

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

 А.М. Лихтер

«03» июня 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики

 А.М. Лихтер

«03» июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Молекулярная физика*

Составители:

Алькова Ольга Михайловна

к.п.н., доцент, доцент кафедры  
общей физики

Направление подготовки

**03.03.02 ФИЗИКА**

Направленность (профиль) ОПОП

**ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА**

Квалификация (степень)

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Курс

**1 (ФБ-11)**

Год приема

**2021 год**

Астрахань, 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. *Целью освоения* дисциплины (модуля) «Молекулярная физика» является:

- познакомить студентов с теоретическими и экспериментальными методами изучения молекулярных систем, их свойствами, моделями и происходящими в них явлениями,
- подготовить студентов к изучению последующих разделов общей и теоретической физики.

1.2. *Задачи освоения* дисциплины (модуля) «Молекулярная физика» являются:

- сформировать 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;
- обучить студентов методам решения задач по дисциплине;
- сформировать у студентов научное мышление, умение видеть естественно – научное содержание проблем, возникающих в практической деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.08.02 Молекулярная физика относится к базовой части.

«Молекулярная физика» представляет собой раздел курса общей физики, в котором рассматриваются свойства макроскопических систем, состоящих из огромного числа молекул и атомов. При изучении вопросов, связанных с физикой газов, жидкостей и твердых тел, студенты получают представление о различии между динамическими и статистическими закономерностями, о вероятности события и вероятности состояния, о флуктуации, распределении как способе задания состояния системы, знакомят с распределениями Максвелла и Больцмана. Статистический подход является существенным и при изучении тепловых явлений и свойств вещества.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые такими предшествующими дисциплинами как: курсы математики и физики средней школы, а также дисциплины «Механика» и курсов математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры.

Знания: знать основные понятия и законы.

Умения: решать задачи на применение законов физики.

Навыки: применять основные понятия и законы в конкретной ситуации.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Освоение дисциплины «Молекулярная физика» необходимо при последующем изучении дисциплин «Физика конденсированного состояния. Термодинамика», «Квантовая и статистическая физика», «Физика атома и

атомных явлений», «Методы математической физики», «Физика конденсированного состояния».

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

Дисциплина «Молекулярная физика» изучается в течение 2 семестра общим объемом 216 часов (6 ЗЕ). Из них:

2 семестр 216 часов (38 лекций, 38 практических/семинарских занятий, 18 часов курсовая работа, 122 часа самостоятельная работа, экзамен).

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональных (ОПК): ОПК – 1. Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Таблица 1

#### Декомпозиция результатов обучения

Кодкомпетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-1	ИОПК-1.1.1. знать теоретические основы и основные понятия, законы, раздела «Молекулярная физика», в том числе термодинамики, основ кристаллографии в профессиональной деятельности, а также методы теоретического и экспериментального исследования.	ИОПК-1.2.1. уметь использовать базовые знания раздела «Молекулярная физика», в том числе термодинамики, основ кристаллографии, теоретические основы, основные понятия и законы в профессиональной деятельности, применять методы теоретического и экспериментального исследования.	ИОПК-1.3.1. владеть навыками использования знаний раздела «Молекулярная физика», в том числе термодинамики, основ кристаллографии, в профессиональной деятельности, применения методов теоретического и экспериментального исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:** теоретические основы, законы и модели молекулярной физики;

**УМЕТЬ:** уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;

**ВЛАДЕТЬ:** приемами и навыками решения конкретных задач по молекулярной физике, что будет способствовать развитию логического мышления, необходимого для решения прикладных и фундаментальных задач в дальнейшей профессиональной деятельности.

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

Дисциплина «Молекулярная физика» изучается в течение 2 семестра общим объемом 216 часов (6 ЗЕ). Из них:

2 семестр 216 часов (38 лекций, 76 практических/семинарских занятий, 18 часов курсовая работа, 102 часа самостоятельная работа, экзамен).

Таблица 2.

Структура и содержание дисциплины (модуля) Молекулярная физика

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Семестр	Неделя	Контактная работа (в часах)						Самост. Работа	Формы контроля
				Л	ПЗ	ЛР	курс				
1.	<b>Раздел 1</b> <b>Молекулярная физика</b> Основы молекулярно-кинетической теории газов	2	1-2	4	8					10	Тест, контрольная работа 1, коллоквиум, экзамен
2.	Газовые законы	2	3	2	6					8	
3.	Элементы классической статистики Максвелла-Больцмана	2	3-4	2	8					10	
4.	Явления переноса в газах. Элементы газодинамики	2	5-6	4	8					8	
5.	<b>Коллоквиум 1</b>	2	7	2	2					10	
6.	<b>Раздел 2</b> <b>Термодинамика</b> Основы термодинамики	2	7-9	6	12					10	Тест, контрольная работа 2, коллоквиум, экзамен
7.	Второе начало термодинамики	2	9-12	4	12					10	
8.	<b>Раздел 3</b> Реальные газы	2	13-15	6	8					8	
9.	<b>Раздел 4</b> Твердое и жидкое состояния	2	14-16	6	10					8	

10.	Коллоквиум 2	2	17-19	2	6				10	
11.	Курсовая работа	2					18		10	Курсовая работа
	<b>Всего за II семестр 216 часов</b>			38	76		18		84	

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; ГК – групповые консультации; ИК – индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; АИ – аттестационные испытания промежуточной аттестации обучающихся.

### Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	<b>Раздел 1 Молекулярная физика</b>	40
2	<b>Раздел 2 Термодинамика</b>	28
3	<b>Раздел 3 Реальные газы</b>	18
4	<b>Раздел 4 Твердое и жидкое состояния</b>	16
		84

Таблица 3.

**Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций**

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛ-ВО ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ	
		1	Σ ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО КОМПЕТЕНЦИЙ
<b>Раздел 1 Молекулярная физика</b>	42	ОПК-1	1
<b>Раздел 2 Термодинамика</b>	34	ОПК-1	1
<b>Раздел 3 Реальные газы</b>	14	ОПК-1	1
<b>Раздел 4 Твердое и жидкое состояния</b>	16	ОПК-1	1
<i>Итого</i>	<i>106</i>		

### Молекулярная физика

Методические рекомендации для студентов специальности  
03.03.02 «Физика»

**Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории газов**

Основные представления молекулярно-кинетической теории газов. Макроскопические системы. Статистика и термодинамика. Давление газа. Абсолютная температура. Идеальный газ. Термодинамические параметры состояния системы. Процесс.

### **Тема 2. Газовые законы**

Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основное уравнение кинетической теории газов. Постоянная Больцмана. Молекулярно-кинетическое истолкование абсолютной температуры и давления. Измерение температуры.

### **Тема 3. Элементы классической статистики Максвелла-Больцмана**

Распределение скоростей молекул по Максвеллу. Средняя скорость, средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Средняя квадратичная скорость. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла, опыт Штерна. Идеальный газ в однородном поле тяготения. Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана. Экспериментальное определение числа Авогадро.

### **Тема 4. Явления переноса в газах**

Среднее число столкновений молекул газа и средняя длина их свободного пробега. Явление переноса в газах: диффузия, вязкость и теплопроводность. Теплопроводность и внутреннее трение при низком давлении. Получение технического вакуума. Течение газов при малых давлениях. Молекулярное течение смеси газов. Разделение газовых смесей.

### **Тема 5. Основы термодинамики**

Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Равновесные процессы. Внутренняя энергия системы. Параметры состояния. Квазистатистические процессы. Внутренняя энергия. Работа и теплота как форма обмена энергией между системами. Первое начало термодинамики.

Степень свободы движения молекул. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость идеального газа. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Адиабатные процессы. Уравнения адиабаты идеального газа. Работа при адиабатном процессе. Скорость звука в газе.

### **Тема 6. Второе начало термодинамики**

Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Тепловые машины и их коэффициент полезного действия. Цикл Карно и его КПД. Теоремы Карно. Реальные циклы. Второе начало термодинамики. Приведенная теплота. Энтропия. Закон возрастания энтропии в изолированной системе. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Теорема Нернста.

### **Тема 7. Реальные газы**

Силы межмолекулярного взаимодействия и агрегатные состояния вещества. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сопоставление изотермы Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов и получение низких температур.

Фазовые превращения. Фазовые диаграммы. Равновесие жидкостей и пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Влажность.

## **Тема 8. Свойства жидкого состояния**

Кристаллические и аморфные тела. Физические типы кристаллов. Строение и свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления. Растворы. Осмотическое давление.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

При разработке учебных программ по ФГОС-3 поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо использовать в первую очередь методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

На кафедре отработана специальная методика чтения лекций, соответствующая современным требованиям компетентностного подхода. При разработке таких лекций для разных дисциплин закладываются общие подходы, которые включают:

- выявление проблем и противоречий, которые диктуются условиями производства;

- системный подход, предполагающий декомпозицию сложной проблемы на самостоятельные более простые блоки;

- оценка возможности моделирования производственных ситуаций и оптимизация решений на модели.

Организационно такая форма изучения материала реализуется в следующей последовательности:

- на первом занятии все учебные материалы (включая лекции) выдаются студентам в электронном виде;

- весь учебный материал разделяется на блоки (темы);

- студенты изучают материалы по темам самостоятельно (самостоятельная работа по подготовке к занятиям);

- на занятиях по расписанию преподаватель обучает студентов группы в активной или интерактивной формах, используя подробную презентацию с примерами и проблемными ситуациями;

- в активной форме студенты под руководством преподавателя обосновывают оптимальное решение поставленной задачи.

- часть занятий в группе по итогам самостоятельного освоения нескольких тем проводится в интерактивной форме, при этом формируется проблемная творческая задача, которая не имеет однозначного решения. Студенты делятся на 3...4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме.

При проведении лекционных занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентностного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения на лабораторных, практических занятиях, а также при курсовом и дипломном проектировании.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

#### **1. Лекция-беседа**

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет:

- привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия;

- менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний.

Необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

**В лекции с эвристическими элементами** также присутствуют элементы **лекции-беседы**.

## **2. Лекция с эвристическими элементами**

В переводе с греческого «эврика» означает «нашел», «открыл». Исходя из этого, в процессе изложения учебного материала перед студентами ставится задача и они, опираясь на имеющиеся знания, должны:

- найти собственное (индивидуальное, коллективное) решение;
- сделать самостоятельное открытие;
- принять самостоятельное, логически обоснованное решение.

Планирование данного типа лекции требует от преподавателя заранее подобранных задач с учетом знаний аудитории.

## **3. Лекция с элементами обратной связи.**

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

## **4. Лекция с решением производственных и конструктивных задач.**

Такая лекция представляет собой разновидность проблемной системы обучения.

Производственная задача – это ситуация, которая кроме материала для анализа (изучения) должна содержать проблему, решение которой предполагает значительный объем знаний, полученных на предыдущих занятиях по данному и по другим предметам.

Такой метод способствует совершенствованию навыков работы с полученной информацией и развитию логического мышления, а также самостоятельному поиску необходимой информации.

## **5. Лекция с элементами самостоятельной работы студентов**

Представляет собой разновидность занятий, когда после теоретического изложения материала требуется практическое закрепление знаний (именно по данной теме занятий) путем самостоятельной работы над определенным заданием. Оптимально для применения на лекциях по спецпредметам.

