависимость концентрации молекул от высоты в поле тяжести. Распределение Больцмана - как вероятность состояния с потенциальной энергией  $W$  при температуре  $T$ . Экспотенциальная атмосфера при постоянной температуре. Эффективные диаметры молекул. Оценка размеров молекул – воды ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ), ( $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$ ). Число соударений и средняя длина свободного пробега молекулы и их зависимость от температуры. Среднее число соударений в единицу времени и длина свободного пробега молекул. Связь между ними.

Явления переноса - теплопроводность, диффузия, внутреннее трение. Уравнение переноса. Расчет коэффициента теплопроводности. Уравнения переноса для теплопроводности, диффузии и внутреннего трения. Расчет коэффициента диффузии. Закон равнораспределения Больцмана. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость газа при постоянном объеме. Перенос тепла газом. Вакуум, связь между характером переноса тепла и концентрацией молекул при фиксированном расстоянии между горячей и холодной стенкой. Степени свободы движения молекулы. Связь между теплоемкостью  $C$  и  $C_v$ , уравнение Майера. Эквивалентность теплоемкости двухатомного газа (водорода) от температуры и ее объяснения с точки зрения квантовой физики. Теплоемкость идеального газа.  $C_p$ ,  $C_v$ , уравнение Майера. Физический смысл газовой постоянной. Работа газа при расширении. Графическое представление работы. Вывод формулы работы изотермическом процессе.

**Первый закон термодинамики.** Адиабатический процесс, уравнения Пуассона. Работа расширения газа при адиабатическом процессе. Работа газа при изопроцессах. Анализ изопроцессов с точки зрения 1-го закона термодинамики. 1-е начало термодинамики. Физический смысл теплоты  $Q$ . Механический эквивалент тепла. Работа при адиабатическом расширении с точки зрения 1-го начала. Политропный процесс. Вывод уравнения политропы. Изопроцессы и адиабата - как частный случай политропного



процесса. Уравнение политропного процесса. Работа, совершаемая газом при отрицательной и положительной теплоемкости, их графическое представление. Циклический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Квази-равновесность. Полезная работа циклического процесса с точки зрения 1-го начала термодинамики. К.П.Д. циклического процесса. Работа газа при адиабатном расширении. Цикл двигателя внутреннего сгорания (цикл Отто) и его к.п.д. Идеальная тепловая машина. Цикл Карно. Его максимальность с точки зрения 2-го начала термодинамики.

**2-е закон термодинамики.** Формулировка Кельвина и Клаузиуса. Их эквивалентность. Цикл Карно как обратимая тепловая машина. Холодильная машина и тепловой насос, их к.п.д. цикла Карно. Изменение энтропии при обратимых процессах. Приведенная теплота идеальной циклической машины. Неравенство Клаузиуса. Изменение энтропии при обратимых и необратимых процессах. Энтропия, как функция состояния. Вычисление изменения энтропии при необратимых процессах. Закон возрастания энтропии изолированной системы (2-е начало термодинамики). Связь между энтропией и вероятностью макросостояния системы на примере обратимого и необратимого изотермического расширения газа. Формула Больцмана. Основное термодинамическое тождество. Термодинамическое неравенство как объединенное выражение 1-го и 2-го начал термодинамики.

**Реальный газ.** Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа. Физический смысл поправочных коэффициентов объема  $-b$  и давления  $-a$ . Изотермы Ван-дер-Ваальса. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа - как кубическое уравнение относительно  $V$  с параметром  $P$ . Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры  $P_c$ ,  $V_c$ ,  $T_c$  и их связь с  $a$  и  $b$ . Изотермы реального газа. Жидкость, пар и газ, области их существования в координатах  $(P, V)$ . Критическая точка. Реальные жидкости и газы. Насыщенный пар. Кривая фазового равновесия. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Критическая точка и критические параметры.

**Термодинамические потенциалы.** Энтальпия  $H$ . Связь  $H$  с теплом, получаемом (отдаваемом) системой при изобарическом процессе. Процесс Джоуля-Томсона для идеального газа. Энтальпия и удельная энтальпия. Адиабатическое течение идеальной сжимаемой жидкости, её описание с помощью уравнения Бернулли. Скорость истечения сжимаемого газа через узкое отверстие. Работа газа при изотермическом расширении с точки зрения основного термодинамического тождества. Свободная энергия. Связанная энергия. Поверхностное натяжение. Энергия поверхности, потенциальная яма. Формула Лапласа. Капиллярное явление. Законы Вант – Гоффа, Рауля, Освальда, Генри. Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела. Понятие о характере теплового движения в твердых телах. Тепловое расширение и теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Агрегатные состояния вещества. Понятие фазы. Кристаллизация и плавление. Испарение и конденсация. Теплота фазового перехода. Условие равновесия фаз. Диаграмма состояния. Тройная точка.

#### **Раздел 4. Оптика. Квантовая физика. Ядерная физика.**

**Элементы геометрической оптики.** Закон прямолинейного распространения света. Закон независимости световых лучей. Закон отражения света. Закон преломления света. Закон обратимости световых лучей. Показатель преломления. Полное внутреннее отражение.

**Теория истечения, волновая теория.** Зависимость между показателем преломления и скоростью света в веществе. Принцип Ферма. Оптическая длина пути. Скорость света. Астрономические наблюдения Рёмера. Определение скорости света по аберрации света Бредли. Опыт Физо. Опыт Фуко и Физо. Опыт Майкельсона. Световой поток. Функция видности. Фотометрические величины и их единицы.

