

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное  
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР

А.М. Дигурова

«29.08.2020»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Общая физика (Молекулярная физика)»**

Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профили: Физика. Математика.

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2016 год)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки. Профиль подготовки – Физика, математика), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. №91, учебным планом подготовки бакалавра по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки. Профиль подготовки – Физика, математика), утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» (протокол № 9 от 30 апреля 2020 г.).

Составитель: Райцев А.В.


Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики конденсированного состояния

(протокол № 9 от 18 июня 2020г.)

Зав. кафедрой  Т.Т. Магкоев

Одобрена советом физико-технического факультета

(протокол № 6 от «27» июня 2020г.)

Председатель совета факультета  И.В. Тваури

## 1.1 СТРУКТУРА, И ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часа).

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	1	
Семестр	II	
Лекции	54	
Практические (семинарские) занятия	54	
Лабораторные занятия	72	
Консультации	2	
Итого аудиторных занятий	182	
Самостоятельная работа	101	
Курсовая работа	Не предусмотрена	
Форма контроля		
экзамен	5	
Зачет		
Общее количество часов	288	

## 1.2 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цель** дисциплины – ознакомить студентов с теоретическими и экспериментальными методами изучения молекулярных систем, их свойств, моделей и происходящих в них явлениях, подготовить студентов к изучению последующих разделов общей и теоретической физики.

**Задачи** дисциплины:

- формировать у студентов представления о методах изучения и особенностях молекулярных систем;
- обеспечить усвоение материала данного курса;
- создать базу для изучения последующих разделов общей и теоретической физики, в частности термодинамики и статистической физики;
- овладение студентами методами решения задач по дисциплине;
- рассмотреть основные методы экспериментального и теоретического исследования явлений молекулярной физики, их в современных технологиях;

- проанализировать основные принципы моделирования явлений, изучаемых в курсе, установить область применимости этих моделей, рассмотреть способы вычисления физических величин, характеризующих явления;
- сформировать у студентов умения видеть естественнонаучное содержание проблем возникающих в практической деятельности специалиста;
- подготовить творчески мыслящих студентов с развитым научным мышлением, обладающих необходимыми знаниями в области физики, способных использовать полученные теоретические знания при решении практических задач, проявляя при этом самостоятельность и инициативу, принимать решения, выбирая наиболее оптимальное из всех возможных.

### **1.3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА**

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла (БЗ.Б.1.2).

При изучении курса используются знания, полученные студентами при изучении математики и физики в средней школе, а также дисциплины «Механика» и курса математического анализа первого семестра 1 курса.

### **1.4 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- способность самостоятельно приобретать с помощью современных образовательных и информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых

областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-3);

- способность выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования (ОК-5);
- способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности (ОК-7);
- способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способность демонстрировать знания современной научной парадигмы в области физики и динамики ее развития, системы методологических принципов и методических приемов физического исследования (ПК-1);
- способность применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2)
- способность демонстрировать углубленные знания в области молекулярной физики и термодинамики (ПК-2);
- способность эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование (ПК-3);
- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки) (ПК-4);
- владение навыками квалифицированного анализа, комментирования, реферирования и обобщения результатов научных исследований, проведенных другими специалистами, с использованием современных методик и методологий, передового отечественного и зарубежного опыта (ПК-6);

- способностью разбираться в методах исследований в области молекулярной физики и термодинамики (ПК-3), (ПК-5), (ПК-6).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Иметь представление:**

- о границах применимости классических законов молекулярной физики;
- о принципах, лежащих в основе теорий молекулярной физики;
- о принципах использования явлений молекулярной физики в современных технологиях.

**Знать:**

- базовую терминологию, относящуюся к явлениям молекулярной физики, основные понятия, законы молекулярной физики и их математическое выражение;
- фундаментальные опыты, лежащие в основе учения о молекулярной физике;
- логику построения теорий молекулярной физики на основе фундаментальных опытов;
- основные методы исследования явлений молекулярной физики.

В ходе изучения курса у студентов следует формировать следующие **умения:**

- самостоятельно определять цели, задачи и методы исследования каждого из разделов курса, всего предмета в целом;
- обладать целостной системой знаний, формирующих у них физическую картину окружающего мира;
- на основе метода системного анализа проводить аналогию между различными физическими процессами, протекающими в природе;
- знать истоки современных научных гипотез и теорий, видеть их противоречивость по мере накопления их знаний в области физики;

- последовательно излагать изученный материал, двигаясь от рассмотрения более элементарных форм движения материи к более сложным;
- формулировать физические законы и теории с применением адекватного математического аппарата;
- количественно описывать свойства применяемых модельных схем;
- видеть проявление изучаемых физических законов как в живой, так и не живой природе, связь физики с другими науками;
- измерять с определенной точностью различные физические величины, иметь представления о прямых и косвенных измерениях, подсчитывать погрешности в том и другом случаях;
- проводить физический эксперимент, анализировать полученные данные.

Студенты должны овладеть следующими **навыками**:

- при работе в лабораторном практикуме строго соблюдать правила охраны труда и технику безопасности;
- самостоятельно добывать необходимые знания, работая с учебной и справочной литературой;
- владеть основными приемами выполнения эксперимента в практикуме;
- четко и последовательно формулировать и решать поставленные перед ними задачи, как теоретического, так и прикладного характера.

**Выписка из ФГОС-3 ВПО для дисциплины БЗ.Б.1.2 «Молекулярная физика»** (Рекомендовано Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки Российской Федерации для высших учебных заведений – URL: <http://foroff.phys.msu.ru/phys/programs/gp.htm#%D0%9C%D0%9E%D0%9B>).

### **БЗ.Б.1 Общая физика.**

#### **БЗ.Б.1.2 Молекулярная физика**

**1.1. Введение.** Предмет молекулярной физики. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества. Тепловое движение с точки зрения молекулярных представлений. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.

**1.2. Статистический подход к описанию молекулярных явлений.** Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.

**1.3. Идеальный газ.** Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биномиального распределения: распределения Пуассона и Гауса. Флуктуации плотности идеального газа. Малость относительных флуктуаций. Молекулярная теория давления идеального газа.

**1.4. Понятие температуры.** Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клайперона - Менделеева).

**1.5. Распределение молекул газа по скоростям.** Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.

**1.6. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.** Распределение



Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла - Больцмана и его экспериментальная проверка.

**1.7. Броуновское движение.** Столкновения молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.

**1.8. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.** Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.

**1.9. Первое начало термодинамики.** Теплоёмкость системы. Теплоёмкость идеального газа. Связь теплоёмкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория теплоёмкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоёмкости.

**1.10. Циклические процессы.** Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.

**1.11. Второе начало термодинамики.** Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры. Неравенство Клазиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клазиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.

**1.12. Понятие энтропии термодинамической системы.** Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.

**1.13. Реальные газы и жидкости.** Реальные газы. Изотермы Амага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда - Джонса. Эффект Джоуля - Томсона. Методы получения низких температур.

**1.14. Поверхностные явления в жидкостях.** Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью

жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.

**1.15. Твердые тела.** Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.

**1.16. Фазовые переходы первого и второго рода.** Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.

**1.17. Явления переноса.** Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона - Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа.

## **Б3.Б.2.      Общий физический практикум.**

## 1.5. СОДЕРЖАНИЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер недели	Номер лекции	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество о баллов		Литература
			л	пр	Содержание	Часы		min	max	
1	1	<b>Тема 1. Введение</b> Предмет молекулярной физики. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества. Тепловое движение с точки зрения молекулярных представлений. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.	2	2	Возникновение и развитие представлений о молекулярном строении вещества. Молекулярный и макроскопический уровни описания вещества. Невозможность детального микроскопического описания вещества. Молекулярный хаос и закон больших чисел.	3	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	5	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
	2	<b>Тема 2. Статистический подход к описанию молекулярных явлений.</b> Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.	2							
2	3	<b>Тема 3. Идеальный газ.</b> Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биномиального распределения: распределения Пуассона и Гауса. Флуктуации плотности идеального газа. Малость относительных флуктуаций. Молекулярная теория давления идеального газа.	2	2	Работы Штерна и Герлаха молекулярными пучками.	3	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	5	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
3	4	<b>Тема 4. Понятие температуры.</b> Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество	2		Наиболее вероятная, средняя абсолютная и средняя квадратичная скорости. Безразмерная	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л,	0	5	[1], [2], [3], [4]