Очень важно при объяснении выделять основные, опорные моменты опираясь на которые, студенты справятся с самостоятельным выполнением задания. Следует обратить внимание и на часто встречающиеся (возможные) ошибки при выполнении данной самостоятельной работы.

## **6. Лекция с решением конкретных ситуаций.**

Организация активной учебно-познавательной деятельности построена на анализе конкретных ситуаций (микроситуации и ситуации-проблемы).

*Микроситуация* выражает суть конфликта, или проблемы с весьма схематичным обозначением обстоятельств. Требуется от студентов новых самостоятельных выводов, обобщений, заостряет внимание на изучаемом материале (примерами могут служить примерами микроситуации, происходящие в процессе лекционного материала).

*Ситуации*-проблемы, или ситуации, в которых студентам предлагается не только дать анализ сложившейся обстановки, но и принять логически обоснованное решение, т.е. решить ситуационную задачу.

Преподаватель должен продумать, что дано, что требуется сделать в данной ситуации? Характер вопросов может быть следующим:

1. В чем заключается проблема?
2. Можно ли ее решить?
3. Каков путь решения, т.е. каково решение исследовательской задача.

Важно понимать! Ситуационная задача является источником творческого мышления: от простого словесного рассуждения - к практическому решению задачи.

#### **7. Лекция с коллективным исследованием**

По ходу излагаемого материала студентам предлагается совместно вывести то или иное правило, комплекс требований, определить закономерность на основе имеющихся знаний.

Подводя итог рассуждениям, предложениям студентов, преподаватель дает правильное решение путем постановки необходимого вопроса, например: отчего зависит качество изделия, отчего зависит прочность, отчего зависит экономичность?

#### **8. Групповая консультация**

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (написание рефератов, выполнение курсовых работ, сдача экзаменов, подготовка технических конференций);
- если студенты самостоятельно изучают нормативный, справочный материал, инструкции, положения;
- при заочной форме обучения – обзорные занятия, индивидуальные консультации.

После лекции другими не менее важными формами учебной работы в высшем учебном заведении являются групповые практические, семинарские, лабораторные занятия. Эти виды учебных занятий служат для дальнейшего уяснения и углубления сведений, полученных на лекциях, а так же для приобретения навыков применения теоретических знаний на практике. А контроль полученных студентом в течение учебного года знаний и навыков осуществляется посредством промежуточной аттестации, которая проводится в соответствии с учебным планом и учебными программами в форме сдачи курсовых работ или проектов, экзаменов и зачетов.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

### **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

**Самостоятельная работа студентов** – это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов-заочников занимает до 90% бюджета времени, отводимого на освоение образовательной программы, и требует постоянного контроля и корректировки.

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором

преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Читением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов.

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач.

Перед лабораторной работой обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя. В процессе конспектирования обучающийся теоретически знакомится с предстоящим заданием или получает общее представление о том, что необходимо будет сделать лабораторной работе.

Для самостоятельной подготовки студентам предлагается доступ к сайту дистанционного обучения <http://moodle.asu.edu.ru/>, на котором выложены лекционные материалы, материалы к практическим занятиям, включающие разобранные задачи и задачи для самостоятельного решения с ответами, тренировочные тесты, сайте логином и паролем для доступа является номер зачетной книжки.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические тесты, тематические срезы, контрольные работы, отчеты по лабораторным работам.

#### **Дистанционное тестирование**

Дистанционное (интерактивное) тестирование проводится с целью подготовки и ознакомления обучающегося с примерными вопросами контрольного тестирования, которое будет проводиться в аудитории.

После завершения изучения на практических и лабораторных работах очередной проводится репетиционное тестирование на едином образовательном портале. Результаты репетиционного дистанционного тестирования могут быть зачтены преподавателем в качестве результата контрольного тестирования

#### **Подготовка к зачету (экзамену)**

Подготовка к зачету предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий;
- дистанционное тестирование по темам.

Перечень вопросов к зачету представлен в ФОСах. Баллы за зачет выставляются по критериям, представленным в ФОСах.

**Главная задача самостоятельной работы студентов** – развитие умения приобретать научные знания путем личных поисков, формирование активного интереса и вкуса к творческому, самостоятельному подходу в учебной и практической работе. В процессе самостоятельной работы студент должен

научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходить к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. Планирование самостоятельной работы студентов-заочников должно начинаться сразу после установочных лекций (от лат. lectio – «чтение» – это одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала).

**Таблица 4**

**Содержание самостоятельной работы обучающихся**

<i>Номер раздела (темы)</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>
1.	Основы молекулярно-кинетической теории газов	12
2.	Газовые законы	12
3.	Элементы классической статистики Максвелла-Больцмана	14
4.	Явления переноса в газах	12
5.	Основы термодинамики	14
6.	Второе начало термодинамики	14
7.	Реальные газы	14
8.	Свойства жидкого состояния	12
		104

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Программой предусматривается выполнение курсовых работ по дисциплине. По усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую вне аудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

**Общие требования оформления курсовой работы/доклада/реферата/контрольной работы**

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

левое – 25 мм;

правое – 10 мм;

нижнее – 20 мм;

верхнее – 20 мм

· **Оформление таблиц:**

· Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

· При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

· Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

· На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

· **Оформление иллюстраций:**

· Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

· Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

· На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

· Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

· Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

· Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

· Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

· Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

· При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

· **Приложения**

· Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

· В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

- Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.
- Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.
- Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.
- Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.
- В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.
- Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».
- Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.
- Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

#### **Представление.**

Письменная работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **6.1. Образовательные технологии**

При проведении *лекционных занятий* предусматривается использование ресурсов сети Интернет для демонстрации интерактивных моделей исследовательских установок и изучаемых процессов.

Используются формы *бинарных уроков*, во время которых для проведения инженерных расчетов интегрируются физика, математический анализ и изучаемая дисциплина.

