



## МОДУЛЬ "ОБЩАЯ ФИЗИКА"

### Молекулярная физика

#### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Экспериментальной физики
Учебный план	b030302-ЦифрТех-19-1.plx 03.03.02 ФИЗИКА Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ

Часов по учебному плану	216
в том числе:	
аудиторные занятия	96
самостоятельная работа	75
часов на контроль	45

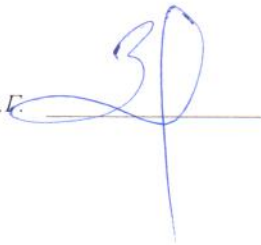
Виды контроля в семестрах:  
экзамены 2

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя 17,3			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	96	96	96	96
Контактная работа	96	96	96	96
Сам. работа	75	75	75	75
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

доцент, к.ф.-м.н. Заводовский А.Г.



Рабочая программа дисциплины

**Молекулярная физика**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Протокол от 14 05 2019 г. № 03/40

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой профессор, д.ф.-м.н. Ельников А.В.



Председатель УМС *к.т.н, доцент Тарасанов Д.В.*

07 06 2019 г. *106/19*



<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	Целью преподавания дисциплины «молекулярная физика» является ознакомление обучающихся с закономерностями молекулярного движения и его характеристиками; формирование у студентов представлений о законах и методах молекулярной физики; выработка навыков построения физических моделей и решения практических задач; овладение методами выполнения экспериментальных исследований в составе творческой группы и методами анализа полученных результатов.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.Б.07
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Механика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Электричество и магнетизм
2.2.2	Термогидродинамические исследования пласта
2.2.3	Термодинамика
2.2.4	Датчики физических полей
2.2.5	Физика конденсированного состояния

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОК-6:</b> способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	
<b>ОК-7:</b> способностью к самоорганизации и самообразованию	
<b>ОПК-1:</b> способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	
<b>ОПК-3:</b> способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
<b>ПК-2:</b> способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	
<b>ПК-5:</b> способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	фундаментальные понятия, законы и теории молекулярной физики;
3.1.2	современные методы физических исследований;
3.1.3	приемы и методы решения конкретных физических задач по молекулярной физике.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать приемы и методы решения конкретных физических задач по молекулярной физике и применять их в своей практической деятельности;
3.2.2	анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований;
3.2.3	находить наиболее рациональные пути и методы решения конкретных прикладных задач по механике в составе творческой группы.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками применения фундаментальных законов молекулярной физики для решения практических задач;
3.3.2	приемами современных методов теоретических и экспериментальных физических исследований;
3.3.3	методами анализа получаемых результатов в данной области физических исследований.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 1. Идеальный газ</b>						
1.1	Термодинамические параметры. МКТ идеального газа. Процессы и опытные законы идеального газа. Закон Бойля-Мариотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. /Лек/	2	6	ОК-7 ОК-1 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.3	0	Письменный опрос. Приложение 1.
1.2	Основное уравнение МКТ идеального газа. Закон Бойля-Мариотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона -Менделеева. /Пр/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.4Л3.1	0	Решение задач из Л1.1 и Л1.3 по разделу "Идеальный газ"
1.3	Опытное обоснование МКТ. Определение постоянной Авогадро. Смеси идеальных газов. Парциальное давление. Нормальные условия. /Ср/	2	10	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1	0	Решение домашних задач из Л1.1. Подготовка к лабораторным работам.
1.4	Определение молярной массы и плотности воздуха методом откачки. /Лаб/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Устный опрос при защите отчетов по лабораторным работам. Защита отчетов. Приложение 1.
	<b>Раздел 2. Физическая кинетика</b>						
2.1	Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега. Эффективный диаметр молекулы. Термодинамически неравновесные системы. Явления переноса. Вязкость газов. Закон Ньютона. Теплопроводность газов. Закон Фурье. Диффузия в газах. Закон Фика. /Лек/	2	6	ОК-7 ОК-1 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3	0	Письменный опрос. Приложение 1.
2.2	Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега. Вязкость газов. Теплопроводность газов. Диффузия в газах. Законы Ньютона, Фурье и Фика. /Пр/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-5	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4	0	Решение задач из Л1.1 и Л1.3 по разделу "Физическая кинетика"
2.3	Коэффициенты явлений переноса. Их зависимость от температуры и давления. Вакуум и методы его получения. Свойства разреженных газов. Эффузия. /Ср/	2	13	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1	0	Решение домашних задач из Л1.1. Подготовка к лабораторным работам.
2.4	Определение коэффициента диффузии паров воды в воздухе. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. /Лаб/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОК-1 ОК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Устный опрос при защите отчетов по лабораторным работам. Защита отчетов. Приложение 1.
	<b>Раздел 3. Первое начало термодинамики</b>						

