

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
Политехнический институт (филиал) государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.  
Аммосова» в г. Мирном

Кафедра Электроэнергетики и автоматизации промышленного производства

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.17 Физика**

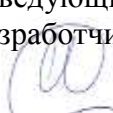
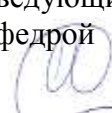
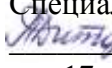

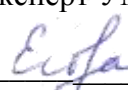
для программы специалитета

по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело

Направленность программы: Электрификация и автоматизация горного производства

Форма обучения: заочная

Автор(ы): Яковлева Валентина Дмитриевна, доцент кафедры ЭиАПП, yvdyak@mail.ru  
Татаринов Павел Семенович, старший преподаватель кафедры ЭиАПП, paveltatarinov@mail.ru

РЕКОМЕНДОВАНО Заведующий кафедрой разработчика  _____/ Семёнов А.С. протокол № 9 от «30» апреля 2021 г.	ОДОБРЕНО Заведующий выпускающей кафедрой  _____/Семёнов А.С. протокол № 9 от «30» апреля 2021 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОП пройден Специалист УМО/деканата  _Титова Д.Я. от «17» мая 2021 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП Председатель УМК  /Константинова Т.П. Протокол УМК №9 от «31» мая 2021 г.		Эксперт УМК  /Егорова М.В. от «31» мая 2021 г.

Мирный 2021 г.

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.О.17 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**

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.2 Определяет необходимую информацию для решения проблемной ситуации и проектирует процессы по их устранению УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов УК-1.5 Строит	<b>Знать:</b> иметь представление о физико-математическом аппарате и методах анализа, которые могут применяться в области проектирования; <b>Уметь:</b> уметь применять знания физико-математического аппарата и проводить анализ в области проектирования; <b>Владеть:</b> владеть навыками применения физико-математического аппарата и методов анализа в области проектирования;	<b>БРС, зачет экзамен</b>

		сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения		
Применение фундаментальных знаний	ОПК-6 Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-6.1 - Анализирует горно-геологические и горно-технические условия разработки месторождения; выявлять основные геомеханические факторы для разработки безопасной технологии ведении горных работ и способов управления устойчивостью породного массива. ОПК-6.2 - Обосновывает параметры, обеспечивающие устойчивость горных выработок; выбрать безопасные и рациональные способы управления состоянием массива горных пород. ОПК-6.3 - Прогнозирует недопустимое развитие геомеханических процессов и выбирать адекватные меры их локализации.	Знать: - теоретические основы механики горных пород, основные закономерности формирования НДС массива, основные гипотезы и закономерности проявления горного давления; - основные методики расчета НДС массива и проявлений горного давления; - способы управления состоянием массива горных пород, методику расчета устойчивости обнажений горных пород Уметь: - решать задачи геомеханики на открытых и подземных горных работах с помощью современных методов и информационно-вычислительных средств; - количественно обосновать параметры, обеспечивающие устойчивость подземных горных выработок, уступа и борта карьера; - обосновать безопасные и	<b>БРС, зачет экзамен</b>

			<p>рациональные способы управления устойчивостью горных пород</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами визуального и инструментального контроля опасных проявлений горного давления;</li> <li>- основами моделирования геомеханических процессов и методы контроля геомеханических процессов;</li> <li>- методами оценки и прогноза проявлений горного давления</li> </ul>	
--	--	--	---	--

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Код дисциплины	Название дисциплины	курс изучения	Коды и наименование учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной учебной дисциплины	для которых содержание данной дисциплины выступает опорой
Б1.О.17	Физика	1,2	Школьный курс физики Б1.О.16 математика	Б1.О.31 Теоретические основы электропривода Б1.В.07 Промышленная электроника Б1.В.06 Электрические и электронные аппараты

### 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:

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	<b>Б1.О.17 Физика</b>	
Курс изучения	1	
Семестр(ы) изучения	1,2,3,4	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен/экзамен/зачет/экзамен	
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 <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	117	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	32	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	32	
- лабораторные работы		
- практикумы	28	
1.3. КСР	25	
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	434	
<b>№3. Количество часов на экзамен (экзамен)</b>	31	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 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. Механика		8		8		7				6	108,5
Тема 2. Электричество и магнетизм		8		8		7				6	108,5
Тема 3. Термодинамика и элементы статистической физики		8		8		7				6	108,5
Тема 4. Оптика. Квантовая физика. Ядерная физика.		8		8		7				7	108,5
Всего часов		32		32		28				25	434