При проведении семинаров используются элементы *деловой игры*: например, разбившись на команды, студенты проводят сравнительный анализ методов исследования структуры вещества.

При изложении курса преподавателю необходимо придерживаться основных принципов обучения: двигаться от простого к сложному, во взаимосвязи с другими курсами. Освоение теоретического курса должно сопровождаться решениями практических задач разного уровня сложности.

### **6.2. Информационные технологии**

При изучении дисциплины «Молекулярная физика» используется система управления обучением на платформе Moodle, созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2012 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного

обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для практических занятий, контрольные и тестовые задания, кейс-задачи. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий.

Для самостоятельной подготовки в настоящее время студентам предлагается доступ к сайту дистанционного обучения <http://moodle.asu.edu.ru/>, на котором выложены лекционные материалы, материалы к практическим занятиям, включающие разобранные задачи и задачи для самостоятельного решения с ответами, тренировочные тесты, для доступа на сайт логином и паролем для доступа является номер зачетной книжки.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, кейс-заданий и пр.

Методические указания рекомендуется приносить на каждое занятие, чтобы «отслеживать» рассмотрение вопросов предусмотренных для ответов на коллоквиумах. Кроме того необходимая литература выдается в электронном виде, в формате .djvu и pdf. Студенты перед каждой лекцией изучают материалы, полученные от преподавателя на предыдущей лекции. Для повышения рейтинга для студентов разработана система дополнительных занятий, включающих в себя исследовательские, технические и практические задания. Получить их можно в течение первых двух недель индивидуально.

С использованием изученных методов решения задач разбирают домашние задачи и представляют их на занятиях. Для выставления промежуточного и итогового рейтингов разработана система домашних и аудиторных контрольных работ.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические тесты, тематические срезы, контрольные работы.

### 6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: <https://biblio.asu.edu.ru>.
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
4. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»: [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
5. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ раздел «Легендарные книги».
6. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>

#### Перечень лицензионного учебного программного обеспечения

Наименование	Назначение
--------------	------------

программного обеспечения	
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013 , Microsoft Office Visio 2013	Офисная программа
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

В качестве форм **текущей** аттестации используются такие формы, как проверка домашних заданий, контрольные работы, устные опросы, коллоквиумы.

**Промежуточный** контроль имеет форму контрольной работы, в которой оценивается уровень овладения обучающимися знаниями по предмету.

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки успеваемости студентов во время последней контрольной недели семестра преподаватель подводит итоги работы каждого студента и объявляет результаты студентам. Однако если студент желает улучшить свой рейтинг по дисциплине, ему предоставляется право набрать дополнительные баллы – переписать контрольные работы, коллоквиум, пересдать тесты, выполнить дополнительные задания, участвовать в проекте и т.п.

Поскольку дисциплина преподается в течение одного семестра, для выставления итоговой оценки на экзамене выводится средний балл по дисциплине. В случае если средний балл составляет не менее 61, и студент согласен с итоговой оценкой, ему выставляется оценка согласно шкале перевода:

- до 59 баллов – «неудовлетворительно»;
- от 60 до 69 баллов – «удовлетворительно»;
- от 70 до 89 баллов – «хорошо»;
- от 90 до 100 баллов – «отлично».

Таблица 5.

### Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основы молекулярно-кинетической теории газов	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
2	Газовые законы	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
3	Элементы классической статистики Максвелла-Больцмана	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
4	Явления переноса в газах	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
5	Основы термодинамики	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
6	Второе начало термодинамики	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования

			2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
7	Реальные газы	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму
8	Свойства жидкого состояния	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования 2. Тестовые задания 3. Задание на контрольную работу 4. Вопросы к коллоквиуму

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ  
ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Этап (уровень) освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
<b>ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</b>						
Первый этап (уровень) Способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Владеть (VI ОПКЗ) – Методами решения физических задач; навыками применения на практике базовых профессиональных знаний	Не владеет	Наличие существенных ошибок в процессе применения метода решения задач; применения на практике базовых профессиональных знаний	Демонстрирует отдельные и не систематизированные навыки самостоятельного применения метода решения задач, применения на практике базовых профессиональных знаний, допускает существенные ошибки	Демонстрирует навыки самостоятельного применения методов решения задач, допускает единичные ошибки	Способен самостоятельно правильно описать методы решения задач; самостоятельно применять на практике базовые профессиональные навыки
	Уметь (УI ОПКЗ) – Применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования в конкретной ситуации; применять на практике	Не умеет	Не способен использовать теоретические знания при объяснении физических экспериментов и явлений в	Демонстрирует умение использовать теоретические знания при объяснении физических экспериментов и	Демонстрирует умение использовать теоретические знания при объяснении физических экспериментов и	Умеет использовать теоретические знания при объяснении физических экспериментов и явлений в

	базовые профессиональные навыки		конкретной ситуации	явлений в конкретной ситуации, допускает существенные ошибки	явлений в конкретной ситуации, допускает единичные ошибки	конкретной ситуации; применять базовые профессиональные навыки
	Знать (З1 ОПК3) – Основные понятия и законы, изучаемые в физике	Не знает	Испытывает сложности при описании основных понятий и законов, изучаемых в физике	Демонстрирует знание отдельных понятий и законов, изучаемых в физике	Имеет четкое представление об основных понятиях и законах, изучаемых в физике, допускает единичные ошибки	Имеет системное представление об основных понятиях и законах, изучаемых в физике

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

## **Вопросы для коллоквиумов, собеседования**

по дисциплине «Молекулярная физика»

### **Вопросы к коллоквиуму № 1**

*Молекулярная физика*

1. Основные представления молекулярно-кинетической теории газов. Макроскопические системы. Статистика и термодинамика.
2. Давление газа. Абсолютная температура.
3. Модель идеального газа. Термодинамические параметры состояния системы. Процесс.
4. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
5. Основное уравнение кинетической теории газов.
6. Средняя кинетическая энергия молекул.
7. Постоянная Больцмана. Молекулярно-кинетическое истолкование абсолютной температуры и давления. Измерение температуры.
8. Распределение скоростей молекул по Максвеллу.
9. Средняя скорость, средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Средняя квадратичная скорость.
10. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла, опыт Штерна.
11. Идеальный газ в однородном поле тяготения. Барометрическая формула.
12. Распределение Максвелла-Больцмана. Экспериментальное определение числа Авогадро.
13. Среднее число столкновений молекул газа и средняя длина их свободного пробега
14. Диффузия в газе.
15. Внутреннее трение в газе.
16. Теплопроводность в газе.
17. Теплопроводность и внутреннее трение в газе при низком давлении.
18. Получение технического вакуума.