		и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клайперона - Менделеева).			форма функции распределения Максвелла. Распределение по скоростям в произвольной системе. Эмпирические температурные шкалы. Термические уравнения состояния. Механическое и термическое равновесие подсистем. Газокинетическая шкала температур.		ПК			[6], [11]
	5	<b>Тема 5. Распределение молекул газа по скоростям.</b> Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа.	2	4						
4	6	Распределение молекул по компонентам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.	2	2	Фазовое пространство скоростей. Распределение по скоростям - плотность числа молекул и плотность вероятности. Нормировка. Вычисление средних. Распределение по скоростям как совместное распределение по компонентам вектора. Условие независимости частных распределений.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
5	7	<b>Тема 6. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.</b> Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла - Больцмана и его экспериментальная проверка.	2	4	Равновесность распределения Максвелла-Больцмана. Атмосферы планет. Неустойчивость планетных атмосфер.	5	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
	8	<b>Тема 7. Броуновское движение.</b> Столкновения молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.	2		Влияние температуры на эффективное сечение и среднюю длину свободного пробега - формула Сезерленда (без вывода). Экспериментальное изучение распределения свободных пробегов в молекулярных пучках.	4				

6	9	Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.		2			ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	5	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
7	10	<b>Тема 8. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.</b> Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия.	2		Внешние и внутренние переменные. Экстенсивные и интенсивные переменные. Работа и сопряженные пары переменных. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Работа изменения объема газа или жидкости. Типы взаимодействий (механическое, тепловое) и типы изоляции (полная, силовая, адиабатическая); жесткая диатермическая и адиабатическая оболочки. Общее начало термодинамики - постулат о существовании равновесного состояния изолированной системы. Полное и частичное равновесия. Динамический характер равновесия. Понятие времени релаксации.	5	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
	11	Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.	2	2						
8	12	<b>Тема 9. Первое начало термодинамики.</b> Теплоёмкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера.	2	4	Квантовомеханическая теория теплоемкости идеального газа. Понятие о дуализме корпускулярных и волновых свойств материи, квантовании энергии при ограниченном движении, допускаемых значениях энергии поступательного, вращательного и колебательного движений.	10	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	5	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
9	13	Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи.	2	2	Распределение молекул по уровням энергии гармонического осциллятора.		ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	5	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
	14	Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости.	2		Внутренняя энергия и теплоемкость системы гармонических осцилляторов (вывод формулы Планка -					

					Эйнштейна). Вращательный вклад в теплоемкость (качественно). Общая картина зависимости					
10	15	<b>Тема 10. Циклические процессы.</b> Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.	2	4	Обратимость от необратимости процессов. Обратимость равновесных (квазистатических) процессов. Необратимость релаксации. Неравновесные (нестатические) процессы и их необратимость. Анализ примеров необратимых процессов: изотермическое расширение (сжатие) при конечной разности температур системы и термостата; адиабатическое расширение (сжатие) с большой скоростью или при неполной изоляции; деформация при ступенчатом нагружении; расширение газа в пустоту; перезарядка конденсатора. Роль сил трения. Полезная работа при обратимом и необратимом процессах.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
11	16	<b>Тема 11. Второе начало термодинамики.</b> Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры.	2	4	Термодинамические потенциалы и тождества. Основное термодинамическое тождество - дифференциальная форма закона сохранения энергии для равновесных процессов. Внутренняя энергия как термодинамический потенциал. Преимущества записи свойств с помощью потенциала.	5		0	5	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
	17	Неравенство Клазиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клазиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.	2							
12	18	<b>Тема 12. Понятие энтропии термодинамической системы.</b> Закон возрастания	2	4	Процессы, идущие произвольно, и процессы, требующие компенсации.	5	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4]

		энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.			"Обесценивание энергии". Проблема "тепловой смерти Вселенной" и некорректность ее постановки; идеологическая борьба вокруг проблемы "тепловой смерти". Изменение энтропии при флуктуациях. Связь энтропии и информации. Понятие о проблеме микроскопической обратимости и макроскопической необратимости					[6], [11]
13	19	<b>Тема 13. Реальные газы и жидкости.</b> Реальные газы. Изотермы Амага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний.	2	2	Понятие о природе межмолекулярного взаимодействия: кулоновские силы, диполь-дипольное притяжение - ориентационное, индукционное и дисперсионное; силы отталкивания. Общая форма зависимости силы и потенциальной энергии взаимодействия от расстояния. Модельные потенциалы: твердых сфер, твердых сфер с притяжением, степенной закон отталкивания.	5	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
	20	Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда - Джонса. Эффект Джоуля - Томсона. Методы получения низких температур.	2							
14	21	<b>Тема 14. Поверхностные явления в жидкостях.</b> Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.	2	4	Метастабильные состояния в системе жидкость-пар. Давление насыщенных паров над искривленной поверхностью жидкости. Неустойчивость капель и пузырьков как зародышей конденсации и парообразования. Пересыщенный (переохлажденный) пар, перегретая жидкость, растянутая жидкость. Условия кипения. Камера Вильсона и пузырьковая камера.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4], [6], [11]
15	22	<b>Тема 15. Твердые тела.</b> Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-	2	2	.Источники информации о расположении атомов в кристалле. Физические типы кристаллических решеток: ионные, ковалентные,	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	7	[1], [2], [3], [4], [6], [11]

		поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия.			молекулярные, металлические кристаллы. Атомные частицы и молекулярные группы в кристаллах. Вычисление энергии и упругости кристалла (на примере кубической ионной решетки). Сравнение, с опытом, использование для определения параметров потенциала взаимодействия.					
	23	Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.	2							
16	24	<b>Тема 16. Фазовые переходы первого и второго рода.</b> Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.	2	2	Термодинамические функции идеального раствора. Смеси газов, жидкие и твердые растворы. Твердые растворы, замещения и внедрения. Идеальный твердый раствор: аддитивность энергий и объемов, энтропия смешения, термодинамический потенциал Гиббса. Распространение модели идеального раствора на жидкую фазу. Термодинамический потенциал смеси газов: смесь газов как идеальный раствор. Химические потенциалы компонентов идеального раствора. Понятие о химическом равновесии и законе действующих масс. Слабый раствор: идеальность по отношению к растворителю, квазиидеальность по отношению к растворенному веществу. 44. Равновесие жидкого раствора с другими фазами. Растворимость газов: закон Генри. Зависимость растворимости газов и твердых тел в жидкостях от температуры: связь с теплотой растворения. Парциальное давление паров над раствором: закон Рауля. Осмотическое давление: закон Вант-Гоффа. Связь между законами Вант-Гоффа и Рауля. .	9	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	6	[1], [2], [3], [4] [6], [11]



					Фазовые переходы в растворах. Зависимость температур кипения и замерзания раствора от концентрации. Эбулиоскопия и криоскопия. Охлаждающие смеси. Диаграммы плавкости. Эвтектика. Очистка кристаллов зонной плавкой.					
17	25	<b>Тема 17. Явления переноса.</b> Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Диффузия: закон Фика.	2	4	Явления переноса в ультраразреженном газе. Понятие ультраразреженного газа и области его применения. Бесстолкновительная передача тепла и импульса, эффективные коэффициенты переноса. Изотермическая и температурная эффузия. Радиометрический эффект. Объяснение механизма термодиффузии.	5	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, Л, ПК	0	5	[1], [2], [3], [4] [6], [11]
	26	Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона - Стокса.	2							
18	27	Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа.	2	4	Получение и измерение высокого вакуума. Механические насосы. Скорость откачки, кривая откачки и производительность идеального насоса. Паразитный объем и предельный вакуум. Многоступенчатый насос. Диффузионные насосы. Ловушки и адсорбенты. Скорость откачки через трубу при обычных давлениях и при высоком разряжении. Манометр Мак-Леода. Термопарный вакуумметр. Ионизационный вакуумметр.	4	ПК, УК, ИК, ФК, ГК, АСО, ПК	0	6	[[1], [2], [3], [4] [6], [11]
			54	54		83		0	100	

#### Формы контроля

Письменная (ПК), устная (УК), индивидуальная (ИК), фронтальная (ФК), групповая (ГК), аудиторное собеседование и опрос (АСО), допуск и защита лабораторных работ (Л), программированный контроль (ПК).

### **Примечания**

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

## **1.6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

*(в том числе занятия, проводимые в интерактивной форме)*

Лекции, лекции-беседы, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

С целью повышения качества подготовки, развития у студентов творческих способностей и актуализации творческого потенциала в процессе преподавания, наряду с традиционными дидактическими и учебными средствами, используются информационные образовательные и педагогические ресурсы Интернет, средства мультимедиа, технология текущего и рубежного тестирования, а также оригинальные технологии обучения, в том числе:

1. развитие дивергентного мышления студентов путем авторской методики составления вопросов к фразам, законам, явлениям;
2. применение активных методов формирования философских основ мировоззрения;
3. развитие креативного мышления студентов путем использования специальной методики анализа условия и решения задач;

4. использование расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей в учебном процессе;
5. обсуждение в форме диспута, дискуссий морально-этических и научных дилемм, возникавших в истории развития физики;
6. «мозговой штурм»;
7. изменение организационной структуры и методики проведения лабораторных работ;
8. использование авторских учебных пособий оригинальной структуры;
9. использование тестовых заданий креативного уровня.