**Интерференция света.** Основные понятия и определения (гомоцентрический пучок; астигматическая разность; точечное или стигматическое изображение; действительное и мнимое изображения; сопряженные точки; пространство предметов и пространство

изображений). Центрированная оптическая система. Фокусы. Фокальные плоскости. Линейное увеличение. Главные точки и главные плоскости. Оптическая сила. Формула Ньютона. Продольное увеличение. Угловое увеличение. Связь между линейным, продольным и угловым увеличениями. Сложение оптических систем. Оптическая система суммарной системы. Формула кардинальных плоскостей суммарной системы. Преломление на сферической поверхности. Параксиальные лучи. Теорема Лагранжа-Гельмгольца. Линза. Тонкая линза. Погрешности оптических систем. Оптические приборы. Световая волна. Интенсивность света. Связь между интенсивностью света и амплитудой световой волны. Интерференция световых волн. Продолжительность цуга волн. Оптическая разность хода. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля. Интерференция многих волн. Векторная диаграмма. Условия для главных максимумов и интерференционных минимумов.

**Дифракция света.** Принцип Гюйгенса – Френеля. Зоны Френеля. Обоснование с точки зрения волновой оптики закона прямолинейного распространения света. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера от щели и на круглом отверстии. Дифракционная решетка. Дифракция на пространственной решетке. Голография.

**Дисперсия света.** Групповая скорость. Классическая электронная теория дисперсии света. Поглощение и рассеяние света. Излучение Вавилова-Черенкова.

**Элементы квантовой механики.** Закономерности в атомных спектрах.

Модель атома Томсона. Опыты по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Ядерная модель атома. Количественная теория рассеяния  $\alpha$ -частиц. Формула Резерфорда. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Элементарная боровская теория водородного атома. Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства вещества. Квантовомеханическое описание движения микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Волновая функция. Свойства волновой функции. Квантование. Движение свободной частицы. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Атом водорода.

**Основы физики ядра и элементарных частиц.** Состав и характеристика атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Природа ядерных сил. Радиактивность. Ядерные реакции. Деление ядер. Термоядерные реакции. Элементарные частицы и виды взаимодействий. Методы наблюдения элементарных частиц. Камера Вильсона. Пузырьковая камера. Искровые камеры. Метод фотоэмульсий. Частицы и античастицы. Нейтрино.

### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Учебным планом предусмотрены лекционные занятия – 119 ч, практические занятия – 68 часов и лабораторные занятия - 68 часов.

При освоении дисциплины предлагается использовать следующие сочетания форм и методов учебной работы для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

Пассивная форма – реализация методом опросов, написания самостоятельных работ, контрольных работ и тестов.

Активная форма – реализация путем диалога, проведения проблемных лекций, консультаций, собеседований, слушаний рефератов.

Интерактивная форма – реализация путем проведения круглых столов, дискуссий, мозговых штурмов, анализа конкретных ситуаций, мастер-классов, деловых игр.

1. Лекционные и практические занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

2. Практические занятия:

- специализированные вычислительные лаборатории кафедры с персональными компьютерами (ПК) из расчета: 1 ПК на 1-2 студента,
  - сертифицированное офисное программное обеспечение (ПО) для ПК.
3. Лабораторные занятия: лаборатории, оснащённые необходимыми лабораторными и контрольно-измерительными приборами.

Самостоятельная работа студентов: рабочие места студентов, оснащенные компьютерным доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде в специализированных вычислительных лабораториях кафедры в библиотеке МПТИ (ф) СВФУ.

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Тема 1. Физические основы классической и релятивистской механики.	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание Подготовка к лабораторным работам Подготовка ответов на контрольные вопросы Решение задач	102	Самоконтроль Текущий контроль Баллы БРС Текущий контроль Баллы БРС
2	Тема 2. Электричество и магнетизм	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание Подготовка к лабораторным работам Подготовка ответов на контрольные вопросы Решение задач	102	Самоконтроль Текущий контроль Баллы БРС Текущий контроль Баллы БРС
3	Тема 3. Термодинамика и элементы статистической физики	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание Подготовка к лабораторным работам Подготовка ответов на контрольные вопросы Решение задач	102	Самоконтроль Текущий контроль Баллы БРС Текущий контроль Баллы БРС
4	Тема 4. Оптика. Квантовая физика. Ядерная физика	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание Подготовка к лабораторным работам Подготовка ответов на контрольные вопросы Решение задач	102	Самоконтроль Текущий контроль Баллы БРС Текущий контроль Баллы БРС
	Всего часов		<b>408</b>	

#### Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Тема 1. Физические основы	Лабораторная работа №1	7	Текущий контроль Баллы БРС

	классической и релятивистской механики.			
2	Тема 2. Электричество и магнетизм	Лабораторная работа №2 Лабораторная работа №3	7	Текущий контроль Баллы БРС
3	Тема 3. Термодинамика и элементы статистической физики	Лабораторная работа №4 Лабораторная работа №5	7	Текущий контроль Баллы БРС
4	Тема 4. Оптика. Квантовая физика. Ядерная физика	Лабораторная работа №6 Лабораторная работа №7	7	Текущий контроль Баллы БРС
	Всего часов		28	