3.1	Работа газа при изменениях его объема. Температура. Число степеней свободы. Равнораспределение энергии по степеням свободы. Закон Больцмана. Энергия молекулы. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа. Удельная и молярная теплоемкости. Уравнение Майера. Первое начало термодинамики. /Лек/	2	6	ОК-7 ОК-1 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3	0	Коллоквиум. Приложение 1.
3.2	Первое начало термодинамики. Работа газа при изменениях его объема. Закон Больцмана. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа Уравнение Майера. /Пр/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-5	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.4	0	Решение задач из Л1.1 и Л1.3 по разделу "Первое начало термодинамики"
3.3	Применение первого начала к изопроцессам. Адиабатический процесс. Коэффициент Пуассона. Политропный процесс. Вечный двигатель первого рода. /Ср/	2	13	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1	0	Решение домашних задач из Л1.1. Подготовка к лабораторным работам.
3.4	Измерение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити. Определение отношения изобарной и изохорной теплоемкости газа. /Лаб/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Устный опрос при защите отчетов по лабораторным работам. Защита отчетов. Приложение 1.
<b>Раздел 4. Второе и третье начала термодинамики</b>							
4.1	Круговые процессы (циклы). Обратимые и необратимые процессы. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. КПД цикла Карно для идеального газа. Термодинамическая шкала температур. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Статистический смысл энтропии, ее связь с термодинамической вероятностью. Закон Больцмана для энтропии. /Лек/	2	4	ОК-7 ОК-1 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.3	0	Письменный опрос. Приложение 1.
4.2	Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. КПД цикла Карно для идеального газа. Энтропия. Закон Больцмана для энтропии. /Пр/	2	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.4Л3.1	0	Решение задач из Л1.1 и Л1.3 по разделу "Второе и третье начала термодинамики"

4.3	Тепловая смерть Вселенной. Холодильные машины. Теорема Нернста. Третий закон термодинамики. Вечный двигатель второго рода. /Ср/	2	13	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1	0	Решение домашних задач из Л1.1. Подготовка к лабораторным работам.
4.4	Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова. /Лаб/	2	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Устный опрос при защите отчетов по лабораторным работам. Защита отчетов. Приложение 1.
<b>Раздел 5. Реальные газы и пары</b>							
5.1	Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Учет собственного объема и притяжения молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Энтальпия. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Сжижение газов. /Лек/	2	4	ОК-7 ОПК-1 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.3	0	Подготовка к контрольной работе.
5.2	Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Учет собственного объема и притяжения молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. /Пр/	2	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-5	Л1.1 Л1.3Л2.4	0	Решение задач из Л1.1 и Л1.3 по разделу "Реальные газы и пары"
5.3	Критическое состояние вещества. Тройная точка. Адиабатическое дросселирование. Сжижение газов. Турбодетандер. Испарение и конденсация. /Ср/	2	13	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1	0	Решение домашних задач из Л1.1. Подготовка к лабораторным работам.
5.4	Определение молярной теплоты парообразования воды. /Лаб/	2	4	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Устный опрос при защите отчетов по лабораторным работам. Защита отчетов. Приложение 1.
5.5	Реальные газы. /Контр.раб./	2	9	ОК-7 ОПК-1 ОПК-3 ПК-5	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5	0	Контрольная работа. Задачи. Приложение 1.
<b>Раздел 6. Жидкости и твердые тела</b>							
6.1	Строение жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Типы кристаллических твердых тел. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. /Лек/	2	6	ОК-7 ОПК-1 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3	0	Письменный опрос. Приложение 1.

6.2	Поверхностное натяжение. Смачивание. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Капиллярные явления. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. /Пр/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-5	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.4	0	Решение задач из Л1.1 и Л1.3 по разделу "Жидкости и твердые тела"
6.3	ПАВ. Дефекты в кристаллах. Теплоемкость твердых тел. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Аморфные тела. /Ср/	2	13	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Э1	0	Решение домашних задач из Л1.1. Подготовка к лабораторным работам.
6.4	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости. Определение коэффициента теплопроводности металла. /Лаб/	2	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК-5	Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2	0	Устный опрос при защите отчетов по лабораторным работам. Защита отчетов. Приложение 1.
<b>Раздел 7. Молекулярная физика</b>							
7.1	/Экзамен/	2	36	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ОПК -3 ПК-2 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1	0	Вопросы и задачи для экзамена. Приложение 1.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Представлены в Приложении №1

### 5.2. Темы письменных работ

Представлены в Приложении №1

### 5.3. Фонд оценочных средств

Представлены в Приложении №1

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Письменный опрос.
2. Коллоквиум.
3. Контрольная работа.
4. Устный опрос(экзамен).
5. Отчеты по лабораторным работам.
6. Устный опрос при защите отчетов по лабораторной работе.