Все лекции сопровождаются использованием интерактивной доски и мультимедийных технологий.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану:

- 2.1 – прочесть внимательно условие;
- 2.2 – записать в сокращенном виде условие задачи;
- 2.3 – сделать чертеж, если это необходимо;
- 2.4 – провести анализ задачи, вскрыть ее физический смысл;
- 2.5 – установить законы, могущие быть использованными при решении данной задачи;
- 2.6 – составить уравнения;
- 2.7 – решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ в общем виде;
- 2.8 – перевести количественные величины в стандартную систему единиц (СИ), найти численный результат.

На наш взгляд, решение задачи, пусть даже самое квалифицированное, т. е. ответ на вопрос в том виде, в

котором он непосредственно сформулирован в задаче, не может являться самоцелью студента. Как правило, большинство задач, используемых на практических занятиях, составлено таким образом, что, помимо основного, можно задать и другие, не менее интересные вопросы, ответы на которые существенно расширяют научный кругозор студентов. Кроме того, почти всегда имеется возможность некоторого видоизменения условия задачи в рамках изучаемой темы. Это позволяет, во-первых, глубже понять суть изучаемых явлений, во-вторых, вплотную подводит студентов к проблеме научного поиска. Таким образом, студенты не должны ограничиваться только решением задачи, а должны провести ее всесторонний анализ, причем как до, так и после решения.

При анализе условия задачи необходимо обратить внимание на характер объектов. Если они реальны, то для них нужно выбрать подходящие физические модели (материальная точка, пробный заряд и т.д.). Выделяя главное свойство объекта в данном явлении и пренебрегая второстепенными, создают модель реального объекта, которая является уже новым, идеализированным объектом. На данном этапе чрезвычайно важным является и выбор системы отчета.

После того, как получено решение, необходимо его проверить. Существует несколько методов проверки:

- 1) Анализ методом размерности. Размерности левой и правой частей ответа должны быть одинаковы. Кроме того, если в формулу ответа входят

тригонометрические, логарифмические, показательные функции, то под знаком этих функций должны быть безразмерные величины.

- 2) Анализ методом симметрии, заключающийся в том, что если объекты или физические явления в задаче удовлетворяют требованиям симметрии, то и ответ должен удовлетворять тем же требованиям.

В большинстве задач решение можно расчленить на целый ряд частных случаев. Как правило, общее решение задачи не поддается непосредственной умозрительной интерпретации. Для того, чтобы это решение стало более очевидным, необходимо попытаться представить его, пусть хотя бы и приблизительно, в виде совокупности некоторых частных решений. Поэтому важным этапом анализа задачи является нахождение частных случаев.

Почти во всех задачах выносимый для ответа вопрос не является единственным вопросом, который может быть задан исходя из условия задачи. Дополнительные вопросы, которые могут формулировать студенты, способствуют творческому мышлению, способности одновременно ставить и решать проблемы. Кроме того, подобные вопросы могут направлять студентов в русло их индивидуальных научных интересов.

Самостоятельность студентов в решении задач на практических занятиях должна простирается, на наш взгляд, вплоть до видоизменения, разумеется, квалифицированного, условия задачи. Это должно позволить им гораздо глубже проникнуть в суть явления. При таком

подходе обнаруживается не «застывший», раз и навсегда данный, характер задачи, а ее динамический, «живой», приближенный к реальности смысл. Имеется при этом и возможность проследить, насколько существенно решение задачи в том или ином случае зависит от исходных посылок.

Важным этапом анализа задачи является ее обобщение. На данном этапе акцент надо делать не на вопрос задачи, а на то, о каких явлениях идет речь, каковы объекты задачи в наиболее общем виде, и как они могут вести себя в других случаях. Обобщенное решение может отчетливо выявить нетривиальный набор тех физических законов, принципов и определений, с помощью которых могут быть описаны рассматриваемые в задаче явления. Оно также весьма эффективно способствует закреплению теоретического материала.

Результаты любой физической задачи могут быть применены на практике. Возможность практического использования должна стимулировать студентов к неформализованному решению задачи. Помимо этого, пробуждается живой интерес к самому предмету, способствующий развитию чрезвычайно важных для физиков прикладных способностей.

Таким образом, вкратце, анализ задачи включает в себя:

- 1) идеализацию условия;
- 2) проверку решения;
- 3) нахождение частных случаев;
- 4) формулирование дополнительных вопросов к задаче;

- 5) видоизменение условия задачи;
- 6) обобщение задачи;
- 7) практическое применение задачи.

В центре современных дидактических концепций, ориентированных на развитие способности действовать, стоит формирование способности к приобретению знаний, что, в свою очередь, предполагает умение спрашивать. Любое познание начинается с вопроса, решение вопроса - это путь к знанию. Еще И. Кант среди методов развития человеческих способностей выделял искусство задавать вопросы и находить на них правильные ответы: «Умение ставить разумные вопросы есть уже важный и необходимый признак ума или проницательности». Классик герменевтики XX века Х.-Г. Гадамер отмечал: «искусство вопрошания и есть, собственно, искусство мышления». Умение человека задавать правильные вопросы является одним из базовых умений, как для учения, так и для его будущей профессиональной деятельности. При этом «понимание вопроса часто важнее, чем знание ответа».

Однако анализ психолого-педагогической литературы и собственный опыт работы позволяют сделать вывод о том, что студенты в основной своей массе не умеют квалифицированно задавать вопросы, выделять главное в изучаемом материале, не видят проблем, не умеют ставить цели и задачи деятельности и планировать работу по их решению. Предлагаемый метод составления вопросов к законам физики, к фразам и явлениям, по нашему мнению, способствует преодолению этих недостатков и развитию навыков исследовательской работы. При этом у студентов повышается гибкость и подвижность мышления, снижается стереотипность способов мышления.

## **ОБЩИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

### **Методические указания по подготовке к лабораторным работам**

Переход российской системы образования к ГОС ВПО третьего поколения означает перестройку образовательной политики и практики

работы учебных заведений профессионального образования в соответствии с компетентностным и студентоцентрированными подходами. Компетентностный подход означает создание условий для овладения комплексом компетенций, означающих потенциал, способность выпускника к выживанию и устойчивой жизнедеятельности в условиях современного многофакторного пространства. Такой подход выдвигает на первое место не информированность студента, а умение решать проблемы, возникающие в познании и объяснении явлений действительности, и предполагает необходимость: развития способности решать задачи на основе знаний, опыта, мотивации и ценностных ориентаций, умения самостоятельно добывать необходимые знания; формирования навыков самостоятельной постановки целей деятельности и планирования способов их достижения, что подразумевает развитие творческой самостоятельности и познавательной активности студентов. Физический практикум может служить одним из средств формирования у студентов общепрофессиональных, специальных и гуманитарно-ориентированных компетенций, способствуя развитию навыков комплексного подхода к изучению физических процессов и явлений и формированию целостного и научного представления о процессах и явлениях, происходящих в мире природы и общества.

Подготовка студента к выполнению лабораторной работы начинается с самостоятельного выполнения «**базис-конспекта**», который включает в себя:

1. Краткое описание цели работы, возможных способов достижения этой цели и оценку выбранного способа.
2. Описание физической сущности метода, лежащего в основе выполненного в лабораторной работе исследования.
3. Перечень измерительных приборов, необходимых для выполнения лабораторной работы, с указанием типа и пределов измерения приборов (составляется по условию и требованию экспериментальной



задачи); правила техники безопасности при работе с выбранными приборами.

4. Очень краткие ответы на вопросы по теоретическому материалу, в обязательном порядке содержащие определения изучаемых в работе физических величин с указанием единиц измерения.
5. Указание областей науки, техники, окружающей действительности, в которых встречаются и применяются изучаемые в работе явления, краткий анализ их теоретического и практического значения с указанием важных в выбранной студентом профессии аспектов.
6. Описание математических методов обработки полученных в работе результатов, перечень таблиц (с указанием измеряемых и рассчитываемых по результатам измерений величин), графиков, расчетных формул.
7. Прогноз ожидаемых результатов, составленный на основе теоретического обоснования работы.

После выполнения лабораторной работы составляется письменный отчет в соответствии с приведенным ниже эвристическим предписанием.

### **Оформление отчета по лабораторной работе**

1. Оформление результатов лабораторной работы начинается с записи даты проведения эксперимента и его названия.
2. Далее следует конкретизировать цель эксперимента.
3. Необходимо привести перечень использованных приборов и принадлежностей с указанием марок и технических характеристик (типа приборов, класса точности, пределов измерений и т. д.).
4. Перед тем, как приступить к опыту, необходимо подготовить таблицу для записи результатов измерений и вычислений.
5. Численные величины с точным указанием единиц измерения после их нахождения должны быть занесены в заранее подготовленную таблицу. Без единиц измерения результат бесцелен.