### **Вопросы к коллоквиуму № 2**

*Термодинамика*

1. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Равновесные процессы. Внутренняя энергия системы.

2. Параметры состояния. Квазистатистические процессы. Внутренняя энергия. Работа и теплота как форма обмена энергией между системами. Первое начало термодинамики.
3. Степень свободы движения молекул. Распределение энергии молекул по степеням свободы.
4. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость идеального газа.
5. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.
6. Адиабатные процессы. Уравнения адиабаты идеального газа. Работа при адиабатном процессе.
7. Скорость звука в газе.
8. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Тепловые машины и их коэффициент полезного действия.
9. Цикл Карно и его КПД. Теоремы Карно. Реальные циклы.
10. Второе начало термодинамики. Приведенная теплота. Энтропия.
11. Закон возрастания энтропии в изолированной системе. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Теорема Нернста.
12. Силы межмолекулярного взаимодействия и агрегатные состояния вещества. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
13. Сопоставление изотермы Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами. Критическое состояние.
14. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов и получение низких температур.
15. Фазовые превращения. Фазовые диаграммы.
16. Равновесие жидкостей и пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Влажность.
17. Кристаллические и аморфные тела. Физические типы кристаллов.
18. Строение и свойства жидкого состояния.
19. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение.
20. Смачивание. Капиллярные явления. Растворы. Осмотическое давление.

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если полностью раскрыты вопросы коллоквиума, приведены необходимые определения, формулы, законы, чертежи и при ответе студентом даны ответы на все возникшие вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если полностью раскрыты вопросы коллоквиума, приведены необходимые определения, формулы, законы, чертежи, но при ответе студент не смог ответить на некоторые поставленные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если раскрыты вопросы коллоквиума, но приведены не все необходимые определения, формулы, законы, чертежи, а при защите ответе студент не смог ответить на поставленные вопросы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если вопросы коллоквиума не раскрыты.

## Комплект заданий для контрольной работы

### по дисциплине «Молекулярная физика»

#### Примерное задание для контрольной работы № 1

1. В сосуде объемом  $V=15\text{л}$  находится смесь азота и водорода при температуре  $T=23^\circ\text{C}$  и давлении  $p=200\text{ кПа}$ . Определить массу смеси и ее компонентов, если доля азота по массе равна  $0,7$ . *Ответ: масса смеси 6,97 г; масса азота 4,87г; масса водорода 2,1г .*
2. Во сколько раз плотность распределения молекул вблизи наиболее вероятной скорости больше их плотности вблизи среднеквадратичной скорости? *Ответ: в 1,1раза.*
3. Вблизи поверхности Земли отношение концентраций кислорода и азота в воздухе равно  $0,268$ . Найти это отношение на высоте  $h=10\text{км}$  при температуре воздуха  $0^\circ\text{C}$ . *Ответ: 0,224 .*
4. Во сколько раз коэффициент внутреннего трения кислорода больше коэффициента внутреннего трения азота? Температура газов одинакова.  
*Ответ:  $\frac{\eta_1}{\eta_2} = 0,86$ .*
5. Средняя длина свободного пробега молекул гелия при нормальных условиях  $0,23\text{ мкм}$ . Определить коэффициент диффузии гелия при этих условиях. *Ответ:  $D=92\text{ мм}^2/\text{с}$*

#### Примерное задание для контрольной работы № 2

1. Водород массой  $10\text{г}$  нагрели на  $\Delta T=200\text{К}$ , причем газу было передано количество теплоты  $Q=40\text{ кДж}$ . Найти изменение внутренней энергии газа  $\Delta U$  и совершенную им работу  $A$ . *Ответ:  $\Delta U \approx 20,8\text{ кДж}$  ;  $A \approx 19,2\text{ кДж}$  .*
2. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура  $T_1$  нагревателя в  $n=4$  раза выше температуры холодильника  $T_2$ . Какая часть получаемой от нагревателя теплоты  $Q^+$  в данном цикле отдается холодильнику. *Ответ:  $\frac{1}{4}$  часть .*
3. Какой слой воды можно носить в решетке с отверстиями диаметром  $3\text{мм}$ , покрытом парафином. *Ответ: в 9,3 мм.*
4. Найти давление насыщенного водяного пара при  $T=101,1^\circ\text{C}$ , если удельная теплота парообразования воды  $q=2,25\text{ кДж/г}$ . *Ответ: в 1,039 атм.*
5. Газ находится в критическом состоянии. Во сколько раз изменится давление  $p$  газа при одновременном увеличении температуры  $T$  и объема  $V$  газа в  $n=2$  раза. *Ответ: в 3,05 раз.*

### Примерные тестовые вопросы

#### по дисциплине «Молекулярная физика»

1. Основные представления МКТ.
2. Явления переноса в газах.
3. Основные понятия термодинамики.
4. Реальные газы.
5. Свойства жидкостей и твердых тел.

1. Найдите число молекул кислорода в баллоне объемом 10 л при температуре 300 К и давлении 5 атм.