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Трофимова Т. И.	Сборник задач по курсу физики: Учеб. пособие для студ. ВУЗов	М.: Высшая школа, 1996	109
Л1.2	Савельев И. В.	Молекулярная физика и термодинамика	М.: Астрель, 2002	28
Л1.3	Волькенштейн В. С.	Сборник задач по общему курсу физики: для студентов технических вузов	Санкт-Петербург: Книжный мир, 2007	7
Л1.4	Трофимова Т. И.	Курс физики: рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений	Москва: Издательский центр "Академия", 2016	30
Л1.5	Старостина И. А., Бурдова Е. В., Сальманов Р. С.	Краткий курс физики для бакалавров: Учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016, <a href="http://www.iprbookshop.ru/79312.html">http://www.iprbookshop.ru/79312.html</a>	1
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Сивухин Д. В.	Термодинамика и молекулярная физика	М.: Физматлит, 2005	2
Л2.2	Детлаф А. А., Яворский Б. М.	Курс физики: Учебное пособие для вузов	М.: Высш.школа, 1989	4
Л2.3	Трофимова Т. И.	Курс физики: рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений	Москва: Издательский центр "Академия", 2015	20
Л2.4	Иродов И. Е.	Задачи по общей физике	Москва: Лань", 2016, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71750">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71750</a>	1
Л2.5	Савельев И. В.	Сборник вопросов и задач по общей физике: учеб. пособие	Москва: Лань", 2016, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71766">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71766</a>	1
Л2.6	Хавруняк В. Г.	Курс физики: ВО - Бакалавриат	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА- М", 2019, <a href="http://new.znanium.com/go.php?id=1012431">http://new.znanium.com/go.php?id=1012431</a>	1
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Манина Е. А., Шадрин Г. А.	Обработка результатов измерений физического практикума: учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей	Сургут: Издательство СурГУ, 2007	98



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.2	Заводовский А. Г., Сысоев С. М., Заводовская О. В.	Лабораторный практикум по молекулярной физике и термодинамике: Методические указания к лабораторным работам по курсу общей физики	Сургут: Издательство Сургутского государственного университета, 2002	138

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лекциопедия - библиотека лекционного материала			
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office			
6.3.1.2	Операционная система Windows			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру			
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс			

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: типовой учебной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Имеется специальная лекционная аудитория 314А, оснащенная медиапроектором, ноутбуком и экраном, учебная лаборатория по молекулярной физике, оснащенная экспериментальными установками. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.			
-----	---	--	--	--

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

--	--	--	--	--

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**  
**Приложение к рабочей программе по дисциплине**

**МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра- разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

### **РАЗДЕЛ «ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ»**

- **Перечень вопросов для письменного опроса:**

1. Материальная точка. Описание движения.
2. Система отсчета. Радиус-вектор материальной точки.
3. Уравнение движения материальной точки.
4. Траектория, путь, перемещение.
5. Скорость движения. Средняя и мгновенная скорость.
6. Равномерное поступательное движение. Путь при равномерном движении.
7. Ускорение движения. Среднее и мгновенное ускорение.
8. Нормальное и тангенциальное ускорение. Полное ускорение.
9. Вращательное движение. Движение по окружности. Средняя и мгновенная угловая скорость.
10. Угловое ускорение. Среднее и мгновенное угловое ускорение.
11. Связь между угловыми и линейными характеристиками движения.

### **РАЗДЕЛ «ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА»**

- **Перечень вопросов для письменного опроса:**

1. Средняя длина свободного пробега молекул.
2. Диффузия. Закон Фика.
3. Теплопроводность. Закон Фурье.
4. Вязкость. Закон Ньютона.
5. Среднее число столкновений молекул.
6. Коэффициент диффузии и его зависимость от термодинамических параметров.
7. Коэффициент теплопроводности и его зависимость от термодинамических параметров.
8. Коэффициент вязкости и его зависимость от термодинамических параметров.
9. Связь коэффициентов диффузии, теплопроводности и вязкости.
1. Закон Максвелла о распределении молекул по скоростям и энергиям.
2. Функция распределения Максвелла.
3. Опытная проверка распределения Максвелла.
4. Барометрическая формула.

### **РАЗДЕЛ «ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ»**

- **Перечень вопросов для коллоквиума:**

1. Термодинамическая система. Термодинамические процессы.
2. Первое начало термодинамики.
3. Работа газа при изменении его объема.
4. Внутренняя энергия системы.

5. Число степеней свободы молекул.
6. Закон Больцмана о равнораспределении энергии.
7. Теплоемкость идеального газа.
8. Удельная и молярная теплоемкости. Уравнение Майера.
9. Адиабатический процесс. Коэффициент Пуассона.
10. Политропические процессы.
11. Вечный двигатель 1-ого рода.

## РАЗДЕЛ «ВТОРОЕ И ТРЕТЬЕ НАЧАЛА ТЕРМОДИНАМИКИ»

### • Перечень вопросов для письменного опроса:

1. Круговые процессы. Обратимы и необратимые процессы.
2. Тепловой двигатель и принцип его работы.
3. Коэффициент полезного действия тепловой машины.
4. Холодильная машина и принцип ее работы.
5. Второе начало термодинамики.
6. Цикл Карно. КПД цикла Карно для идеального газа.
7. Неравенство Клаузиуса.
8. Статистический смысл энтропии. Закон Больцмана для энтропии.
9. Тепловая смерть Вселенной.
10. Третий закон термодинамики. Теорема Нернста.
11. Вечный двигатель 2-ого рода.