6. В записях, насколько это возможно, должны использоваться схемы установок, схематические рисунки приборов и установок в действии.
7. Где это целесообразно, результаты должны быть представлены в виде графиков. Ценность графического изображения состоит в том, что он уменьшает возможность появления грубой ошибки и позволяет лучше осмыслить физическую сущность полученных результатов в целом.
8. Необходимо привести в отчете пример расчета измеряемой величины, программы и результаты расчета погрешностей измерений.
9. Записи, вычисления, графики, таблицы, схемы должны выполняться так, чтобы другим было понятно, с какой целью это было сделано, как сделано и что из этого получилось.
10. Конечный результат с рассчитанной погрешностью необходимо проанализировать: правдоподобен ли он? Не противоречит ли он физическому смыслу? Правильны ли единицы измерения конечного результата? Нельзя ли конечный результат сравнить с какими-либо константами, справочными данными?
11. Последним пунктом отчета являются выводы. Выводы по работе должны содержать то новое, что студенты узнали во время выполнения работы; сопоставление теоретических предсказаний и экспериментальных результатов; анализ факторов, влияющих на расхождение между теоретическими и экспериментальными данными; критические замечания и предложения по методике работы, соображения по обоснованности применяемых методов и достоверности результатов.

При подготовке и выполнении лабораторных работ рекомендуем использовать приведенные ниже эвристические предписания общего и частного характера.

### **I. Как правильно наблюдать и описывать наблюдаемые явления, процессы**

1. Осмыслите цель наблюдения, а для этого поставьте перед собой вопрос: для чего проводится наблюдение?
2. Уточните предмет наблюдения. В связи с этим поставьте перед собой вопрос: что будете наблюдать?
3. Наблюдение осуществляйте по заранее разработанному плану. Для этого представьте его мысленно или запишите предварительно в тетради.
4. До начала наблюдения определите, когда будете осуществлять фиксацию наблюдаемых явлений: в процессе наблюдения или сразу же после его окончания.
5. Выберите способ наблюдения; наблюдать можно прямым способом, т. е. визуально, или косвенным способом, т. е. при помощи приборов (фотоаппарата, магнитофона и т. д.).
6. Наблюдение, как и эксперимент, необходимо проводить несколько раз; это повышает его объективность.
7. При описании явлений, процессов обращайтесь внимание не только на то, как они протекали во времени, но и при каких условиях.
8. Помните, что цель описания — указать наиболее точно и полно признаки наблюдаемых явлений, предметов.
9. При описании результатов наблюдений обратите внимание на то, что существенно нового было обнаружено и что общего, сходного с ранее известным.
10. Описание наблюдаемых явлений, процессов может быть выражено в словесной форме, представлено аналитически — в виде формул и уравнений, графически — в виде рисунков, схем и т. д.

## **II. Как составлять план проведения эксперимента**

1. Уточните и конкретизируйте конечную цель проведения эксперимента. Для этого еще раз осмыслите условие и требование задания. Поставьте перед собой вопросы: что дано? Что нужно экспериментально

проверить, получить? Каковы возможные условия выполнения эксперимента?

2. Вычлените промежуточные цели проведения эксперимента. Для этого мысленно разбейте задачу на подзадачи.
3. Мысленно представьте все возможные варианты проведения эксперимента.
4. Выберите из всех возможных вариантов проведения эксперимента наиболее рациональные с точки зрения возможности получить наиболее точный результат при использовании минимума приборов и материалов, с точки зрения минимальной затраты времени.
5. Запись плана эксперимента должна быть по возможности краткой, отражающей лишь основные его этапы.
6. Предусмотрите, какие таблицы, рисунки, схемы вам необходимо будет выполнить в процессе эксперимента.
7. Продумайте, когда и что вам придется измерить в процессе эксперимента, а что можно вычислить после его выполнения.
8. Продумайте и предусмотрите в плане, какие приемы и средства могут быть вами использованы.
9. После составления плана проанализируйте его еще раз. Для этого представьте себе мысленно работу от начала до конца; от конца к началу.
10. Помните, что хорошо составленный план должен обладать и определенной гибкостью, т. е. возможностью определенной перестройки ваших действий в случае возникновения затруднения.

### **III. Как подобрать приборы и материалы, необходимые для эксперимента**

1. Вначале, насколько это возможно, определите по условию и требованию экспериментальной задачи, какие приборы и материалы потребуются. Составьте их предварительный перечень.

2. Затем уточните этот перечень, проанализируйте схему установки и условия ее работы; уточните все этапы выполнения плана предстоящего эксперимента, все то, что предстоит наблюдать и измерять.
3. Для того, чтобы окончательно установить правильность выбранного прибора, необходимо с целями и условиями эксперимента соотнести: название прибора; назначение прибора; принцип действия прибора; предел измерения прибора; цену деления шкалы прибора; правила пользования прибором; условия эксплуатации прибора; правила техники безопасности при работе с прибором.
4. Для того, чтобы окончательно установить правильность выбранного материала, необходимо соотнести с целями и условиями эксперимента: название материала; назначение материала; основные физические и химические свойства материала; допустимые пределы изменения основных свойств материала; условия, в которых данным материал может быть использован; правила техники безопасности при работе с материалом.

#### **IV. Как собрать установку, схему для проведения эксперимента**

1. Приборы следует располагать так, чтобы ни один из них не перекрывал видимость и доступ к другому.
2. При расстановке приборов предусмотрите, чтобы одни приборы не влияли на работу других.
3. Учтите, что не все приборы могут быть установлены горизонтально, для некоторых рабочим состоянием является вертикальное положение.
4. Прежде чем приступить к сборке установки, схемы, проанализируйте и представьте ее мысленно в эксперименте, уточните, что необходимо наблюдать и измерять.

5. Шкала приборов и те участки установки, где вы проводите наблюдения за соответствующими физическими явлениями, должны находиться в поле лучшей видимости.
6. Используйте, где это возможно, вспомогательные приспособления: подставки, зажимы, прокладки, пинцеты, стрелки-указатели, фиксаторы и т. д.
7. После того, как приборы размещены, проверьте по возможности действие каждого прибора в отдельности.
8. После этого следует произвести настройку установки и проверить ее работу в целом
9. Все операции по сборке и использованию установки в работе должны проводиться в строгом соответствии с правилами техники безопасности.

#### **V. Как пользоваться измерительными приборами в процессе эксперимента**

1. Прежде чем использовать прибор в процессе эксперимента, познакомьтесь с его описанием, назначением и паспортными данными и по условным обозначениям на шкале определите систему прибора и его характеристики.
2. Непосредственно перед использованием прибора сравните допустимый предел измерения с максимально возможными значениями измеряемой величины.
3. Уточните цену деления шкалы прибора и убедитесь, что она соответствует точности измерения в проводимом измерении. Чтобы определить цену деления шкалы прибора, необходимо взять разность между двумя значениями шкалы и разделить ее на число делений, содержащихся между этими значениями.
4. Определите класс точности прибора и вычислите наибольшую погрешность, допускаемую прибором.

5. Расположите и установите прибор, учитывая особенности его конструкции и назначения, непосредственно перед его использованием в эксперименте.
6. При отсчете показаний прибора глаз располагайте против наблюдаемого деления, а луч зрения наблюдателя должен быть перпендикулярен плоскости шкалы прибора.
7. При записи результатов измерения сразу же запишите единицы измерения.
8. Проведите измерение одной и той же величины по возможности несколько раз.

#### **VI. На что следует обращать внимание при построении и чтении графиков**

1. Связь каких величин представляется на графике?
2. В каких единицах измерения указаны значения физических величин?
3. В каких пределах изменяются аргумент и функция?
4. Какой масштаб применен на осях координат?
5. Необходимо учитывать разброс экспериментальных точек, являющихся результатом приближенного характера данных, полученных в ходе измерения физических величин.
6. Каков характер функциональной зависимости, представленной графически?
7. Какие специфические особенности рассматриваемой функциональной зависимости вы можете отметить?
8. Можно ли подобрать аналитическое выражение, описывающее полученную функциональную зависимость?
9. Каков физический смысл как отдельных участков, так и всего графика в целом?

В условиях дистанционного обучения проводятся:

**Онлайн-семинар** – разновидность веб-конференции, проведение

онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.)

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

**Видео-лекция** – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

**Технология электронного обучения** (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

N	Тема	Вид занятия	Кол -во час.	Активные формы	Интерактивные формы
1	Идеальный газ.	практ	8	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Обучение составлению доклада/сообщения по теме исследования. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Дискуссия, обсуждение, столкновение различных точек зрения, позиций. Использование специальной методики анализа условия и решения задач. Дискуссия по презентациям, подготовленным студентами.
2	Понятие температуры.	практ	2	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализации расширенной концепции



				решения задач.	историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация проектов студентам
3	Распределение молекул газа по скоростям	практ	8	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализации расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация проектов студентам
4	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.	практ	6	Составление вопросов к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализации расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация проектов студентам
5	Законы термодинамики	практ	12	Использование специальной методики анализа условия и решения задач. Составление студентами проектов по перспективам использования изучаемых явлений. Применение активных методов формирования философских основ мировоззрения.	Групповая дискуссия, диспут, обсуждение морально-этических и научных дилемм, возникавших в истории развития физики. Презентация проектов студентами.
6	Реальные газы	практ	4	Составление вопросов	Групповая дискуссия,

				к фразам, законам, явлениям. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	диспут, обсуждение морально-этических и научных дилемм, возникавших в истории развития физики.
7	Поверхностные явления в жидкостях	практ	8	Составление студентами проектов по перспективам использования изучаемых явлений.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализации расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Презентация проектов студентам
8	Явления переноса	практ	6	Составление командных проектов студентами. Использование специальной методики анализа условия и решения задач.	Использование интерактивных мультимедийных технологий с целью реализации расширенной концепции историзма и концепции интегративно-корреляционных связей. Дискуссия по презентациям на интерактивной доске, подготовленным студентами.
	Итого:		54		

### 1.6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического материала и выполнения практических заданий для подготовки к семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовки к экзамену.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной повседневной работы.