- 1)  $5,6 \cdot 10^{23}$     2)  $2,2 \cdot 10^{22}$     3)  $1,2 \cdot 10^{23}$     4)  $7,4 \cdot 10^{20}$

2. Определите среднее значение кинетической энергии молекулы водорода при температуре 1000 К

- 1)  $3,45 \cdot 10^{-20}$  Дж    2)  $1,46 \cdot 10^{-21}$  Дж    3)  $8,34 \cdot 10^{-23}$  Дж    4)  $5,55 \cdot 10^{-20}$  Дж

3. Найдите среднюю скорость молекулы водорода при температуре 50 К

- 1) 540 м/с    2) 1250 м/с    3) 720 м/с    4) 330 м/с

4. Найдите среднюю квадратичную скорость молекулы кислорода при температуре 100 К

- 1) 376 м/с    2) 1280 м/с    3) 567 м/с    4) 279 м/с

5. Найдите наивероятнейшую скорость молекулы азота при температуре 200 К

- 1) 254 м/с    2) 344 м/с    3) 678 м/с    4) 910 м/с

6. Найдите среднюю длину свободного пробега молекул воздуха при нормальных условиях. Диаметр молекул принять равным  $3 \cdot 10^{-10}$  м.

- 1) 0,768 мкм    2) 0,56 мкм    3) 1,50 мкм    4) 0,12 мкм

7. Средняя длина свободного пробега молекул водорода равна 200 нм. Температура 0°C. Найти коэффициент диффузии.

- 1)  $2,44 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с    2)  $1,81 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с    3)  $3,58 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с    4)  $9,12 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с

8. Определить коэффициент диффузии, если вязкость воздуха при нормальных условиях равна 0,18 мПа·с.

- 1)  $0,44 \cdot 10^{-3}$  м/с    2)  $0,14 \cdot 10^{-3}$  м/с    3)  $0,19 \cdot 10^{-3}$  м/с  
4)  $0,16 \cdot 10^{-3}$  м/с

9. Плотность водорода при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  и давлении 5 атм. равна...

- 1)  $1,4 \text{ кг/м}^3$       2)  $0,2 \text{ кг/м}^3$       3)  $0,01 \text{ кг/м}^3$       4)  $0,4 \text{ кг/м}^3$

-

10. Найти среднее число столкновений за секунду молекул воздуха при  $100^{\circ}\text{C}$ , если средняя длина свободного пробега равна  $10^{-4} \text{ м}$

- 1)  $0,66 \cdot 10^8$       2)  $1,56 \cdot 10^8$       3)  $0,28 \cdot 10^8$       4)  $0,86 \cdot 10^8$

11. Кислород массой 1 кг сжимается адиабатически, температура при этом изменяется от 200 К до 300 К. Работа совершенная газом равна...

- 1)  $-64,8 \text{ кДж}$       2)  $-25,4 \text{ кДж}$       3)  $6,2 \text{ кДж}$       4)  $-26,4 \text{ кДж}$

12. Водород массой 0,2 кг расширяется от  $1 \text{ м}^3$  до  $1,1 \text{ м}^3$  при постоянном давлении 100 кПа. Количество теплоты, переданное газу равно....

- 1)  $25 \text{ кДж}$       2)  $16 \text{ кДж}$       3)  $35 \text{ кДж}$       4)  $89 \text{ кДж}$

13. В политропном процессе газ при давлении 1 ат. был сжат от объема  $0,2 \text{ м}^3$  до  $0,1 \text{ м}^3$ . Показатель политропы  $n=1,3$ . Работа, совершенная газом равна...

- 1)  $46 \text{ кДж}$       2)  $-15 \text{ кДж}$       3)  $-89 \text{ кДж}$       4)  $35 \text{ кДж}$

14. 10 г кислорода переходит от объема 15 л при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  к объему  $0,05 \text{ м}^3$  при температуре 300 К. Изменение энтропии при этом равно....

- 1)  $2,68 \text{ Дж/кг}$       2)  $1,85 \text{ Дж/кг}$       3)  $1,23 \text{ Дж/кг}$       4)  $1,69 \text{ Дж/кг}$

15. Тепловая машина, работающая по обратимому циклу Карно имеет температуру нагревателя  $200^{\circ}\text{C}$ . При получении от нагревателя 2 Дж теплоты машина совершает работу 1 Дж. Температура холодильника равна....

- 1)  $165,7 \text{ К}$       2)  $236,5 \text{ К}$       3)  $456 \text{ К}$       4)  $145,4 \text{ К}$

16. Тепловая машина, работающая по обратимому циклу Карно имеет температуру нагревателя  $200^{\circ}\text{C}$ . При получении от нагревателя 2 Дж теплоты машина совершает работу 1 Дж. КПД тепловой машины равен....

- 1)  $0,5$       2) )  $0,24$       3) )  $0,28$       4) )  $0,25$



25. Найдите наибольший объем, который может занимать один моль воды.  $\rho = 3,04 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ .

- 1)  $6,54 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$                       2)  $7,34 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$   
3)  $8,89 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$                       4)  $9,12 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$

26. Трубка имеет диаметр 1,5 мм. От нее отрывается сферическая капля воды при 20°C. Диаметр капли равен ....

- 1) 3,02 мм              2) 2,02 мм              3) 1,02 мм              4) 0,02 мм

27. Две сферические капли ртути радиусом 2 мм слились в одну. Энергия поверхностного слоя при этом изменилась на ....

- 1)                      2)                      3) 1,47 мДж                      4)

28. Мыльный пузырь при выдувании изменяет радиус от 1 см до 5 см. Работа против сил поверхностного натяжения равна....