## РАЗДЕЛ «РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ И ПАРЫ»

### • Варианты заданий для контрольной работы:

#### 1 вариант

1. В закрытом сосуде объемом  $0.5 \text{ м}^3$  находится  $0.6$  моля углекислого газа при давлении  $3 \text{ МПа}$ . Считая, что газ реальный. Определить во сколько раз надо увеличить температуру газа, чтобы давление увеличилось вдвое.
2. Масса водяного пара  $0.5 \text{ г}$  занимает объем  $10$  литров при температуре  $50^\circ \text{C}$ , какова при этом относительная влажность воздуха?

#### 2 вариант

1. Некоторый газ в количестве  $0.5 \text{ кмоль}$  занимает объем  $1 \text{ м}^3$ . При расширении газа до объема  $1.2 \text{ м}^3$  была совершена против сил взаимодействия молекул  $5.684 \text{ кДж}$ . Найти постоянную Ван-дер-Ваальса – «а».
2. Давление насыщенного ртутного пара при температуре  $100^\circ \text{C}$  и  $120^\circ \text{C}$  равны  $37.3 \text{ Па}$  и  $101.3 \text{ Па}$ . Найти удельную теплоту парообразования ртути.

#### 3 вариант

1. Кислород массой  $0.1 \text{ кг}$  расширяется от объема  $5 \text{ л}$  до объема  $10 \text{ л}$ . Определите работу межмолекулярных сил притяжения при этом расширении. Постоянная  $a$  равна  $0.136 \text{ Н} \times \text{м}^4 / \text{моль}^2$ .

2. Температура кипения бензола ( $C_6H_6$ ) при давлении 0.1 МПа равна  $80.2^{\circ}C$ . Найти давление насыщенного пара бензола при температуре  $75.6^{\circ}C$ . Теплота парообразования бензола равна 0.4 МДж/кг.

#### 4 вариант

1. Кислород в количестве 1 моль занимающий при температуре 400 К объем 1 л, расширяется изотермически до 2 л. Определите работу при расширении и изменение внутренней энергии газа. Постоянные  $a$  равна  $0.136 \text{ Н}\times\text{м}^4/\text{моль}^2$ , а  $b$  равна  $3.17\times 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ .
2. Давление воздуха внутри мыльного пузыря на 200 Па больше атмосферного давления. Атмосферное давление  $10^5$  Па. Поверхностное натяжение мыльного раствора 40 мН/м. Определите диаметр пузыря.

### РАЗДЕЛ «ЖИДКОСТИ И ТВЕРДЫЕ ТЕЛА»

#### • Перечень вопросов для коллоквиума:

1. Строение жидкости.
2. Поверхностное натяжение жидкости.
3. Смачивание и несмачивание.
4. Давление над изогнутой поверхностью жидкости.
5. Формула Лапласа.
6. Капиллярные явления.
7. Типы кристаллических твердых тел.
8. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация.
9. Кипение и испарение жидкости.
10. Теплоемкость твердых тел.
11. Фазовые переходы 1-ого и 2-ого рода.

#### Перечень вопросов для устного опроса при защите отчетов по лабораторной работе:

##### *Лабораторная работа «Измерение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити»:*

1. Что такое теплопроводность? Объяснить это явление на основании положений молекулярно-кинетической теории.
2. Записать закон Фурье для теплопроводности и дать его формулировку.
3. Определить физический смысл градиента температуры?
4. Какой физический смысл имеет коэффициент теплопроводности? От чего он зависит?
5. Что такое поток тепла, куда он направлен?
6. Что такое явление переноса? Какие явления переноса вы знаете.
7. Выведите рабочую формулу.
8. Как рассчитываются в данной работе температура, сопротивление и мощность, выделяемая на вольфрамовой проволоке при изменении тока в цепи? Как зависит сопротивление проволоки от температуры?

##### *Лабораторная работа «Определение молярной массы и плотности воздуха методом откачки»:*

1. Какой газ называется идеальным?
2. Сформулируйте закон Авогадро.
3. Что называется параметрами состояния газа?

4. Как определяется значение универсальной газовой постоянной?
5. Как получено уравнение состояния газа?
6. Как определяется плотность идеального газа?
7. Как определяется постоянная Больцмана?
8. Каким образом находится значение молярной массы смеси газов?
9. Как получается основная рабочая формула для определения молярной массы?

***Лабораторная работа «Определение коэффициента диффузии паров воды в воздухе»:***

1. Какие явления называются явлениями переноса?
2. Выведите общее уравнение переноса.
3. Как зависит от температуры и давления коэффициент диффузии?
4. Как зависит давление насыщенного пара от температуры?
5. Каким образом определяется добавочное давление над вогнутой поверхностью?
6. Зависимость длины свободного пробега от температуры и давления.
7. Какие системы называются термодинамически неравновесными?