**Общие рекомендации.** Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

**Работа с конспектом лекций, учебными пособиями и методическими указаниями по дисциплине.** Необходимо просмотреть конспект (пособие, методические указания, демонстрационный материал и т.д.) сразу после занятий, отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы,

используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, нужно сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на семинарском занятии или ближайшей лекции. Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и с использованием средства программированного контроля и самоконтроля знаний студентов с помощью технических средств и учебных пособий.

**Самостоятельная работа** при прохождении дисциплины должна занимать важное место в учебной деятельности студентов. Она должна быть осознана студентами как свободная по выбору, внутренне мотивированная деятельность. Наличие самостоятельной работы студентов является одним из важнейших средств формирования способностей самостоятельно добывать, перерабатывать и практически применять знания. В результате происходит ограничение объясняющей функции преподавателя, переход от описательного объяснения к доказательному, формирование творческого мышления. Самостоятельная работа предполагает осознание цели своей деятельности, принятие учебной задачи, придание ей личного смысла, самоорганизацию в распределении учебных действий во времени, самоконтроль в их выполнении и др.

Самостоятельная работа студентов (СРС) при прохождении дисциплины имеет целью превратить студентов из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Самостоятельная работа студентов (СРС) является не просто важной формой образовательного процесса, а должна стать его основой.

В организации самостоятельной работы студентов должны сочетаться два основных направления:

- 1) самостоятельная работа в процессе семинарских и лабораторных занятий, опирающаяся на использование методик и форм организации лекций, способных обеспечить высокий уровень самостоятельности студентов и улучшение качества подготовки;
- 2) самостоятельная работа во внеаудиторное время, основная цель которой – научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, сформировать у студента собственное мнение при решении поставленных проблемных вопросов и задач.

Для самостоятельной работы студентам предлагается изданный в виде учебных пособий и методических указаний материал по всем разделам дисциплины. В учебных пособиях и методических указаниях излагаются используемые понятия, упражнения, задачи и вопросы для самоконтроля.

В процессе самостоятельной работы студентам рекомендуется активно работать с имеющимися в библиотеке учебниками и учебными пособиями, как бумажными, так и электронными.

### **Методические рекомендации по организации СРС.**

Поскольку основная задача дисциплины «Электричество и магнетизм», как и любой другой дисциплины, заключается в формировании специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности, необходимо перевести студента из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Самостоятельная работа студентов (СРС) должна стать основой образовательного процесса.

Главное в стратегической линии организации самостоятельной работы студентов при прохождении дисциплины заключается не в оптимизации ее отдельных видов, а в создании условий высокой активности,

самостоятельности и ответственности студентов в аудитории и вне ее в ходе всех видов учебной деятельности.

В общем случае возможны два основных направления построения учебного процесса на основе самостоятельной работы студентов. Первый – это увеличение роли самостоятельной работы в ходе семинарских и лабораторных занятий. Второй – повышение активности студентов по всем направлениям самостоятельной работы во внеаудиторное время. Решающая роль в организации СРС принадлежит преподавателю, который должен работать не со студентом «вообще», а с конкретной личностью, с ее сильными и слабыми сторонами, индивидуальными способностями и наклонностями.

Чтобы развить положительное отношение студентов к внеаудиторной СРС, следует на каждом ее этапе разъяснять цели работы, контролировать понимание этих целей студентами, постепенно формируя у них умение самостоятельной постановки задачи и выбора цели.

По материалам раздела целесообразно выдавать студентам домашнее задание и на собеседованиях по разделу подвести итоги его выполнения, выдать дополнительные задания тем студентам, которые хотят повысить оценку. Результаты выполнения этих заданий повышают оценку уже в конце семестра, на зачетной неделе.

Разработка комплекса методического обеспечения учебного процесса по дисциплине является важнейшим условием эффективности самостоятельной работы студентов. К такому комплексу относятся тексты лекций, учебные и методические пособия, банки заданий и задач, информационные базы дисциплины и другое. Это позволяет организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. При прохождении дисциплины используются следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале прохождения дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекционных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- рубежные письменные контрольные работы;
- итоговый контроль по дисциплине в виде экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

### **Методические рекомендации по написанию рефератов**

Реферат — письменная работа по определенной научной проблеме, краткое изложение содержания научного труда или научной проблемы. Он является действенной формой самостоятельного исследования научных проблем на основе изучения текстов, специальной литературы, а также на основе личных наблюдений, исследований и практического опыта. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения избранной проблемы и способствует приобщению студентов к научной деятельности.

Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.
2. Планирование исследования. Включает составление календарного плана научного исследования и плана предполагаемого реферата. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала,

поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы; сообщение о предварительных результатах исследования; литературное оформление исследовательской проблемы; обсуждение работы (на семинаре и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подбранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Для разработки реферата достаточно изучение 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4.Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил: Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику; Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод); Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая



свою позицию, пропагандируя полученные результаты; Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman , размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная с третьей страницы. Номер проставляется арабскими цифрами вверху каждой страницы справа.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

#### **Методические рекомендации по использованию информационно-коммуникативных технологий обучения**

Для изучения лекционного материала дисциплины применяются аудиовизуальные (мультимедийные) технологии, которые не отрицают традиционные, проверенные временем методы преподавания, но, при этом,

они повышают наглядность, информативность, оперативность в подаче информации, позволяют экономить время занятий.

Каждое семинарское занятие имеет свою особую форму проведения, свою методологическую специфику, что позволяет развивать у студентов различные как общекультурные, так и профессиональные компетенции. Постановка проблемы, разбор актуальных конкретных и гипотетических ситуаций, создание атмосферы диалога между преподавателем и группой позволяет работать индивидуально и в малых группах, коллективно обсуждать определенный тематический материал, а также инициировать самостоятельную работу студентов. При осмыслении содержания вопросов практических занятий преследуется цель соблюдать преемственность в профессиональном и в творческом развитии студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов призван сделать процесс обучения более целостным и органичным. Его задача не оставить без внимания даже, на первый взгляд, малозначительные вопросы.

Компьютерное тестирование позволяет осуществлять итоговый контроль знаний студентов. Тестовый материал включает в себя содержание вопросов по каждому из обозначенных программой разделов.

Каждый вопрос предполагает несколько вариантов ответов, среди которых имеются абсолютно неверный, правильный и в большей или меньшей степени раскрывающий сущность вопроса. В процессе компьютерного тестирования задача студентов определяется как выбор правильного ответа из многообразия вариантов. В тестовых заданиях есть вопросы на соответствие. В процессе компьютерного тестирования, задача студента определяется как выбор правильного ответа из многообразия вариантов.

Вопросы и темы, отводимые на выполнение самостоятельной работы по дисциплине, а также критерии оценивания по каждому виду работы содержатся в разделе 8 РПД.

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных, практических и лабораторных занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных докладов, написанию рефератов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

### **Виды контроля.**

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

**Текущий контроль** – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают *опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания*, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

### **Индивидуальная работа преподавателя со студентом**

Содержание работы	
-------------------	--

Студент самостоятельно прорабатывает пропущенный материал по учебнику или учебному пособию, если пропущено практическое занятие. Отвечает на вопросы по теме. Преподаватель разъясняет то, что оказалось трудным	ПГ, И, Э, Д, ПБ
Помощь студентам в овладении трудными темами курса по их просьбе;	ПГ, И, Э, Д, ПБ
Помощь студентам в работе над рефератами и презентациями по заданным темам.	ПГ, И, Э, Д, ПБ

### Темы и критерии оценивания самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### Примерная тематика рефератов и презентаций

1. Опытное обоснование основных положений МКТ.
2. Основы физики атмосферы
3. Температура и методы измерения.
4. Типы взаимодействия молекул.
5. Симметрия молекул и кристаллов.
6. Абсолютная система измерения физических величин.
7. Агрегатные состояние вещества.
8. Аккумулирование тепла.
9. Жидкостные тепловые аккумуляторы.
10. Аккумуляторы тепла, основанные на фазовых переходах.
11. Большое каноническое распределение Гиббса.
12. Термодинамическая интерпретация распределений Гиббса.
13. Будущее синергетики.
14. Синергетическая парадигма.
15. Вечные двигатели.
16. Капиллярные явления в природе.
17. Явления вязкости в природе.
18. Применение законов термодинамики.
19. Энтропия как стрела времени.