- 1) 2,4 мДж                      2) 2,0 мДж                      3) 1,6 мДж  
4) 1,2 мДж

29. Между двумя квадратными стеклянными пластинами со стороной 5 см находится вода. Расстояние между пластинами 20 мкм. Мениск считать вогнутым с диаметром 20 мкм. Сила, прижимающая эти пластины равна...

- 1) 18,5 Н              2) 28,5 Н              3) 38,5 Н                      4) 48,5 Н

30. На какую высоту поднимется вода при температуре 20°C между двумя параллельными пластинами, расположенными на расстоянии 1 мм?

- 1) 4,4 мм              2) 14,3 мм              3) 24,5 мм              4) 34,1 мм

### Вариант 2

Выберите правильный ответ: Опытным подтверждением существования движения молекул является:

- 1) наблюдение с помощью оптического микроскопа  
2) фотография, полученная с помощью оптического микроскопа  
3) броуновское движение  
4) возникновение сил при упругих деформациях твердых тел  
5) все, что указано в 1 – 4.

1. Среднее расстояние между двумя молекулами в газообразном неоне при нормальных условиях

- 1) больше диаметра одной молекулы  
2) меньше диаметра одной молекулы

- 3) гораздо меньше диаметра молекулы
- 4) равно диаметру одной молекулы

1. Единицей измерения числа Авогадро является

- 1) моль<sup>-1</sup>
- 2) моль
- 3) кг<sup>-1</sup>
- 4) м<sup>3</sup>

1. Опытным подтверждением существования сил взаимодействия между частицами является

- 1) наблюдение с помощью оптического микроскопа
- 2) фотография, полученная с помощью электронного микроскопа
- 3) возникновение сил упругости при деформации тела
- 4) диффузия
- 5) все, что указано в 1 – 4.

1. Давление газа обусловлено

- 1) состоянием, при котором прекращается тепловое движение молекул
- 2) хаотическим движением частиц, взвешенных в жидкостях или газах. обусловленное столкновением с молекулами
- 3) степенью нагретости тела
- 3) совокупностью ударов молекул о данную поверхность
- 4) взаимным проникновением молекул соприкасающихся веществ, приводящим к их перемешиванию

1. Броуновское движение - это

- 1) состояние, при котором прекращается тепловое движение молекул
- 2) хаотическое движение частиц, взвешенных в жидкостях или газах. обусловленное столкновением с молекулами
- 3) характеристика степени нагретости тела
- 4) совокупность ударов молекул о данную поверхность
- 5) взаимное проникновение молекул соприкасающихся веществ, приводящее к их перемешиванию

1. Понятие температуры определяется следующим утверждением

- 1) состояние, при котором прекращается тепловое движение молекул
- 2) хаотическое движение частиц, взвешенных в жидкостях или газах. обусловленное столкновением с молекулами
- 3) характеристика степени нагретости тела
- 4) совокупность ударов молекул о данную поверхность
- 5) взаимное проникновение молекул соприкасающихся веществ, приводящее к их перемешиванию

2. Основное уравнение молекулярно – кинетической теории имеет вид:

1)  $v = \frac{N}{N_A}$

2)  $M = m_0 N_A$

3)  $P = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$

4)  $\bar{v}^2 = \bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2 + \bar{v}_z^2$

4. Уравнением состояния идеального газа являются следующие формулы:

1)  $PV = \frac{m}{M} RT$  2)  $P = \frac{\rho}{M} RT$

- 1) обе формулы
- 2) только первая
- 3) только вторая
- 4) ни одна из них

7. Средняя квадратичная скорость молекул идеального газа равна

1)  $v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$

2)  $v = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$

3)  $v = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}$

3. По формуле  $x = \frac{2\bar{E}}{3k}$ , где  $\bar{E}$  - средняя кинетическая энергия молекул или атомов идеального газа вычисляется

- 1) средняя кинетическая энергия молекул
- 2) давление газа
- 3) средняя скорость молекул
- 4) внутренняя энергия идеального газа
- 5) абсолютная температура идеального газа

8. Закон Фурье имеет следующий вид:

1)  $dM = -D \frac{d\rho}{dx} ds dt$

2)  $dF = -\eta \frac{dv}{dx} dS$

3)  $dQ = -K \frac{dT}{dx} dS dt$

13. Какое из уравнений определяет количество теплоты, сообщенное системе при изотермическом процессе?

- 1)  $dQ = dA$
- 2)  $dQ = C_v dT$
- 3)  $dQ = C_p dT$
- 4)  $dQ = 0$
- 5)  $dQ = CdT$

8. Закон Фика имеет следующий вид:

1)  $dM = -D \frac{d\rho}{dx} ds dt$

2)  $dF = -\eta \frac{dv}{dx} dS$

3)  $dQ = -K \frac{dT}{dx} dS dt$

8. Средняя длина свободного пробега молекул  $\langle \bar{\lambda} \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \pi \sigma^2 n}$  при увеличении температуры

- 1) не изменится
- 2) увеличится
- 3) уменьшится
- 4) это зависит от природы газа

### ***Тематика контрольных работ***

1. Молекулярное строение вещества. Законы идеальных газов.
2. Уравнение состояния идеальных газов. Смеси газов. Закон Дальтона.
3. Основное уравнение кинетической теории газов. Энергия молекул. Скорости молекул.
4. Распределение молекул по скоростям и кинетическим энергиям.
5. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
6. Явление переноса в газах: диффузия, внутреннее трение, теплопроводность.
7. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа.
8. Работа расширения газа. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.
9. Адиабатные процессы. Уравнения Пуассона.
10. Круговые процессы. Тепловые машины и их КПД. Цикл Карно.
11. Второе начало термодинамики. Энтропия.
12. Свойства жидкости. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления.

### ***Тематика курсовых работ***

1. Диффузия в твердых телах.
2. Структура и свойства ионных кристаллов.
3. Основные типы химических связей в твердых телах.
4. Диффузионные процессы при окислении металлов.