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
<b>2 семестр</b>		
Кинематика, динамика материальной точки и твердого тела	3	3
Кинематика и динамика вращательного движения	5	5
Работа и законы сохранения в механике	6	6
Движение в инерциальных системах отсчета, специальные теории относительности	6	6
Колебания и волны	5	5
Выполнение лабораторных работ	5	10
Оформление расчетной части лабораторных работ	15	15
Защита лабораторных работ	0	20
<b>Количество баллов для допуска к экзамену (min - max)</b>	<b>45</b>	<b>70</b>
<b>3 семестр</b>		
Электростатическое поле	3	3
Законы постоянного тока, электрический ток в жидкостях, газах, плазме	5	5
Магнитное поле постоянного электрического тока в вакууме	6	6
Электромагнитное поле	6	6
Электромагнитные колебания	5	5
Выполнение лабораторных работ	5	10
Оформление расчетной части лабораторных работ	15	15
Защита лабораторных работ	0	20
<b>Количество баллов для допуска к экзамену (min - max)</b>	<b>45</b>	<b>70</b>
<b>4 семестр</b>		
Основы молекулярной физики	3	10
Кинетическая теория газов	5	10
Первый закон термодинамики	6	10
Второй и третий законы термодинамики	6	10
Реальные газы и пары	10	10
Выполнение лабораторных работ	5	10

Оформление расчетной части лабораторных работ	15	15
Защита лабораторных работ	10	25
<b>Количество баллов для допуска к зачету (min - max)</b>	<b>60</b>	<b>100</b>
4 семестр		
Геометрическая оптика	3	3
Волновая оптика	5	5
Элементы квантовой механики	6	6
Строение и линейчатые спектры водородоподобных систем	6	6
Основы физики ядра и элементарных частиц	5	5
Выполнение лабораторных работ	5	10
Оформление расчетной части лабораторных работ	15	15
Защита лабораторных работ	0	20
<b>Количество баллов для допуска к экзамену (min - max)</b>	<b>45</b>	<b>70</b>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности элементов компетенций		
		Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ОПК-4 ОПК-5	<b>Знать:</b> основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма, колебаний и волн, квантовой физики, статистической физики и термодинамики, атомной и ядерной физики <b>Уметь:</b> использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа; уметь оценивать численные порядки величин, характерных для	Высокий	<b>ЗНАНИЕ</b> Воспроизводит основные определения и формулы Воспроизводит алгоритмы решения типовых задач <b>ПОНИМАНИЕ</b> Оценивает точность полученных результатов <b>ПРИМЕНЕНИЕ</b> Применяет законы в конкретных практических ситуациях Использует основные законы и принципы механики при решении смешанных задач в рамках курса дисциплины, а также при решении междисциплинарных задач Рассчитывает модель и оценивает ее <b>АНАЛИЗ</b> Проводит аналитический обзор Дает интерпретацию полученным данным Выявляет взаимосвязь между теоретическим	отлично

	<p>различных разделов естествознания, использовать физические законы при анализе и решении проблем  <b>Владеть:</b> методами экспериментального исследования физики</p>		<p>материалом и его применением в профессиональной области  Определяет зависимости  <b>СИНТЕЗ</b>  Пишет рефераты, доклады  Составляет схемы решения задач  Предлагает план проведения исследования  Обобщает результаты  <b>ОЦЕНКА</b>  Оценивает соответствие выводов имеющимся данным  Понимает места и роли данной компетентности в будущей профессиональной деятельности</p>	
		<p>Базовый</p>	<p><b>ЗНАНИЕ</b>  Воспроизводит основные законы, теоремы и определения механики  Воспроизводит алгоритмы решения типовых задач  <b>ПОНИМАНИЕ</b>  Объясняет основные принципы механики  Оценивает точность полученных результатов  <b>ПРИМЕНЕНИЕ</b>  Применяет законы и теоремы в конкретных практических ситуациях  <b>АНАЛИЗ</b>  Проводит аналитический обзор  Дает интерпретацию полученным данным  Выявляет взаимосвязь между теоретическим материалом и его применением в профессиональной области  <b>СИНТЕЗ</b>  Пишет рефераты, доклады  Обобщает результаты  <b>ОЦЕНКА</b>  Оценивает область применения законов</p>	<p>хорошо</p>

			механики Оценивает соответствие выводов имеющимся данным	
		Минимальный	<b>ЗНАНИЕ</b> Воспроизводит основные законы, теоремы и определения механики <b>ПОНИМАНИЕ</b> Объясняет основные принципы механики <b>ПРИМЕНЕНИЕ</b> Применяет законы и теоремы в конкретных практических ситуациях <b>АНАЛИЗ</b> Выявляет взаимосвязь между теоретическим материалом и его применением в профессиональной области <b>СИНТЕЗ</b> Пишет рефераты, доклады	удовлетворительно
		Не освоены	Ни одна из учебных целей не достигнута	неудовлетворительно

### 6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема (темы)	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
ОПК-4 ОПК-5	<b>Знать:</b> основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма, колебаний и волн, квантовой физики, статистической физики и термодинамики, атомной и ядерной физики <b>Уметь:</b> использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы	Тема 1. Физические основы классической и релятивистской механики. Тема 2. Электричество и магнетизм Тема 3. Термодинамика и элементы статистической физики Тема 4. Оптика. Квантовая физика. Ядерная физика	1. Движения двух материальных точек описываются следующими уравнениями: $x_1 = 20 + 2t - 4t^2$ и $x_2 = 2 + 2t + 0,5t^2$ . В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковыми? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент? 2. Частота вращения колеса при равнозамедленном движении за $t=1$ мин уменьшилась от 300 до 180 об/мин. Определить: а) угловое ускорение колеса; б) число полных

	<p>математического анализа;  уметь оценивать численные порядки величин, характерных для различных разделов естествознания, использовать физические законы при анализе и решении проблем  <b>Владеть:</b> методами экспериментального исследования физики</p>		<p>оборотов, сделанных колесом за это время.</p> <p>3. С вершины клина, длина которого 2 м и высота 1 м, начинает скользить небольшое тело. Коэффициент трения между телом и клином <math>\mu=0,15</math>. Определить: а) ускорение, с которым движется тело; б) время прохождения тела вдоль клина; в) скорость тела у основания клина.</p> <p>4. Платформа с песком общей массой <math>M=2</math> т стоит на рельсах на горизонтальном участке пути. В песок попадает снаряд массой <math>m=8</math> кг и застревает в нем. Пренебрегая трением, определить, с какой скоростью будет двигаться платформа, если в момент попадания скорость снаряда 450 м/с, а ее направление – сверху вниз под углом <math>30^{\circ}</math> к горизонту.</p> <p>5. Полый тонкостенный цилиндр массой 0,5 кг, катящийся без скольжения, ударяется о стену и откатывается от нее. Скорость цилиндра до удара о стену 1,4 м/с, после удара 1 м/с. Определить выделившееся при ударе количество теплоты.</p>
--	--	--	---

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний производится на основе баллов БРС текущего контроля (максимум 100 баллов).