#### 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 трансверсальная 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  $\square S$ . 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  $\square$  (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. Магнитомягкие и магнитотвердые 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 - Клайперона. 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  $C_{\text{в}}$ , уравнение Майера. Эквивалентность теплоемкости двух-атомного газа (водорода) от температуры и ее объяснения с точки зрения квантовой физики. Теплоемкость идеального газа.  $C_{\text{в}}$   $C_{\text{п}}$ , уравнение Майера. Физический смысл газовой постоянной. Работа газа при расширении. Графическое представление работы. Вывод формулы работы изотермического 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 абберрации 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 – 16 ч, практические занятия – 16 часов, лабораторные занятия - 16 часов и КСР – 18 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 ЭиАПП с персональными компьютерами (ПК) из расчета: 1 ПК на 1-2 студента,
- сертифицированное офисное программное обеспечение (ПО) для ПК.

3. Лабораторные занятия: лаборатории, оснащенные 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 ЭиАПП, в библиотеке МПТИ (ф) СВФУ.

### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине

#### Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Тема 1. Механика	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка ответов на контрольные вопросы. Решение задач.	108,5	Самоконтроль Текущий контроль Баллы БРС Текущий контроль Баллы БРС

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

2	Тема 2. Электричество и магнетизм	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание Подготовка к лабораторным работам Подготовка ответов на контрольные вопросы Решение задач	108,5	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	108,5	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	108,5	
	Всего часов		434	

#### **Лабораторные работы или лабораторные практикумы**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Тема 1. Механика	Лабораторная работа №1	7	Текущий контроль
2	Тема 2. Электричество и магнетизм	Лабораторная работа №2	7	Баллы БРС
3	Тема 3. Термодинамика и элементы статистической физики	Лабораторная работа №3	7	Текущий контроль
4	Тема 4. Оптика. Квантовая физика. Ядерная физика	Лабораторная работа №4	7	Текущий контроль
	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	6	6

теории относительности		
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>
3 семестр		
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>
4 семестр		
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	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
УК-1 ОПК-6.	УК-1.1 Анализирует проблемную	Знать: иметь представление о физико-	Высокий	<b>ЗНАНИЕ</b> Воспроизводит основные	отлично

	<p>ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними  УК-1.2 Определяет необходимую информацию для решения проблемной ситуации и проектирует процессы по их устранению  УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников  УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов  УК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения  ОПК-6.1 - Анализирует горно-геологические и горно-технические условия разработки месторождения; выявлять основные геомеханические факторы для разработки безопасной технологии ведения горных работ и способов</p>	<p>математическом аппарате и методах анализа, которые могут применяться в области проектирования ;  Уметь: уметь применять знания физико-математического аппарата и проводить анализ в области проектирования ;  Владеть: владеть навыками применения физико-математического аппарата и методов анализа в области проектирования ;  Знать:  - теоретические основы механики горных пород, основные закономерности формирования НДС массива, основные гипотезы и закономерности проявления горного давления;  - основные методики расчета НДС массива и проявлений горного давления;  - способы управления</p>	<p>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 материалом и его применением в профессиональной области  Определяет зависимости  <b>СИНТЕЗ</b>  Пишет рефераты, доклады  Составляет схемы</p>	
--	---	---	---	--

	<p>управления устойчивостью породного массива. ОПК-6.2 - Обосновывает параметры, обеспечивающие устойчивость горных выработок; выбрать безопасные и рациональные способы управления состоянием массива горных пород. ОПК-6.3 – Прогнозирует недопустимое развитие геомеханических процессов и выбирать адекватные меры их локализации.</p>	<p>состоянием массива горных пород, методику расчета устойчивости обнажений горных пород Уметь: - решать задачи геомеханики на открытых и подземных горных работах с помощью современных методов и информационно-вычислительных средств; - количественно обосновать параметры, обеспечивающие устойчивость подземных горных выработок, уступа и борта карьера; - обосновать безопасные и рациональные способы управления устойчивостью горных пород Владеть: - методами визуального и инструментального контроля опасных проявлений горного давления; - основами моделирования геомеханических процессов и методы контроля геомеханических процессов; - методами оценки и прогноза проявлений</p>		<p>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>Базовы й</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</p>	<p>хорошо</p>