20. Применение явления поверхностного натяжения.

21. Ветер с точки зрения молекулярной физики.

22. Явление диффузии в природе.

23. Явление теплообмена в природе.

24. Термодинамика живых организмов.

25. История развития термодинамики..

**Оценочный лист защиты рефератов (докладов) и презентаций**

<b>Наименование показателя</b>	<b>Выявленные недостатки и замечания</b>	<b>Баллы</b>
<b>1. КАЧЕСТВО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ</b>		
1. Грамотность изложения и качество оформления работы		0,5
2. Самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала, использование рекомендованной и справочной литературы		0,5
3. Обоснованность и доказательность выводов		1
<b>Общая оценка за выполнение ИР</b>		<b>2</b>

<b>II. КАЧЕСТВО ДОКЛАДА</b>		
1.Соответствие содержания доклада содержанию работы		0,5
2.Выделение основной мысли работы		0,5
3.Качество изложения материала		0,5
Общая оценка за доклад		1,5
<b>III. ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАБОТЫ</b>		
Вопрос 1		0,5
Вопрос 2		0,5
Вопрос 3		0,5
Общая оценка за ответы на вопросы		1,5
<b>ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА ЗА ЗАЩИТУ</b>		<b>5</b>

**Критерии оценивания студента за подготовку презентации**

<b>КК рит ери и/ бал лы</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2 (требуется доработки)</b>	<b>1</b>

Содержание презентации	<p>Четко сформулирована цель и раскрыта тема исследования. В краткой форме дана полная информация по теме исследования и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.</p>	<p>Сформулирована цель и тема исследования. Частично изложена информация по теме исследования и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.</p>	<p>Сформулирована цель и тема исследования. Содержание полностью не раскрыто. Информация по теме исследования неточна. Проблема до конца не решена. Не даны ссылки на используемые ресурсы.</p>	<p>Не сформулирована цель и тема исследования. Проблема не решена.</p>
Дизайн презентации	<p>Соблюдается единый стиль оформления. Презентация красочная и интересная. Используются эффекты анимации, фон, фотографии. В презентации присутствуют авторские находки.</p>	<p>Соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Используются некоторые эффекты и фон.</p>	<p>Не соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Эффекты и фон не используется.</p>	<p>Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании.</p>

Представление презентации	Автор хорошо владеет материалом по теме исследования. Использует научную терминологию. Обладает навыками ораторского искусства. Полно и точно цитируется использованная литература	Автор владеет материалом по теме исследования, но не смог заинтересовать аудиторию. Недостаточно цитируется литература.	Автор не показал компетентности в представлении презентации. Использованные факты не вызывают доверия. Недостаточно цитируется литература.	Представлены искаженные данные

**Промежуточный контроль** - итоговая оценка знаний студента, осуществляется по накопительной системе суммированием баллов, полученных в процессе текущего и рубежного контроля.

**Форма** промежуточного контроля – экзамен.

Проведение текущего и промежуточного контроля по дисциплине осуществляется в соответствии с Положением СОГУ.<sup>1</sup>

### БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ

Форма контроля	Макс. кол-во баллов
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	10
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	10
1-я рубежная письменная контрольная работа	25
Текущая оценка студента в течение 10-15 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	10

<sup>1</sup> Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры и специалитета в СОГУ.(в последней редакции от 08.07.20 г. Пр.№ 173)



• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	10
2-я рубежная письменная контрольная работа	25
<b>Итого</b>	<b>100</b>

### Методика формирования результирующей оценки.

В ходе текущего контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

**1-я рубежная аттестация - максимально 50 баллов; из них:**

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или указывается используемая при изучении данной дисциплины форма (письменная работа, коллоквиум, эссе и т.д.);

От 0 до 25 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

**2-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов; из них:**

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

Промежуточный контроль:

**Для экзамена:**

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов автоматически получают «Экзамен».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

### Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

Система оценок СОГУ		
Сумма баллов	Название	Числовой эквивалент
86 - 100	отлично	5
71-85	хорошо	4
56-70	удовлетворительн	3

Аналогично для зачета.

---

### Оценивание ответа студента на экзамене (зачете)

<i>Характеристика ответа</i>	<i>баллы</i>
------------------------------	--------------

<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.</p>	56-60
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p>	51-55
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.</p>	46-50
<p>Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.</p>	41-45
<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность</p>	36-40

изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	31-35
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	1-30
Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0

Результирующая оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов.

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА».**

1. Термодинамические и статистические методы в изучении макроскопических систем.
2. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества.
3. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул.
4. Число Авогадро.
5. Особенности межмолекулярного взаимодействия.
6. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.
7. Идеальный газ и его параметры.
8. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Давление.
9. Броуновское движение. Опыт Перрена.
10. Расчет движения броуновской частицы.
11. Вращательное броуновское движение.
12. Статистические распределения.
13. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
14. Распределение Максвелла.
15. Распределение Максвелла для относительных (приведённых) скоростей.
16. Средние скорости молекул.
17. Первое начало термодинамики. Работа. Теплота. Внутренняя энергия.
18. Внутренняя энергия. Внутренняя энергия как функция состояния.
19. Молярная теплоемкость. Уравнение Майера.
20. Применение первого начала термодинамики к описанию изопроцессов в идеальном газе.
21. Современная классификация вечных двигателей.
22. **Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона.**

23. Политропический процесс
24. Второе начало термодинамики.
25. Циклы. Цикл Карно.
26. Холодильная машина.
27. Энтропия. Физический смысл энтропии. Статистическая интерпретация энтропии.
28. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста.
29. Свободная энергия.
30. Энтальпия. Термодинамическая функция Гиббса.
31. Термодинамические потенциалы и условия равновесия.
32. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
33. Основные характеристики молекулярного движения.
34. Поперечное сечение столкновений.
35. Среднее число столкновений и среднее время свободного пробега молекул.
36. Средняя длина свободного пробега молекул. Понятие физического вакуума.
37. Диффузия. Основной закон диффузии - закон Фика.
38. Стационарная диффузия. Нестационарная диффузия. Термическая диффузия.
39. Стационарная диффузия. Вычисление коэффициента диффузии.
40. Теплопроводность газов. Закон Фурье
41. Стационарная теплопроводность. Вычисление коэффициента теплопроводности.
42. Вязкость газов (внутреннее трение).
43. Вычисление коэффициента вязкости газов
44. Явления переноса. Соотношения между коэффициентами переноса.

45. Отклонение свойств газов от идеальности.
46. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
47. Изотермы Ван-дер-Ваальса.
48. Критическое состояние вещества.
49. Эффект Джоуля-Томсона.
50. Сжижение газов.
51. Объемные свойства жидкостей.
52. Поверхностное натяжение жидкости. Давление Лапласа.
53. Капиллярные явления
54. Растворы. Основные количественные характеристики растворов.
55. Растворы. Закон Рауля.
56. Растворы. Закон Генри.
57. Осмос. Осмотическое давление.
58. Твёрдые тела. Кристаллические и аморфные тела.
59. Классификация кристаллов по типу связей.
60. Дефекты в кристаллах.
61. Тепловые свойства кристаллов.

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

<b>Уровень сформированности компетенций</b>			
<b>«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)</b>	<b>«Минимальный уровень» (56 - 70 баллов)</b>	<b>«Средний уровень» (71 - 85 баллов)</b>	<b>«Высокий уровень» (86 - 100 баллов)</b>
Компетенции не сформированы.	Компетенции сформированы.	Компетенции сформированы.	Компетенции сформированы.
	Сформированы базовые	Знания	Знания

Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	структуры знаний.  Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер.  Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	обширные, системные.  Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий.  Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	твердые, аргументированные, всесторонние.  Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий.  Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
<b>Описание критериев оценивания</b>			
Обучающийся демонстрирует:  - существенные пробелы в знаниях учебного материала;  - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные	Обучающийся демонстрирует:  - знания теоретического материала;  - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе,	Обучающийся демонстрирует:  - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;	Обучающийся демонстрирует:  - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;  - полное понимание

<p>вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</p> <p>- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;</p> <p>- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;</p> <p>- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.</p>	<p>недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</p> <p>- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;</p> <p>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;</p> <p>- умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.</p>	<p>- твердые знания теоретического материала.</p> <p>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</p> <p>- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;</p> <p>- умение решать практически задания, которые следует выполнить;</p> <p>- владение основной</p>	<p>сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;</p> <p>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;</p> <p>- логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора;</p> <p>- умение</p>
--	--	--	--



		<p>литературой , рекомендова нной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованно й позиции по обсуждаемым вопросам.</p> <p>Возможны незначитель ные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов билета, присутствует неувереннос ть в ответах на</p>	<p>решать практические задания; - свободное использовани е в ответах на вопросы материалов рекомендован ной основной и дополнительн ой литературы.</p>
<b>Оценка «неудовлетвори тельно» /незачтено</b>	<b>Оценка «удовлетворит ельно» / «зачтено»</b>	<b>Оценка «хорошо» / «зачтено»</b>	<b>Оценка «отлично» / «зачтено»</b>