***Лабораторная работа «Определение отношения изобарной и изохорной теплоемкостей газа»:***

1. Что такое теплоемкость газа? Какова размерность этой величины?
2. Дать определения молярной теплоемкости и удельной теплоемкости.
3. Сколько степеней свободы у молекул  $\text{He}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ? Какие это степени свободы?
4. Какова связь между  $C_p$  и  $C_v$  и числом степеней свободы молекул газа  $i$ ? Вывести формулы из первого начала термодинамики.
5. Нарисовать качественно зависимость теплоемкости двухатомного газа от температуры?
6. В каком газе  $\gamma$  имеет наибольшее значение - в  $\text{He}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ?
7. Дать определения изопроцессам. Представить их графически.
8. Какой процесс называется адиабатическим? Запишите уравнение Пуассона для этого процесса?
9. Объяснить методику определения  $\gamma$ .

***Лабораторная работа «Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова»:***

1. Что такое фаза, фазовый переход?
2. Что такое фазовый переход первого рода?
3. Чем отличается фазовый переход первого рода от фазового перехода второго рода?
4. Из чего складывается внутренняя энергия твердого тела?
5. Объясните процессы плавления и кристаллизации.
6. Почему температура тела при плавлении и кристаллизации остается постоянной?
7. Нарисуйте диаграмму плавления и дайте характеристику происходящим процессам.
8. Что такое энтропия? Сформулируйте физический смысл этого понятия.
9. В чем заключается статистический смысл энтропии?
10. Как меняется энтропия при плавлении, при кристаллизации?

***Лабораторная работа «Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом»:***

1. Как определяется средняя длина свободного пробега молекул? Как она зависит от температуры, от давления?
2. Какова природа явлений переноса? Какие явления переноса вы знаете?
3. Записать формулу для потока импульса.
4. Чем обусловлено внутреннее трение (вязкость) газа?
5. В какой части экспериментальной установки возникает исследуемое в опыте явление переноса?
6. В каком направлении происходит перенос импульса?

7. Определите физический смысл коэффициента динамической вязкости. Как зависит  $\eta$  от давления и температуры газа?
8. Как определяется кинематическая вязкость?
9. Когда возникает сила внутреннего трения? От чего она зависит?
10. Выведите формулу для расчёта коэффициента динамической вязкости.
11. Как определяется объем воздуха, проходящего через капилляр?
12. Как определяется разность давлений, возникающих на концах капилляра

**Лабораторная работа «Определение молярной теплоты парообразования воды»:**

1. Как определяется фазовое состояние вещества?
2. В чем разница между фазовыми переходами 1 и 2 рода?
3. Выведите формулу для расчета молярной теплоты парообразования.
4. Объясните методику определения молярной теплоты парообразования.
5. Проанализируйте ход кривых фазового равновесия.
6. Сравните потенциальные энергии молекул в жидкости и паре.
7. Какой пар называется насыщенным?
8. Как зависит давление насыщенного пара от температуры?

**Лабораторная работа «Определение коэффициента теплопроводности металла»:**

1. Какое явление называют теплопроводностью? Какой закон описывает это явление?
2. Расскажите о механизме теплопроводности в металлах.
3. Какой режим называют стационарным? Получите уравнение, описывающее этот режим.
4. Выведите формулу для коэффициента теплопроводности металла.
5. Что такое термопара? Как с её помощью можно измерить температуру в определенной точке стержня?
6. Объясните методику измерения теплопроводности в данной работе?

**Лабораторная работа «Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости»:**

1. Какова природа поверхностного натяжения?
2. Что называют коэффициентом поверхностного натяжения?
3. Как зависит коэффициентом поверхностного натяжения от температуры? Какое значение он принимает при критической температуре? Почему?
4. В чем заключаются явления смачивания и несмачивания?
5. Объясните капиллярные явления в жидкостях.
6. Запишите формулу и объясните механизм образования дополнительного давления. Почему капля жидкости малого объема имеет сферическую форму?

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (2 семестр)**

Задание для показателя оценивания дискриптора «Знает»	Вид задания	Уровень сложности
<b>Вариант 1</b> 1. Термодинамические параметры ( $T$ , $P$ , $V$ ). Опытные газовые законы 2. Определение коэффициента поверхностного натяжения. Капельный метод и метод вращающейся капли.	теоретический, вопросы к экзамену	А – репродуктивный; В – конструктивный
<b>Вариант 2</b> 1. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Закон Больцмана для энтропии. 2. Число степеней свободы. Закон распределения энергии молекул. Расчет энергии молекул.		

**Вариант 3**

1. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
2. Давление над искривленной поверхностью. Уравнение Лапласа. Давление над сферической и цилиндрической поверхностями.

**Вариант 4**

1. Реальные газы. Учет сил притяжения и объема молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
2. Работа при изменении объема газа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.

**Вариант 5**

1. Распределения Больцмана и Максвелла. Барометрическая формула.
2. Смачивание и несмачивание жидкости. Капилляры. Высота столбика жидкости в капилляре.

**Вариант 6**

1. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Сравнение с опытными данными. Метастабильные состояния.
2. Теплоемкость газа. Изохорная и изобарная теплоемкость. Уравнение Майера.

**Вариант 7**

1. Движение молекул. Средняя длина свободного пробега. Ее зависимость от температуры и давления.
2. Плавление и кристаллизация твердого тела. Температура кристаллизации. Скрытая теплота кристаллизации.