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

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
УК-1 ОПК-6.	<p>УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК-1.2 Определяет необходимую информацию для решения проблемной ситуации и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p> <p>ОПК-6.1 - Анализирует горно-геологические и горно-технические условия разработки месторождения; выявлять основные</p>	<p>Знать: иметь представление о физико-математическом аппарате и методах анализа, которые могут применяться в области проектирования;</p> <p>Уметь: уметь применять знания физико-математического аппарата и проводить анализ в области проектирования;</p> <p>Владеть: владеть навыками применения физико-математического аппарата и методов анализа в области проектирования;</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы механики горных пород, основные закономерности формирования НДС массива, основные гипотезы и закономерности проявления проявления горного давления;</li> <li>- основные методики расчета НДС массива и проявлений горного давления;</li> <li>- способы</li> </ul>	Высокий	<p><b>ЗНАНИЕ</b> Воспроизводит основные определения и формулы</p> <p>Воспроизводит алгоритмы решения типовых задач</p> <p><b>ПОНИМАНИЕ</b> Оценивает точность полученных результатов</p> <p><b>ПРИМЕНЕНИЕ</b> Применяет законы в конкретных практических ситуациях</p> <p>Использует основные законы и принципы механики при решении смешанных задач в рамках курса дисциплины, а также при решении междисциплинарных задач</p> <p>Рассчитывает модель и оценивает ее</p> <p><b>АНАЛИЗ</b> Проводит аналитический обзор</p> <p>Дает интерпретацию полученным данным</p> <p>Выявляет взаимосвязь между теоретическим материалом и его применением в профессиональной</p>	Зачтено

	<p>геомеханические факторы для разработки безопасной технологии ведении горных работ и способов управления устойчивостью породного массива. ОПК-6.2 - Обосновывает параметры, обеспечивающие устойчивость горных выработок; выбрать безопасные и рациональные способы управления состоянием массива горных пород. ОПК-6.3 – Прогнозирует недопустимое развитие геомеханических процессов и выбирать адекватные меры их локализации.</p>	<p>управления состоянием массива горных пород, методику расчета устойчивости обнажений горных пород Уметь: - решать задачи геомеханики на открытых и подземных горных работах с помощью современных методов и информационно-вычислительных средств; - количественно обосновать параметры, обеспечивающие устойчивость подземных горных выработок, уступа и борта карьера; - обосновать безопасные и рациональные способы управления устойчивостью горных пород Владеть: - методами визуального и инструментального контроля опасных проявлений горного давления; - основами моделирования геомеханических процессов и методы контроля геомеханических процессов; - методами оценки и прогноза проявлений горного давления</p>		<p>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</p>	<p>Зачтено</p>

			<p>Дает интерпретацию полученным данным</p> <p>Выявляет взаимосвязь между теоретическим материалом и его применением в профессиональной области</p> <p><b>СИНТЕЗ</b></p> <p>Пишет рефераты, доклады</p> <p>Обобщает результаты</p> <p><b>ОЦЕНКА</b></p> <p>Оценивает область применения законов механики</p> <p>Оценивает соответствие выводов имеющимся данным</p>	
		Минимальный	<p><b>ЗНАНИЕ</b></p> <p>Воспроизводит основные законы, теоремы и определения механики</p> <p><b>ПОНИМАНИЕ</b></p> <p>Объясняет основные принципы механики</p> <p><b>ПРИМЕНЕНИЕ</b></p> <p>Применяет законы и теоремы в конкретных практических ситуациях</p> <p><b>АНАЛИЗ</b></p> <p>Выявляет взаимосвязь между теоретическим материалом и его применением в профессиональной области</p> <p><b>СИНТЕЗ</b></p> <p>Пишет рефераты,</p>	Зачтено

			доклады	
		Не освоены	Ни одна из учебных целей не достигнута	Незачте -но

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

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема (темы)	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
УК-1 ОПК-6.	<p>УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК-1.2 Определяет необходимую информацию для решения проблемной ситуации и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p> <p>ОПК-6.1 - Анализирует горно-геологические и горно-технические условия разработки месторождения;</p>	<p><b>Знать:</b> основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, основные законы электродинамики, уравнения колебаний и волновых процессов, квантовые свойства излучения, элементы квантовой механики, элементы квантовых статистик, элементы физики ядра и элементарных частиц</p> <p><b>Уметь:</b> выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук</p>	<p>Тема 1. Механика</p> <p>Тема 2. Электричество и магнетизм</p> <p>Тема 3. Термодинамика и элементы статистической физики</p>	<p>1. Движения двух материальных точек описываются следующими уравнениями: и В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковыми? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент?</p> <p>2. Частота вращения колеса при равнозамедленном движении за <math>t=1</math> мин уменьшилась от 300 до 180 об/мин. Определить: а) угловое ускорение колеса; б) число полных 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</p>