#### Оценивание ответа студента на экзамене

<i>Характеристика ответа</i>	<i>баллы</i>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении	46-50

<p>выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.</p>	
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p>	41-45
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.</p>	36-40
<p>Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.</p>	31-35
<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p>	26-30
<p>Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их</p>	21-25

существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	1-20
Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

<b>Уровень сформированности компетенций</b>			
<b>«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)</b>  Компетенции не сформированы.  Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	<b>«Минимальный уровень» (56 - 70 баллов)</b>  Компетенции сформированы.  Сформированы базовые структуры знаний.  Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер.  Демонстрируется низкий уровень	<b>«Средний уровень» (71 - 85 баллов)</b>  Компетенции сформированы.  Знания обширные, системные.  Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий.  Демонстрируется	<b>«Высокий уровень» (86 - 100 баллов)</b>  Компетенции сформированы.  Знания твердые, аргументированные, всесторонние.  Умения успешно применяются

	самостоятельно сти практического навыка .	достаточный уровень самостоятельн ости устойчивого практического навыка .	я к решению как типовых, так и нестандарт ных творческих заданий .  Демонстрир уется высокий уровень самостояте льности, высокая адаптивнос ть практическ ого навыка
<b>Описание критериев оценивания</b>			
Обучающийся демонстрируе т:  - существенные пробелы в знаниях учебного материала;  - допускаются принципиальн ые ошибки при ответе на основные	Обучающийся демонстрирует:  - знания теоретического материала;  - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых	Обучающийся демонстрирует :  - знание и понимание основных вопросов контролируемо го объема программного материала;  - твердые знания теоретическог	Обучающийся я демонстрир ует:  - глубокие, всесторонн ие и аргументир ованные знания программно го материала;  - полное

<p>вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</p> <p>- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;</p> <p>- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;</p> <p>- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.</p>	<p>вопросов;</p> <p>- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;</p> <p>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;</p> <p>- умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.</p>	<p>о материала.</p> <p>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</p> <p>- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;</p> <p>- умение решать практические задания, которые следует выполнить;</p> <p>- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины;</p> <p>- наличие собственной обоснованной позиции по</p>	<p>понимание сущности и взаимосвязи и рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;</p> <p>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;</p> <p>- логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а</p>
--	--	--	---

		<p>обсуждаемым вопросам.</p> <p>Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов билета, присутствует неуверенность в ответах на</p>	<p>также дополнительные вопросы экзаменатора;</p> <p>- умение решать практические задания;</p> <p>- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.</p>
<b>Оценка «неудовлетворительно» /незачтено</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»</b>	<b>Оценка «хорошо» / «зачтено»</b>	<b>Оценка «отлично» / «зачтено»</b>

### Примеры тестовых заданий

Цель МКТ заключается в изучении свойств тел как результата взаимодействия молекул, используя статистические методы, оперирующие средними величинами, характеризующими движение огромной совокупности частиц;

различных свойств тел и изменений состояния вещества без учета микроскопической картины;

Цель термодинамики заключается в изучении свойств тел как результата взаимодействия молекул, используя статистические методы, оперирующие средними величинами, характеризующими движение огромной совокупности частиц; различных свойств тел и изменений состояния вещества без учета микроскопической картины;

Равновесными состояниями называют только такие, при которых макроскопические величины, описывающие поведение изолированной системы, остаются неизменными во времени и одинаковыми в пространстве; микроскопические величины, описывающие поведение изолированной системы, остаются неизменными во времени и одинаковыми в пространстве; как макроскопические, так и микроскопические величины, описывающие поведение изолированной системы, остаются неизменными во времени и одинаковыми в пространстве.

Эргодическая гипотеза гласит:

если явления характеризуются непрерывно меняющимися величинами, то

определение вероятности по формуле  $w = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{n}{N}$  не имеет смысла;

среднее по ансамблю равно среднему по времени  $\overline{x_a} = \overline{x_t}$  ;

при очень большом числе наблюдений изучаемой величины относительная частота мало отличается от вероятности.

Статистическим ансамблем называется совокупность статистических систем;

сосуд с заключёнными в нём  $N$  молекулами;

совокупность функций распределения частиц по потенциальным энергиям или скоростям.

Функция  $F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$  называется

функцией распределения вероятностей или интегральным законом распределения;

распределением плотностей вероятностей или дифференциальным законом распределения;

математическим выражением эргодической гипотезы.

Функция  $f(x) = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \frac{w(\Delta x_i)}{\Delta x_i}$  называется

функцией распределения вероятностей или интегральным законом распределения;

распределением плотностей вероятностей или дифференциальным законом распределения;

математическим выражением эргодической гипотезы.

Вычислить среднее по ансамблю значение  $\bar{x}_a$  некоторой случайной

величины  $x$ , связанной с молекулой, можно по формуле 1)  $\bar{x} = \int_0^a x f(x) dx$  2)

$$\bar{x} = \frac{1}{N_a} \sum_{i=1}^{N_a} x_i \quad 3) \quad \bar{x} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$$

1;

2;



3.

Вычислить среднее по времени значение  $\bar{x}_t$  некоторой случайной

величины  $x$  в одной из систем ансамбля по формуле 1)  $\bar{x} = \int_0^a x f(x) dx$  2)

$$\bar{x} = \frac{1}{N_a} \sum_{i=1}^{N_a} x_i \quad 3) \quad \bar{x} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$$

1;

2;

3.

Для непрерывной случайной величины  $x$ , которая может принимать любые значения в заданном интервале, среднее значение можно определить по

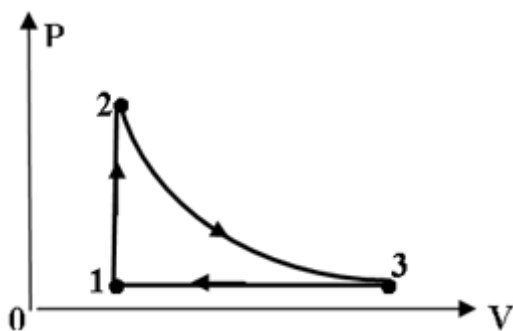
формуле 1)  $\bar{x} = \int_0^a x f(x) dx$  2)  $\bar{x} = \frac{1}{N_a} \sum_{i=1}^{N_a} x_i$  3)  $\bar{x} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$

1;

2;

3.

Идеальный газ совершает цикл, изображенный на рисунке



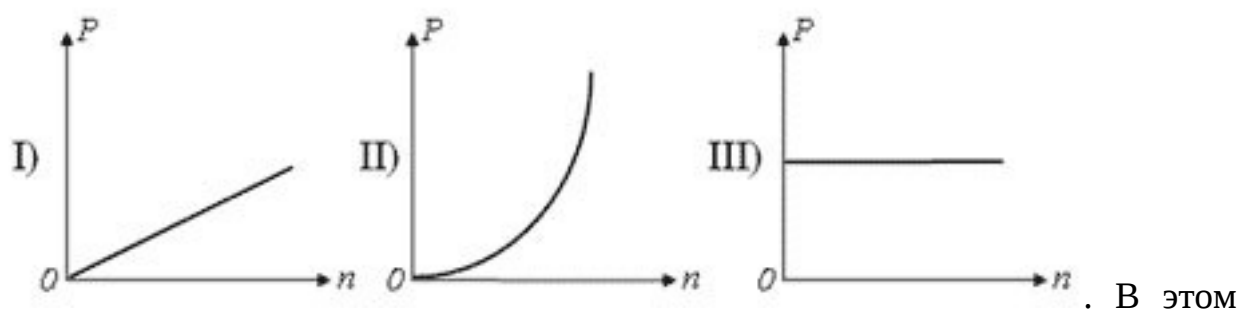
Максимальный объем газа в 4,9 раз больше минимального, а максимальное давление в 16 раз больше минимального. На каких участках газ нагревается, а на каких охлаждается?

нагревается на участках 1-2 и 2-3, охлаждается на участке 3-1;

нагревается на участке 1-2, охлаждается на участке 3-1;

нагревается на участке 1-2, охлаждается на участках 2-3 и 3-1.