**Вариант 8**

1. Испарение жидкости. Скрытая теплота испарения. Давление насыщенного пара.
2. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Работа при адиабатическом и изотермическом процессах.

**Вариант 9**

1. Диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии.
2. Тепловое расширение твердых тел. Теплоемкость. Закон Дюлонга-Пти.

**Вариант 10**

1. Кипение жидкости. Образование пузырьков пара. Зависимость температуры кипения от внешнего давления.
2. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики.

**Вариант 11**

1. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
2. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Примеры.

**Вариант 12**

1. Термодинамические параметры ( $T$ ,  $P$ ,  $V$ ). Опытные газовые законы.
2. Поверхностное натяжение жидкости. Поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения.

**Вариант 13**

1. Вязкость. Закон Ньютона. Коэффициент вязкости.
2. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия.

**Вариант 14**

1. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Закон Больцмана для энтропии.



2. Определение коэффициента поверхностного натяжения. Капельный метод и метод вращающейся капли.

**Вариант 15**

1. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
2. Число степеней свободы. Закон распределения энергии молекул. Расчет энергии молекул.

**Вариант 16**

1. Реальные газы. Учет сил притяжения и объема молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
2. Давление над искривленной поверхностью. Уравнение Лапласа. Давление над сферической и цилиндрической поверхностями.

**Вариант 17**

1. Распределения Больцмана и Максвелла. Барометрическая формула.
2. Работа при изменении объема газа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.

**Вариант 18**

1. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Сравнение с опытными данными. Метастабильные состояния.
2. Смачивание и несмачивание жидкости. Капилляры. Высота столбика жидкости в капилляре.

**Вариант 19**

1. Движение молекул. Средняя длина свободного пробега. Ее зависимость от температуры и давления.
2. Теплоемкость газа. Изохорная и изобарная теплоемкость. Уравнение Майера.

**Вариант 20**

1. Испарение жидкости. Скрытая теплота испарения. Давление насыщенного пара.
2. Плавление и кристаллизация твердого тела. Температура кристаллизации. Скрытая теплота кристаллизации.

**Вариант 21**

1. Диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии.
2. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Работа при адиабатическом и изотермическом процессах.

**Вариант 22**

1. Кипение жидкости. Образование пузырьков пара. Зависимость температуры кипения от внешнего давления.
2. Тепловое расширение твердых тел. Теплоемкость. Закон Дюлонга-Пти.

**Вариант 23**

1. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
2. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики.

**Вариант 24**

1. Термодинамические параметры ( $T$ ,  $P$ ,  $V$ ). Опытные газовые законы.
2. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Примеры.

**Вариант 25**

1. Вязкость. Закон Ньютона. Коэффициент вязкости.
2. Поверхностное натяжение жидкости. Поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения.

Задание для показателя оценивания дескриптора «Умеет»	Вид задания	Уровень сложности
---	-------------	-------------------

<p><b>Вариант 1</b>  <b>Задача.</b> Определить плотность смеси газов водорода массой 8 г и кислорода массой 64 г при температуре 290 К и давлении 0,1 МПа.</p> <p><b>Вариант 2</b>  <b>Задача.</b> В сосуде объемом 1 л находится кислород массой 1 г. определить концентрацию молекул кислорода в сосуде.</p> <p><b>Вариант 3</b>  <b>Задача.</b> Определить наиболее вероятную скорость молекул газа, плотность которого при давлении 40 кПа составляет 0,35 кг/м<sup>3</sup>.</p> <p><b>Вариант 4</b>  <b>Задача.</b> Используя функцию распределения молекул идеального газа по энергиям, найти среднюю кинетическую энергию молекул.</p> <p><b>Вариант 5</b>  <b>Задача.</b> <i>Определить отношение давления воздуха на высоте 1 км к давлению на дне скважины глубиной 1 км. Воздух у поверхности Земли находится при нормальных условиях, и его температура не зависит от высоты.</i></p> <p><b>Вариант 6</b>  <b>Задача.</b> Определить среднюю длину свободного пробега молекул кислорода, находящегося при температуре 0 °С, если среднее число столкновений, испытываемых молекулой за 1 с, равно <math>3,7 \times 10^9</math>.</p> <p><b>Вариант 7</b>  <b>Задача.</b> Определить коэффициент теплопроводности азота, находящегося в некотором объеме при температуре 280 К.</p> <p><b>Вариант 8</b>  <b>Задача.</b> Определить коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях.</p> <p><b>Вариант 9</b>  <b>Задача.</b> Ниже какого давления можно говорить о вакууме между стенками сосуда Дьюара, если расстояние между стенками равно 8 мм, а температура 17 °С?</p> <p><b>Вариант 10</b>  <b>Задача.</b> Определить удельные теплоемкости смеси углекислого газа массой 3 г и азота массой 4 г.</p> <p><b>Вариант 11</b>  <b>Задача.</b> Определить количество теплоты, сообщенное газу, если в процессе изохорного нагревания кислорода объемом 20 л его давление изменилось на 100 кПа.</p> <p><b>Вариант 12</b>  <b>Задача.</b> Газ нагревается в открытом сосуде при</p>	<p>практический, задачи к экзамену</p>	<p>В – конструк- тивный</p>
--	--	-------------------------------------

нормальном атмосферном давлении от 27°C до 327°C. Какое приращение получит при этом число молекул в единице объема газа?