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Вид комплектации оценочным средством в ФОС
1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая	Фонд тестовых заданий.



		автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	
2	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для практики определенного типа по теме или разделу	Перечень тем лабораторных работ. Методические указания
3	Конспектирование	Способствует самостоятельному осуществлению студентом мыслительной переработки и письменной фиксации основных положений научного текста. Написание конспекта позволяет студенту научиться работать с научной информацией: осмыслять, анализировать, систематизировать, обобщать, группировать.	Перечень тем для конспектирования.
4	Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий.
5	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме.	Комплект вопросов для устного опроса студентов. Перечень вопросов к экзамену. Задания для практического занятия.

### Экзаменационные вопросы

#### Раздел I. Физические основы механики

1. Механическое движение. Система отсчета. Кинематические уравнения движения. Траектория материальной точки. Соприкасающиеся плоскости и соприкасающиеся окружности. Единичные вектора нормали и касательной. Перемещение. Длина пути.
2. Скорость. Равномерное движение, неравномерное движение. Ускоренное движение, замедленное движение. Радиальная и тангенциальная скорости. Секторная скорость.
3. Ускорение. Равноускоренное движение, равнозамедленное движение. Тангенциальное и нормальное ускорения.
4. Поступательное движение твердого тела.
5. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
6. Сила. Равнодействующая сила. Число степеней свободы.
7. Масса тела. Импульс тела. Вес.

8. Второй закон Ньютона (Основной закон динамики материальной точки). Принцип независимости действия сил.
9. Третий закон Ньютона. Закон изменения импульса механической системы. Главный вектор внешних сил. Закон сохранения импульса.
10. Центр масс и закон его движения.
11. Движение тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. Уравнение Циалковского. Характеристическая скорость ракеты.
12. Элементарная работа силы. Потенциальная сила и потенциальное поле. Работа сил действующих на твердое тело. Мощность силы.
13. Кинетическая энергия. Теорема Кёнига.
14. Потенциальная сила и потенциальное поле. Потенциальная энергия. Градиент потенциала. Оператор набла. Силы упругости. Диссипация энергии и диссипативная система.
15. Закон изменения механической энергии. Закон сохранения механической энергии.
16. Гидродинамика. Идеальная жидкость. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли.
17. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Вектор элементарного поворота тела. Угловая скорость тела. Равномерное вращение. Период и частота вращения. Линейная скорость и его связь с угловой скоростью. Угловое ускорение.
18. Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки. Мгновенная ось вращения. Вращательное и осестремительное ускорения. Углы Эйлера. Произвольное движение как комбинация поступательного движения и вращения вокруг мгновенной оси.
19. Момент силы относительно неподвижной точки. Момент импульса механической системы относительно неподвижной точки. Закон изменения момента импульса. Главный момент внешних сил.
20. Момент импульса механической системы относительно оси. Момент силы относительно оси. Динамика твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
21. Момент инерции системы. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
22. Элементарная работа при вращательном движении. Кинетическая энергия при вращательном движении.
23. Закон сохранения момента импульса. Гироскоп. Скамья Жуковского.
24. Тема 5. Неинерциальные системы отсчета.
25. Силы инерции.
26. Центробежная сила инерции.
27. Сила Кориолиса.
28. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета.
29. Центральная сила. Центр сил. Потенциальная энергия материальной точки в поле центральных сил. Поля центральных сил, в которых проекция силы обратно пропорциональна квадрату расстояния до центра сил.
30. Момент импульса материальной точки в поле центральных сил. Второй закон Кеплера.
31. Уравнение траектории материальной точки в поле центральных сил. Различные типы траекторий материальной точки в поле центральной силы. Первый закон Кеплера. Третий закон Кеплера.
32. Космические скорости. Космические путешествия. Перспективные типы ракетных двигателей.
33. Связь между свойствами симметрии пространства и времени и законами сохранения.
34. Уравнение колебания. Комплексные числа.
35. Гармонические колебания. Маятник.
36. Векторная диаграмма. Биения.
37. Затухающие колебания.
38. Вынужденные колебания. Резонанс.

39. Преобразования Галилея. Механический принцип относительности Галилея.
40. Постулаты специальной теории относительности и их противоречие с представлениями о свойствах пространства и времени, принятыми в классической механике.
41. Преобразования Лоренца.
42. Следствия преобразований Лоренца (одновременность событий в разных системах отсчета; длина тела в разных системах; длительность событий в разных системах).
43. Интервал между двумя событиями.
44. Преобразование скоростей и ускорений в релятивистской кинематике. Закон сложения скоростей.
45. Понятие о релятивистской динамике.
46. Закон взаимосвязи массы и энергии.