Идеальный газ находится при постоянной температуре



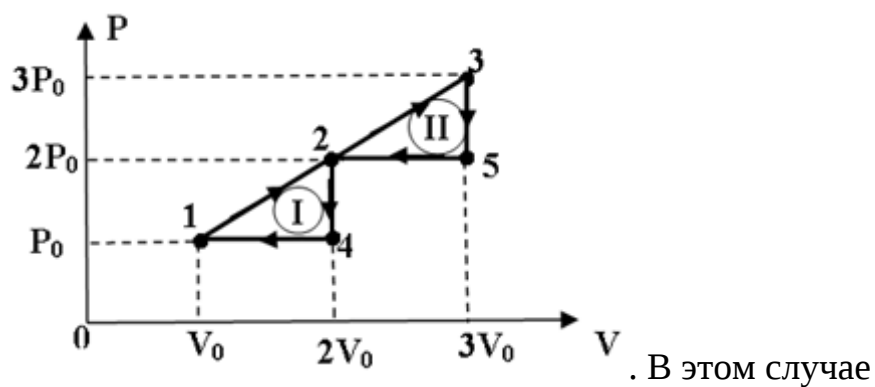
случае правильным является

график 1;

график 2;

график 3.

Идеальный газ, совершает процесс, изображённый на рисунке

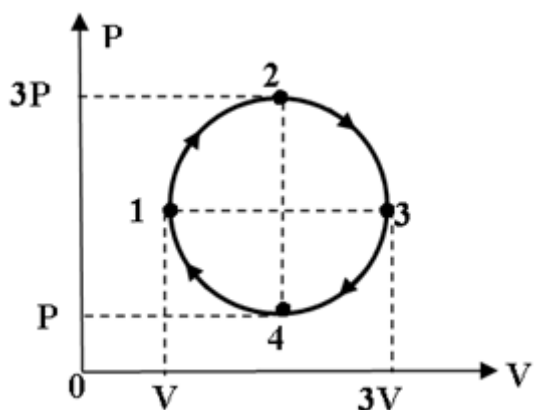


$T_5 / T_1 = 1,5$ ;

$T_5 / T_1 = 3$ ;

$T_5 / T_1 = 6$ .

Идеальный газ, совершает процесс, изображённый на рисунке



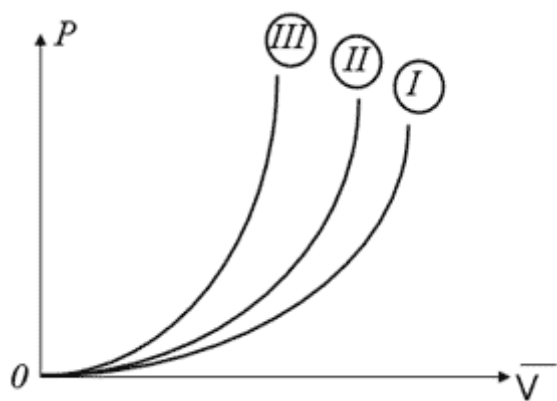
. В этом случае

$$T_3 > T_2 > T_4 > T_1;$$

$$T_1 = T_4, T_2 = T_3;$$

$$T_3 / T_4 = T_4 / T_1.$$

На рисунке приведена зависимость давления от среднеквадратической скорости для трех газов: кислорода, гелия и водорода



. Установить, какой график соответствует

каждому газу, если их концентрации одинаковы и данные газы можно считать идеальными.

I - кислороду; II - гелию; III – водороду;

I - гелию; II - водороду; III – кислороду;

I - водороду; II - гелию; III - кислороду.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2008.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2010.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 2001.
4. Елканова Т. М. Практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 010700.62 – Физика. - Владикавказ: СОГУ, 2014. – 201 с.
5. Елканова Т.М. Практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. - Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 03.03.02 – Физика. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 148 с.
6. Елканова Т.М. Тесты по молекулярной физике: Учебное пособие. - М.: Издательство «Спутник+», 2017. – 130 с.
7. Елканова Т.М. Тесты по физике: Учебное пособие. - М.: Мегapolis, 2017. – 107 с.
8. Бурсиан Э. В. Физические приборы: Учебное пособие. - М.: Просвещение, 1984.- 271 с.
9. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. – М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2007. – 432 с.

#### Дополнительная

1. Беликов Б.С. Решение задач по физике. Общие методы. - М.: Высшая школа, 1986. – 256 с.
2. Елканова Т.М. Краткий практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. - Владикавказ: изд-во СОГУ, 2014. - 160 с.
3. Елканова Т.М. Практикум новой структуры по молекулярной физике. - Владикавказ, ИПЦ СОИГСИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2013. – 160 с.

4. Елканова Т.М. Практикум по общей физике: Учебное пособие. - Владикавказ, ИПЦ ИП Цопанова А.Ю., 2015. – 220с.
5. Елканова Т. М. Вопросы и задания по курсу общей физики. - Орджоникидзе: СОГУ, 1988. – 28с.
6. Елканова Т. М. Философские проблемы физики в вопросах и ответах: Учебное пособие. - Владикавказ: СОГУ, 1992. – 111 с.
7. Зажигаев Л.С., Кишьян А.А., Романиков Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. М.: Атомиздат, 1978. – 231 с.
8. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Е. Иродов. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 211 с. - 978-5-9963-1093-7. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=95479>
9. Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения. - М.: Мир, 1980. – 208 с.
10. Кингсепп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики. Т.1. – М.: Физматлит, 2001. - 560 с.
11. Савельев И.В. Курс общей физики : в 5 кн. – Кн. 3 : Молекулярная физика и термодинамика. М.: Наука, 2000.
12. Сквайрс Дж. Практическая физика. - М.: Мир, 1971. - 246 с.
13. Телеснин Р.В. Молекулярная физика. СПб.: Лань, 2009.
14. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Оникс, Мир и Образование, 2008.

### **Интернет-ресурсы**

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

- 1) библиотеке e-library,
- 2) электронной библиотеке диссертаций РГБ,
- 3) университетской библиотеке online;
- 4) собственным библиографическим базам данных:
- 5) ЭБС «Юрайт» [Электронный ресурс]
- 6) Университетская библиотека online [Электронный ресурс]
- 7) ЭБС "Консультант студента"
- 8) электронному каталогу,

- 9) электронной картотеке газетно-журнальных статей,
- 10) электронной картотеке авторефератов диссертаций и диссертаций.
- 11) Демонстрации -  
[http://skillopedia.ru/materials\\_tags.php?tag=%EC%EE%EB%E5%EA%F3%EB%FF%F0%ED%E0%FF+%F4%E8%E7%E8%EA%E0](http://skillopedia.ru/materials_tags.php?tag=%EC%EE%EB%E5%EA%F3%EB%FF%F0%ED%E0%FF+%F4%E8%E7%E8%EA%E0)  
<http://school-collection.iv-edu.ru/catalog/rubr/a127a253-6d4f-431c-9d9ece1f86260293/78879/?interface=themcol>
- 12) Демонстрационные модели  
<http://sc.karelia.ru/catalog/rubr/a127a253-6d4f-431c-9d9ece1f86260293/38063/?interface=themcol>

**Учебные пособия, разработанные составителем УМК  
Елкановой Т.М. Елканова Т.М.**

1. Елканова Т. М. Вопросы и задания по курсу общей физики. – Орджоникидзе: СОГУ, 1988. – 28с.
2. Елканова Т.М. Практикум по общей физике: Учебное пособие. – Владикавказ, ИПЦ ИП Цопанова А.Ю., 2015. – 220с.
3. Практикум новой структуры по молекулярной физике: Учебное пособие. – Владикавказ, ИПЦ СОИГСИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2013. – 160 с.
4. Краткий практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. – Владикавказ: изд-во СОГУ, 2014. - 160 с.
5. Практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. - Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 03.03.02 – Физика.– Владикавказ: изд-во СОГУ, 2014. – 176 с.
6. Практикум по молекулярной физике: Учебное пособие. - Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 03.03.02 – Физика. – Саратов: Ай Пи Эр

7. Медиа, 2018. — 146 с.
8. Елканова Т.М. Тесты по физике: Учебное пособие. – М.: Мегapolis, 2017. – 107 с.
9. Елканова Т.М. Тесты по молекулярной физике: Учебное пособие. – М.: Спутник+, 2017. – 130 с.
10. Елканова Т. М. Философские проблемы физики в вопросах и ответах: Учебное пособие. – Владикавказ: СОГУ, 1992. – 111 с.

### **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерный класс, доступ к сети Интернет (во время самостоятельной работы), оргтехника, электронная база данных библиотеки СОГУ, лекционные аудитории; кабинет, оснащенный интерактивной доской, проектором.

#### **Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

№ п/ п	Наименование	№ договора (лицензия)
1.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
2.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
3.	Антивирусное программное обеспечение KasperskyTotalSecurity	№17Е0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2018 до 14.03.2019 г, продлена до 21 г.

4.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№795 от 26.12.2018 (действителен до 30.12.2019 г) с ЗАО «Анти-Плагиат» продлена до 21 г.
----	--	--

### 11. Лист обновления/актуализации

Программа обновлена.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры бухгалтерского учета и налогообложения от «31» августа 2020 г., протокол № 1.

Программа одобрена на заседании Совета физико-технического факультета от «31» августа 2020 г., протокол № 1.

### Сведения о преподавателе (ППС)

Разработчик:

Елканова Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и астрономии Северо-Осетинского государственного университета.

Программа одобрена на заседании кафедры физики и астрономии  
от \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_