**Вариант 13**

**Задача.** В цилиндре диаметром  $d=20$  см и высотой  $h=42$  см с подвижным поршнем находится газ под давлением  $12 \cdot 10^5$  Па при температуре  $t=300^\circ\text{C}$ . Определить работу, совершаемую газом при снижении температуры до  $10^\circ\text{C}$  при постоянном давлении.

**Вариант 14**

**Задача.** Вычислить среднюю длину свободного пробега молекул хлора при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении 760 мм рт. ст. Эффективный диаметр молекулы хлора принять равным  $3,5 \cdot 10^{-10}$  м.

**Вариант 15**

**Задача.** Газ ацетон ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ) при температуре  $200^\circ\text{C}$  имеет удельную теплоёмкость при постоянном давлении  $C_p=1787$  Дж/(кг\*К). Определить  $C_p/C_v$  и удельный объем газа, если давление его  $p=1,8 \cdot 10^6$  Па.

**Вариант 16**

**Задача.** В сосуде объемом  $2,0$  дм<sup>3</sup> находится газ под давлением  $0,50$  МПа. Чему равна средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа?

**Вариант 17**

**Задача.** Определить работу расширения  $7$  кг водорода при постоянном давлении и количество теплоты, переданное водороду, если в процессе нагревания температура газа повысилась на  $200$  градусов.

**Вариант 18**

**Задача.** Найти среднюю длину свободного пробега молекул воздуха при температуре  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $1,5 \cdot 10^5$  па. Эффективный диаметр молекул воздуха принять равным  $0,3 \cdot 10^{-9}$  м.

**Вариант 19**

**Задача.** При нормальных физических условиях некоторый газ имеет удельный объем  $V=0,348$  куб.м./кг. Определить, чему равны удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$ .

**Вариант 20**

**Задача.** Плотность газа при давлении  $0,20$  МПа и температуре  $7^\circ\text{C}$  равна  $2,41$  кг/м<sup>3</sup>. Какова масса  $1$  моль этого газа?

**Вариант 21**

**Задача.** При изобарическом сжатии азота была совершена работа, равная  $12$  кДж. Определить затраченное количество

<p>теплоты и изменение внутренней энергии газа.</p> <p><b>Вариант 22</b>  <b>Задача.</b> При температуре <math>t=207^{\circ}\text{C}</math> 2,5 кг некоторого газа занимают объём 0,8 куб. м. Определить давление газа, если удельная теплоёмкость <math>C_p = 519 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})</math> и <math>\gamma=1,67</math> ..</p> <p><b>Вариант 23</b>  <b>Задача.</b> Найти объём смеси, состоящей из азота массой 2,8 кг и кислорода массой 3,2 кг и имеющей температуру <math>17^{\circ}\text{C}</math> и давление 0,40 МПа.</p> <p><b>Вариант 24</b>  <b>Задача.</b> При изотермическом сжатии 2,8 кг окиси углерода объём его уменьшился в 4 раза. Определить работу сжатия, если температура газа <math>7^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p><b>Вариант 25</b>  <b>Задача.</b> В сосуде объёмом <math>1 \text{ дм}^3</math> содержится некоторый газ при температуре <math>17^{\circ}\text{C}</math>. Найти приращение давления газа, если вследствие утечки газа из него выйдет <math>10^{32}</math> молекул.</p>		
<p><b>Задание для показателя оценивания дескриптора «Владеет»</b></p>	<p>Вид задания</p>	<p>Уровень сложности</p>
<p>Проведение экспериментальных исследований и написание отчетов в рамках следующих лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лабораторная работа «Измерение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити».</li> <li>2. Лабораторная работа «Определение коэффициента внутреннего трения жидкости».</li> <li>3. Лабораторная работа «Измерение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении».</li> <li>4. Лабораторная работа «Определение отношения изобарной и изохорной теплоемкостей газа».</li> <li>5. Лабораторная работа «Определение изменения энтропии при фазовом переходе».</li> <li>6. Лабораторная работа «Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом».</li> <li>7. Лабораторная работа «Определение удельной теплоемкости твердых тел».</li> <li>8. Лабораторная работа «Определение коэффициента теплопроводности металла».</li> <li>9. Лабораторная работа «Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости».</li> </ol>	<p>практический, защита отчета по лабораторной работе</p>	<p>В – конструктивный</p>

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Текущий контроль предназначен для проверки качества формирования компетенций, уровня овладения теоретическими и практическими знаниями, умениями и навыками. Оценивание знаний теоретического материала по каждому разделу проводится

путем письменного опроса и на коллоквиуме. Умение решать практические задачи проверяется проведением контрольной работы по соответствующему разделу и выполнением лабораторных работ.