### **Раздел II. Электричество и магнетизм**

1. Напряженность  $E$  - силовая характеристика электростатического поля. Принцип наложения (суперпозиции) полей. Силовые линии поля. Поле точечного заряда. Поле диполя. Поле заряженной плоскости.
2. Определение потока  $\Phi_E$  вектора электростатического поля через площадку  $\Delta S$ . Поток вектора  $E$  через замкнутую поверхность. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчета симметричных полей (поле заряженной плоскости, нити, шара и др.).
3. Поток вектора  $E$  через бесконечно малый объем. Векторный оператор Гамильтона  $\nabla$  (набла). Дивергенция векторного поля. Запись теоремы Гаусса в дифференциальной форме.
4. Работа по перемещению пробного заряда в электростатическом поле. Представление работы в виде контурного интеграла. Потенциальная энергия пробного заряда. Потенциал электростатического поля. Единица измерения потенциала. Потенциал точечного заряда. Потенциальная энергия системы точечных зарядов.
5. Работа в электростатическом поле по замкнутому контуру. Потенциальное поле. Эквипотенциальные поверхности (точечный заряд, диполь). Работа по бесконечно малому контуру. Ротор векторного поля  $E$ .
6. Связь между напряженностью и потенциалом. Градиент скалярной функции. Единицы измерения поля  $E$ .
7. Проводник в электростатическом поле. Напряженность и потенциал поля внутри полого проводника. Распределение избыточного заряда в проводнике. Конфигурация поля вокруг проводника.
8. Электроемкость уединенного проводника. Емкость шара. Емкость Земли. Единица измерения  $\epsilon_0$ . Плоский конденсатор. Емкость плоского конденсатора. Емкость системы конденсаторов при параллельном и последовательном соединении.
9. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля внутри конденсатора. Плотность энергии поля. Энергия поля заряженного шара.
10. Диэлектрики. Относительная диэлектрическая проницаемость. Вектор электрической индукции  $D$  (вектор электрического смещения). Электрический дипольный момент. Вектор поляризации и его связь с наведенной плотностью поверхностных зарядов диэлектрика. Непрерывность линий электрической индукции.
11. Диэлектрики. Относительная диэлектрическая проницаемость. Поляризуемость молекулы. Диэлектрическая восприимчивость диэлектрика и вектор поляризации. Связь между относительной диэлектрической проницаемостью и восприимчивостью. Типы поляризации диэлектриков. Их применение.
12. Уравнения Максвелла для электростатического поля в интегральной и дифференциальной форме.
13. Преобразование векторов  $D$  и  $E$  на границе двух диэлектриков. Закон преломления вектора электрической индукции.

14. Сила и плотность тока. Единицы измерения. Закон Ома для однородного участка цепи, падение потенциала на активном сопротивлении.
15. Электросопротивление, его зависимость от геометрических размеров проводника. Удельное сопротивление. Параллельное и последовательное соединение сопротивлений. Единицы измерения.
16. Связь проводимости с концентрацией и подвижностью носителей заряда. Закон Ома в дифференциальной форме. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость и ее применение.
17. Электродвижущая сила. Напряжение на однородном и неоднородном участке цепи. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
18. Вывод 1-го и 2-го правила Кирхгофа для разветвленных цепей.
19. Применение правил Кирхгофа для разветвленных цепей. Методы расчета токов (прямой метод и метод контурных токов).
20. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца в обычной и дифференциальной форме.
21. Закон Ома для замкнутой цепи. Напряжение на клеммах источника при замкнутой и разомкнутой внешней нагрузке. К.П.Д. источника.
22. Полная и полезная мощность в замкнутой цепи. Коэффициент использования мощности. Согласованная нагрузка (условие максимальной полезной мощности). Зависимость К.П.Д. источника, полной, полезной и внутренней мощности от сопротивления нагрузки.
23. Сила Лоренца. Формула Ампера. Вектор магнитной индукции - силовая характеристика магнитного поля. Единицы измерения.
24. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение для расчета полей (поле в центре и на оси кругового тока, поле вокруг бесконечного тока и отрезка с током, распределение поля вдоль оси короткого соленоида).
25. Магнитное поле вокруг прямолинейного тока. Теорема о циркуляции вектора  $H$ . Применение теоремы о циркуляции для расчета магнитных полей (прямолинейный ток, длинный соленоид, тороидальная катушка). Принцип суперпозиции. Поле на краю длинного соленоида.
26. Сила взаимодействия параллельных токов (вывод формулы через теорему о циркуляции и формулу Ампера). Численное значение магнитной постоянной. Определение единицы силы тока в системе СИ.
27. Поток вектора магнитной индукции, единицы измерения. Потокосцепление. Индуктивность  $L$ , единицы измерения. Индуктивность длинного соленоида. Размерность магнитной постоянной  $\mu_0$ .
28. Индуктивность длинного соленоида. Энергия, запасенная в индуктивности. Плотность энергии магнитного поля.
29. Работа при медленном перемещении тока во внешнем магнитном поле. Связь между работой и изменением потока через контур с током.
30. Вращательный момент, действующий на квадратную рамку, помещенную во внешнее магнитное поле. Магнитный момент контура с током.
31. Магнетики. Намагниченность вещества во внешнем магнитном поле. Вектор намагниченности. Молекулярные токи. Магнитная восприимчивость. Относительная магнитная проницаемость.
32. Однородная намагниченность среды. Связь вектора намагниченности с плотностью поверхностных токов. Фактор формы образца (размагничивающий фактор) при измерении относительной магнитной проницаемости. Поле размагничивания.
33. Диа-, пара- и ферромагнетики. Кривая намагничивания ферромагнетиков. Намагниченность насыщения. Доменная структура ферромагнетика.
34. Гистерезис. Магнитоупругие и магнитомягкие материалы. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Работа перемещения. Единицы измерения