	<p>выявлять основные геомеханические факторы для разработки безопасной технологии ведении горных работ и способов управления устойчивостью породного массива. ОПК-6.2 - Обосновывает параметры, обеспечивающие устойчивость горных выработок; выбрать безопасные и рациональные способы управления состоянием массива горных пород. ОПК-6.3 – Прогнозирует недопустимое развитие геомеханических процессов и выбирать адекватные меры их локализации.</p>	<p>в профессиональной деятельности выполнять лабораторные измерения, обрабатывать и представлять результаты лабораторных измерений</p> <p><b>Владеть:</b> инструментарием для решения физических задач в своей предметной области; методами поиска и систематизации научно-технической информации с целью выбора оптимального метода решения поставленной физической задачи</p>	<p><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 <math>450</math> м/с, а ее направление – сверху вниз под углом <math>300</math> к горизонту.</p> <p>5. Полый тонкостенный цилиндр массой <math>0,5</math> кг, катящийся без скольжения, ударяется о стену и откатывается от нее. Скорость цилиндра до удара о стену <math>1,4</math> м/с, после удара <math>1</math> м/с. Определить выделившееся при ударе количество теплоты.</p>
--	---	---	--

**І. Экзаменационные вопросы**  
**Раздел І. 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 Циолковского. 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  $\square S$ . 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  $\square$  (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  $\square_0$ . 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. 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.

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, аperiodический 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 равномерного распределения 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 равномерного распределения 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 изотермическом 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. Квазиравновесность. 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  $-v$  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  $v$ .
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 абберации 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.

### 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 автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.
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	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий.

		точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	
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.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>3</sup>**

№	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	Осеledчик Ю.С. Физика. Модульный курс для технических вузов Учебное пособие М.: Юрайт, 2014	УМО	18	
2	Дмитриева Е.И. Физика для инженерных специальностей Учебное пособие Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012		18	<a href="http://www.iprbookshop.ru/729">http://www.iprbookshop.ru/729</a>
3	Трофимова Т.И. Курс физики Учебное пособие М. Высшая школа, 2002		18	
<b>Дополнительная литература</b>				
1	Гринкруг М.С. Лабораторный практикум по физике Учебное пособие СПб.: Лань, 2012		7	
2	Трофимова Т.И. Сборник задач по физике с решениями Учебное пособие М. Высшая школа, 2003		18	
3	Ким Ч.Д. Сборник лабораторных работ по курсу "Физика" Учебное пособие Мирный: МПТИ (ф) СВФУ, 2018		18	

<sup>3</sup> Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.



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

Таблицы стандартных справочных данных. Фундаментальные физические константы	<a href="http://www.docs.cntd.ru/document/1200100402/">www.docs.cntd.ru/document/1200100402/</a> .
Справочный материал по физике. Табличные данные.	<a href="http://www.fizportal.ru/help/">www.fizportal.ru/help/</a>
СДО Moodle	<a href="https://yagu.s-vfu.ru/">https://yagu.s-vfu.ru/</a>

## 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.№ 407)

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 (4 шт.); Стул (16 шт.)

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.№ 204)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Ультракраткофокусный интерактивный проектор с сенсорными функциями мультитач Epson EB-595Wi (1 шт.); Кафедра (1 шт.); Доска перекатная (1 шт.); Стол (29 шт.); Стул (57 шт.); Помещение для самостоятельной работы, (ауд. 504 Медиатека) г. Мирный ул. Ойунского, 14 Моноблок Lenovo (8 шт.); Стол компьютерный (12 шт.); Кресло (12 шт.); Стеллаж (1 шт.);

## 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<sup>4</sup>

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование специализированных и офисных программ, информационных систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

### 10.2. Перечень программного обеспечения

Предоставление телематических услуг доступа к сети интернет (договор №3101/2020 от 01.02.2020 г. на оказание услуг по предоставлению телематических услуг доступа к сети Интернет с «Мирнинские кабельные сети (МКС)» в лице ИП Клещенко Василия Александровича. Срок действия документа: 1 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)

<sup>4</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