**Критерии оценивания письменного опроса, проверяемые компетенции: ОК-7, ОПК-1, ПК-5**

Зачтено	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой
Не зачтено	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

**Критерии оценивания теоретического коллоквиума, проверяемые компетенции: ОК-7, ОПК-1, ПК-5**

Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания по предмету.
Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.
Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.
Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

**Критерии оценивания контрольных работ, проверяемые компетенции: ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-5**

Отлично	Все задачи решаются полностью: приводится верное аналитическое решение, делается правильный расчет.
Хорошо	Приведены решения задач контрольной работы, но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход решения, допущены ошибки при вычислении численных результатов. Общая доля невыполненных заданий не превышает 5–7 % от общего объема контрольной работы.
Удовлетворительно	Приведены решения не всех заданий контрольной работы, есть существенные недостатки при выводе аналитических выражений, не проведены численные расчеты. Общая доля невыполненных заданий составляет не более 50 % от общего объема контрольной работы.
Неудовлетворительно	Решение задание приведены неверно или вовсе отсутствуют. Общая доля невыполненных заданий составляет более 50 % от

	общего объема контрольной работы.
--	-----------------------------------

**Критерии оценивания устного опроса при защите отчетов по лабораторной работе, проверяемые компетенции: ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-2, ПК-5**

Зачтено	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой
Не зачтено	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

**Критерии оценивания отчета по лабораторной работе, проверяемые компетенции ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-2, ПК-5:**

Зачтено	Отчет выполнен в соответствии с предъявляемыми требованиями. Студент знает методику выполнения лабораторной работы. Полученный в работе результат в пределах погрешности совпадает с табличным значением.
Незачтено	Имеются замечания по оформлению отчета. Студент плохо знает методику выполнения лабораторной работы. Полученный в работе результат, в пределах погрешности не совпадает с табличным значением.

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине**

**Методические рекомендации по подготовке к экзамену**

*Экзамен* является итогом работы студента в течение семестра или учебного года. Чтобы успешно сдать экзамен необходимо систематически и упорно работать над освоением материала в течение всего обучения дисциплине.

Подготовка к экзамену требует определенного алгоритма действий. Прежде всего, необходимо ознакомиться с вопросами, которые выносятся на зачет. На основе этого надо составить план повторения и систематизации учебного материала. Нельзя ограничиваться только конспектами лекций, следует проработать нужные учебные пособия, рекомендованную литературу. В отдельной тетради на каждый вопрос экзамена следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, цифры).

Если отдельные вопросы программы остаются неясными, их необходимо написать на полях конспекта, чтобы выяснить на консультации. Основные положения темы (правила, законы, определения и др.), после глубоко осознания их сути, следует заучить, повторяя несколько раз. Важнейшую информацию следует обозначать другим цветом, это помогает лучше ее запомнить.

Следует постепенно переходить от повторения материала одной темы к другой. Когда повторен и систематизирован весь учебный материал, необходимо пересмотреть его еще раз уже со своими записями, проверяя мысленно, как усвоен материал.

**Условия допуска студента к экзамену**

Для того, чтобы быть допущенным к сдаче экзамена студенту необходимо выполнить следующие требования:

- 1) регулярно посещать аудиторные занятия по дисциплине (пропуск занятий не допускается без уважительной причины), в случае пропуска занятия студент должен быть готов ответить на зачете на вопросы преподавателя, взятые из пропущенной темы;
- 2) получит «зачтено» по результатам устного опроса,
- 3) студент должен точно в срок сдать домашние работы,
- 4) выполнить контрольные работы на оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно»;
- 5) сдать коллоквиум на оценку «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно»;

**Критерии оценивания теоретической части экзамена, проверяемые компетенции ОК-7, ОПК-1, ПК-5:**

Отлично	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое нестандартное решение.
Хорошо	Студент показывает, что он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое нестандартное решение., но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход ответа; допущены ошибки при вычислении численных результатов.
Удовлетворительно	Студент показывает, что он усвоил материал, последовательно, его излагает, умеет увязывать теорию с практикой, частично справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий, есть существенные недостатки при выводе аналитических выражений, не проведены численные расчеты.
Неудовлетворительно	Студент показывает, что он не усвоил материал, плохо его излагает, не умеет увязывать теорию с практикой, не справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, затрудняется с ответом при видоизменении заданий, не правильно обосновывает принятое решение.

**Критерии оценивания практической части экзамена (задача) , проверяемые компетенции ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ОПК-3, ПК-2, ПК-5:**

Отлично	Решение задачи правильно и студент, объясняя его, показывает, что он умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний.
Хорошо	Решение задачи правильно и студент, объясняя его, показывает, что он умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход ответа; допущены ошибки



	при получении численных результатов.
Удовлетворительно	При решении задачи не получен ответ и приведено неполное решение задачи, но используемые формулы и ход приведенной части решения верны.
Неудовлетворительно	При решении задачи получен неверный ответ, связанный с грубой ошибкой, отражающей непонимание студентом используемых формул и законов.