- магнитной индукции и напряженности магнитного поля в СИ и Гауссовой системе едини, связь между ними.
35. Магнитная индукция и напряженность магнитного поля в узком воздушном зазоре и внутри магнитопровода. Магнитная цепь. Вывод закон Ома для магнитной цепи (формула Гопкинса) через теорему о циркуляции вектора  $H$ . Магнитное сопротивление и магнитодвижущая сила.
  36. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Правило Ленца. Самоиндукция.
  37. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. Их использование в технике. Индукционный нагрев. Принцип магнитной подвески. Паразитные токи.
  38. Уравнения Максвелла для магнитоэстатического поля в интегральной и дифференциальной форме.
  39. Преобразование векторов  $B$  и  $H$  на границе двух магнетиков. Закон преломления вектора магнитной индукции.
  40. Взаимная индукция. Коэффициент взаимной индукции. Трансформатор.
  41. Переменный ток. Генератор переменного тока. Переменная ЭДС. Векторная диаграмма переменного тока и напряжения.
  42. Квазистационарные токи. Условия квазистационарности. Мощность переменного тока, выделяемая на активном сопротивлении. Эффективное значение тока и напряжения.
  43. Активное и реактивное сопротивление последовательной цепи переменного тока. Сдвиги фаз между током и напряжением на активных и реактивных элементах.
  44. Емкость в цепи переменного тока. Реактивное сопротивление емкости. Сдвиг фазы между током и напряжением. Векторная диаграмма.
  45. Индуктивность в цепи переменного тока. Реактивное сопротивление индуктивности. Сдвиг фазы между током и напряжением. Векторная диаграмма.
  46. Параллельная цепь переменного тока. Векторная диаграмма токов и напряжений в параллельной цепи. Импеданс параллельной цепи. Резонанс токов.
  47. Последовательная цепь переменного тока. Векторная диаграмма токов и напряжений. Импеданс и реактанс. Резонанс напряжений.
  48. Активная мощность в полной последовательной цепи переменного тока. Коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ).
  49. Переходные процессы в RC-цепи. Уравнение переходного процесса. Постоянная времени заряда и разряда конденсатора.
  50. Переходные процессы в RL-цепи. Уравнение переходного процесса. Постоянная времени установления тока через индуктивность.
  51. Дифференцирующая RC-цепочка. Условия наблюдения и величина дифференцированного сигнала.
  52. Интегрирующая RC-цепочка. Условия наблюдения и величина интегрированного сигнала.
  53. Колебательный L-C контур. Уравнение незатухающих гармонических колебаний в контуре. Резонансная частота колебаний. Формула Томпсона.
  54. Колебательный R-L-C контур. Уравнение затухающих гармонических колебаний. Амплитуда и частота затухающих колебаний. Логарифмический декремент затухания. Критическое сопротивление, апериодический разряд. Добротность контура.
  55. Циркуляция вектора магнитного поля при наличии переменного электрического поля. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла.

### **Раздел III. Статистическая физика и термодинамика**

1. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Уравнение неразрывности. Вывод уравнения Бернулли для движения несжимаемой жидкости.
2. Уравнение Бернулли. Критерий возможности пренебрежения сжимаемого газа.
3. Сжимаемость воды. Гидростатическое давление и формула Торичелли - как следствие уравнения Бернулли. Эффект Магнуса.

4. Закон Паскаля. Гидростатическое давление как следствие уравнения Бернулли. Сжимаемость воды.
5. Вывод закона Архимеда.
6. Устойчивость плавающих тел - как следствие действия пары сил - силы тяжести и силы Архимеда. Метацентр плавающего тела и критерии устойчивости.
7. Идеальный газ. Термодинамические параметры. Экспериментальные газовые законы. Температурные шкалы и связь между ними (Цельсия, Кельвина, Фаренгейта).
8. Уравнение состояния идеального газа.
9. Закон Авогадро. Универсальная газовая постоянная. Вывод уравнения Менделеева - Клайперона. Молярная масса смеси газов. Закон Дальтона.
10. Вывод основного уравнения молекулярно - кинетической теории. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Абсолютный ноль.
11. Молекулярно - кинетический смысл температуры. Постоянная Больцмана. Среднеквадратическая скорость движения молекул. Степени свободы движения молекул.
12. Закон равнораспределения Больцмана.
13. Распределение молекул по скоростям (распределение Максвелла). Вывод значения наиболее вероятной скорости движения молекул идеального газа.
14. Среднеарифметическая и среднеквадратическая скорость молекул.
15. Зависимость концентрации молекул от высоты в поле тяжести. Распределение Больцмана - как вероятность состояния с потенциальной энергией  $W$  при температуре  $T$ . Экспотенциальная атмосфера при постоянной температуре.
16. Среднее число соударений в единицу времени и длина свободного пробега молекул. Связь между ними.
17. Перенос тепла газом. Вакуум, связь между характером переноса тепла и концентрацией молекул при фиксированном расстоянии между горячей и холодной стенкой.
18. Эффективные диаметры молекул. Оценка размеров молекул – воды ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ), ( $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$ ). Число соударений и средняя длина свободного пробега молекулы и их зависимость от температуры.
19. Явления переноса - теплопроводность, диффузия, внутреннее трение. Уравнение переноса. Расчет коэффициента теплопроводности.
20. Уравнения переноса для теплопроводности, диффузии и внутреннего трения. Расчет коэффициента диффузии.
21. Закон равнораспределения Больцмана. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость газа при постоянном объеме.
22. Степени свободы движения молекулы. Связь между теплоемкостью  $C$  и  $C_v$ , уравнение Майера. Эквивалентность теплоемкости двух-атомного газа (водорода) от температуры и ее объяснения с точки зрения квантовой физики.
23. Теплоемкость идеального газа.  $C_p$   $C_v$ , уравнение Майера. Физический смысл газовой постоянной.
24. Работа газа при расширении. Графическое представление работы.
25. Вывод формулы работы изотермического процессе.
26. Адиабатический процесс, уравнения Пуассона. Работа расширения газа при адиабатическом процессе.
27. Работа газа при изопроцессах. Анализ изопроцессов с точки зрения 1-го закона термодинамики.
28. 1-е начало термодинамики. Физический смысл теплоты  $Q$ . Механический эквивалент тепла. Работа при адиабатическом расширении с точки зрения 1-го начала.
29. Политропный процесс. Вывод уравнения политропы. Изопроцессы и адиабата - как частный случай политропного процесса.

30. Уравнение политропного процесса. Работа, совершаемая газом при отрицательной и положительной теплоемкости, их графическое представление.
31. Циклический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Квази-равновесность. Полезная работа циклического процесса с точки зрения 1-го начала термодинамики.
32. К.П.Д. циклического процесса. Работа газа при адиабатном расширении. Цикл двигателя внутреннего сгорания (цикл Отто) и его к.п.д.
33. Идеальная тепловая машина. Цикл Карно. Его максимальность с точки зрения 2-го начала термодинамики.
34. 2-е начало термодинамики. Формулировка Кельвина и Клаузиуса. Их эквивалентность.
35. Цикл Карно как обратимая тепловая машина. Холодильная машина и тепловой насос, их к.п.д. цикла Карно.
36. Изменение энтропии при обратимых процессах. Приведенная теплота идеальной циклической машины. Неравенство Клаузиуса.
37. Изменение энтропии при обратимых и необратимых процессах. Энтропия, как функция состояния. Вычисление изменения энтропии при необратимых процессах. Закон возрастания энтропии изолированной системы (2-е начало термодинамики).
38. Связь между энтропией и вероятностью макросостояния системы на примере обратимого и необратимого изотермического расширения газа. Формула Больцмана.
39. Основное термодинамическое тождество. Термодинамическое неравенство как объединенное выражение 1-го и 2-го начал термодинамики.
40. Энтальпия  $H$ . Связь  $H$  с теплом, получаемом (отдаваемом) системой при изобарическом процессе. Процесс Джоуля-Томсона для идеального газа.
41. Энтальпия и удельная энтальпия. Адиабатическое течение идеальной сжимаемой жидкости, её описание с помощью уравнения Бернулли. Скорость истечения сжимаемого газа через узкое отверстие.
42. Работа газа при изотермическом расширении с точки зрения основного термодинамического тождества. Свободная энергия. Связанная энергия.
43. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа. Физический смысл поправочных коэффициентов объема  $-b$  и давления  $-a$ . Изотермы Ван-дер-Ваальса.
44. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа - как кубическое уравнение относительно  $V$  с параметром  $P$ . Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры  $P_c$ ,  $V_c$ ,  $T_c$  и их связь с  $a$  и  $b$ .
45. Изотермы реального газа. Жидкость, пар и газ, области их существования в координатах  $(P, V)$ . Критическая точка.
46. Реальные жидкости и газы. Насыщенный пар. Кривая фазового равновесия. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Критическая точка и критические параметры.

### **Раздел III. Оптика и квантовая физика**

1. Закон прямолинейного распространения света. Закон независимости световых лучей. Закон отражения света. Закон преломления света. Закон обратимости световых лучей. Показатель преломления. Полное внутреннее отражение.
2. Теория истечения, волновая теория. Зависимость между показателем преломления и скоростью света в веществе.
3. Принцип Ферма. Оптическая длина пути.
4. Скорость света. Астрономические наблюдения Рёмера. Определение скорости света по аберрации света Бредли. Опыт Физо. Опыт Фуко и Физо. Опыт Майкельсона.
5. Световой поток. Функция видности.
6. Фотометрические величины и их единицы.
7. Основные понятия и определения (гомоцентрический пучок,; астигматическая разность; точечное или стигматическое изображение; действительное и мнимое изображения; сопряженные точки; пространство предметов и пространство изображений).

8. Центрированная оптическая система. Фокусы. Фокальные плоскости. Линейное увеличение. Главные точки и главные плоскости. Оптическая сила. Формула Ньютона.
9. Продольное увеличение. Угловое увеличение. Связь между линейным, продольным и угловым увеличениями.
10. Сложение оптических систем. Оптическая система суммарной системы. Формула кардинальных плоскостей суммарной системы.
11. Преломление на сферической поверхности. Параксиальные лучи. Теорема Лагранжа-Гельмгольца.
12. Линза. Тонкая линза.
13. Погрешности оптических систем. Оптические приборы.
14. Световая волна. Интенсивность света. Связь между интенсивностью света и амплитудой световой волны.
15. Интерференция световых волн. Продолжительность цуга волн. Оптическая разность хода. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля.
16. Интерференция многих волн. Векторная диаграмма. Условия для главных максимумов и интерференционных минимумов.
17. Принцип Гюйгенса – Френеля.
18. Зоны Френеля. Обоснование с точки зрения волновой оптики закона прямолинейного распространения света.
19. Дифракция Френеля от простейших преград.
20. Дифракция Фраунгофера от щели и на круглом отверстии.
21. Дифракционная решетка.
22. Дифракция на пространственной решетке.
23. Голография.
24. Дисперсия света.
25. Групповая скорость.
26. Классическая электронная теория дисперсии света.
27. Поглощение и рассеяние света.
28. Излучение Вавилова-Черенкова.
29. Закономерности в атомных спектрах.
30. Модель атома Томсона.
31. Опыты по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Ядерная модель атома. Количественная теория рассеяния  $\alpha$ -частиц. Формула Резерфорда.
32. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.
33. Элементарная боровская теория водородного атома.
34. Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства вещества.
35. Квантовомеханическое описание движения микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
36. Уравнение Шредингера. Волновая функция.
37. Свойства волновой функции. Квантование.
38. Движение свободной частицы.
39. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме.
40. Прохождение частиц через потенциальный барьер.
41. Атом водорода.
42. Состав и характеристика атомного ядра.
43. Масса и энергия связи ядра.
44. Природа ядерных сил.
45. Радиактивность.
46. Ядерные реакции.
47. Деление ядер.
48. Термоядерные реакции.



49. Элементарные частицы и виды взаимодействий.
50. Методы наблюдения элементарных частиц. Камера Вильсона. Пузырьковая камера. Искровые камеры. Метод фотоэмульсий.
51. Частицы и античастицы.
52. Нейтрино.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
<b>Основная литература</b>				
1	Трофимова Т.И. Курс физики Учебное пособие М. Высшая школа, 2002		30	
2	Трофимова Т.И. Сборник задач по физике с решениями Учебное пособие М. Высшая школа, 2003		46	
3	Савельев И.В. Курс общей физики в 3 томах учебное пособие СПб.: Лань, 2006		46	
4	Иродов И.Е. Задачи по общей физике учебное пособие СПб.: Лань 2005		30	
<b>Дополнительная литература</b>				
1	Берклеевский курс физики. - М.: Наука, 1975 - 1977, тт. 1 - 5.	МО РФ	15	
2	Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс. Фейнмановские лекции по физике, -М.: Мир, 1977, вып. 1 - 10.			
3	Бутиков Е. И. Оптика. - М.: Высшая школа, 1987.	УМО РФ		

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  
(далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

№	Наименование Интернет-ресурса	Автор, разработчики	Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip,tar)	Тип Интернет-ресурса	Ссылка (URL) на Интернет ресурс
1	Тесты по физике		pdf	сайт	Physics.nad.ru/task/html
2	American Physical Society		pdf	сайт	http://publish.aps.org/
3	Доступ к электронным изданиям Научной Электронной Библиотеки		pdf	сайт	www.elibrary.ru
4	Электронный справочник «Информио» для высших учебных заведений.		pdf	сайт	www.informio.ru
5	ПОЛПРЕД Справочники.		pdf	сайт	www.polpred.com

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.№ 209)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Стол (16 шт.); Стул (31 шт.); Доска маркерная (1 шт.); Проектор Epson (1 шт.); Ноутбук HP (1 шт.). 678170, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, ул. Тихонова д. 5, корп. 2

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.№ 310)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Лабораторная установка ЛКМ-1 (1 шт.); Лабораторная установка ЛКТ-2 (1 шт.); Лабораторная установка ЛКТ-9 (1 шт.); Лабораторная установка ЛКЭ-1 (1 шт.); Лабораторная установка ЛКО-1 (1 шт.); Лабораторная установка ЛКК-01 (1 шт.); Лабораторный демонстрационный комплекс ФДК (1 шт.); Стол физический лабораторный (4 шт.); Стол (8 шт.); Стул (16 шт.); Переносной проектор ASK Proxima (1 шт.); Ноутбук HP (1 шт.). 678170, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, ул. Тихонова д. 5, корп. 2

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.№ 328)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Стол (21 шт.); Стул (41 шт.); Доска маркерная (1 шт.); проектор Epson (1 шт.); Ноутбук HP (1 шт.) 678170, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, ул. Тихонова д. 5, корп. 1

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.№ 326)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Стол (21 шт.); Стул (41 шт.); Доска маркерная (1 шт.); проектор Epson (1 шт.); Ноутбук HP (1 шт.) 678170, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, ул. Тихонова д. 5, корп. 1

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

### **10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии: использование па занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия); использование специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем; организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО, Moodle.

### **10.2. Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение:

Предоставление телематических услуг доступа к сети интернет (договор №236 от 17.03.2015 г. на оказание услуг по предоставлению телематических услуг доступа к сети Интернет с ОАО «Ростелеком». Срок действия документа: автоматическая пролонгация на каждый следующий календарный год); Пакет локальных офисных программ для работы с документами (лицензия № 62235736 от 06.08.2013 г.) АО «СофтЛайн Интернет Трейд» на право использование программ для ЭВМ: Microsoft (Windows, Office). Срок действия документа: бессрочно); Лицензионное антивирусное программное обеспечение (лицензия №1882-150208-083432 от 08.12.2015 г.) ЗАО «Лаборатория Касперского». Срок действия документа: с "08" декабря 2015 г. по "14" декабря 2016 г.)

Предоставление телематических услуг доступа к сети интернет (договор №236 от 17.03.2015 г. на оказание услуг по предоставлению телематических услуг доступа к сети Интернет с ОАО «Ростелеком». Срок действия документа: автоматическая пролонгация на каждый следующий календарный год); Пакет локальных офисных программ для работы с документами (лицензия №62235736 от 06.08.2013 г.) АО «СофтЛайн Интернет Трейд» на право использование программ для ЭВМ: Microsoft (Windows, Office). Срок действия документа: бессрочно); Свободный офисный пакет «Open Office»; Лицензионное антивирусное программное обеспечение (договор № 2283 - 06/17 от 06.06.2017 г. на право использования программ для ЭВМ (неисключительную лицензию) NOD32 Antivirus Business Edition с ИП Ивановым Айсеном Александровичем. Срок действия документа: 1 год)