5. Диффузионные процессы в веществах разного агрегатного состояния.
6. Электрические свойства ионных кристаллов.
7. Диффузионные процессы в металлах при их химико-термической обработке.
8. Общие сведения о ферромагнетиках.
9. Общие сведения о дио- и парамагнетиках.
10. Материалы с особыми электрическими свойствами.
11. Материалы с особыми тепловыми свойствами.

### ***Перечень экзаменационных вопросов***

1. Идеальный газ. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
2. Основное уравнение кинетической теории газов.
3. Молекулярно-кинетическое представление абсолютной температуры. Постоянная Больцмана.
4. Распределение скоростей молекул по Максвеллу.
5. Измерение скоростей молекул. Опыт Штерна.
6. Барометрическая формула.
7. Распределение Больцмана-Максвелла.
8. Среднее число столкновений молекул газа. Средняя длина свободного пробега.
9. Диффузия в газах.
10. Внутреннее трение в газах.
11. Теплопроводность газа.
12. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие.
13. Работа и теплота как форма обмена энергией между системами.
14. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.
15. Степени свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа.
16. Теплоемкость идеального газа.
17. Адиабатные процессы. Уравнения Пуассона.
18. Работа при адиабатном процессе. Скорость звука в газе.
19. Обратимые и необратимые процессы.
20. Круговые процессы. Тепловые машины. КПД.

21. Цикл Карно. Холодильные машины.
22. Приведенная теплота. Энтропия.
23. Второе начало термодинамики.
24. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Оценка достижений студентов строится на основе системы БАРС (Приказ ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08) ознакомиться с которой можно по ссылке [http://asu.edu.ru/images/File/Ilil\\_5/ATT00072.pdf](http://asu.edu.ru/images/File/Ilil_5/ATT00072.pdf).

Максимальное количество баллов за работу

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<b>Основной блок</b>				
1.	Коллоквиум	2/2	20	
2.	Тетрадь с лекциями	1/1	4	
3.	Контрольная работа	2/2	30	
4.	Тетрадь по практике	1/1	6	
	<b>Всего</b>		60	
<b>Блок бонусов</b>				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях		4	
7.	Своевременное выполнение заданий		2	
	<b>Всего</b>		10	
<b>Дополнительный блок</b>				
8.	Экзамен			
<b>Итого</b>			100	

Система штрафов

Показатель	Баллы
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

При пересдаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая пересдача – 5 баллов
- вторая пересдача – 10 баллов

*Формирование итоговой оценки по дисциплине с использованием балльно-рейтинговой системы основывается на следующих критериях*

Характеристика ответа	Оцен ка	Рейтинговые баллы
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
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.	5+	96 - 100
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.	5	91 - 95
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя.	5-	86 - 90
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	4+	81 - 85
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	4	76 - 80
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.	4-	71 - 75
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.	3+	65 - 70

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.	3	60 - 64
Дан неполный ответ. Присутствует нелогичность изложения. Студент затрудняется с доказательностью. Масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений. В ответе отсутствуют выводы. Речь неграмотна. При ответе на дополнительные вопросы студент начинает осознавать существование связи между знаниями только после подсказки преподавателя.	3-	51 - 59
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.	2+	31 - 50

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

На первом занятии студенты (в лице старосты группы) получают от преподавателя методические рекомендации по изучению курса, которые включают темы и содержания занятий, вопросы к двум запланированным коллоквиумам и список необходимой литературы. Методические указания рекомендуется приносить на каждое занятие, чтобы «отслеживать» рассмотрение вопросов предусмотренных для ответов на коллоквиумах. Кроме того необходимая литература выдается в электронном виде, в формате .djvu и .pdf. Студенты перед каждой лекцией изучают материалы, полученные от преподавателя на предыдущей лекции. Для повышения рейтинга для студентов разработана система дополнительных занятий, включающих в себя исследовательские, технические и практические задания. Получить их можно в течение первых двух недель индивидуально.

С использованием изученных методов решения задач разбирают домашние задачи и представляют их на занятиях. Для выставления промежуточного и итогового рейтингов разработана система домашних и аудиторных контрольных работ.

Учебные материалы для подготовки к лекционным и практическим занятиям размещены на сайте <http://moodle.asu.edu.ru/>, логином и паролем для доступа является номер зачетной книжки.

Формы контроля: коллоквиумы, тематические тесты, тематические срезы, контрольные работы, отчеты по лабораторным работам.

На первом занятии студенты (в лице старосты группы) получают от преподавателя методические рекомендации по изучению курса, которые

включают темы и содержания занятий, вопросы к двум запланированным коллоквиумам и список необходимой литературы.

а) Основная литература:

1. Алыкова О.М. Молекулярная физика и основы термодинамики. Учебное пособие. Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2020. 224 с.
2. Борганцоев А.М., Алыкова О.М. Физический практикум. Молекулярная физика и термодинамика. учебное пособие. Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2010. 123 с.
3. Кикоин А. К., Кикоин И. К., Молекулярная физика (курс общей физики). 4-изд. СПб, Издательство: Лань, 2008 год. 480 стр.
4. Савельев И.В. Курс физики. т.1. Механика. Молекулярная физика. СПб, Издательство: Лань, 2007. —432 с.
5. Телеснин Р.В. Молекулярная физика СПб, Издательство: Лань, 2008. 368с.

б) Дополнительная литература:

6. Гершензон Е.М. и др. Молекулярная физика. М.: Академия, 2000, 273 с.
7. Джанколли, Д. Физика : в 2 т. : пер. с англ. / Д. Джанколли. – М. : Мир, 1989. – Т. 1. – 656 с., Т. 2. – 672 с.
8. Сахаров Д.И. Сборник задач по физике. - М Изд. Дом «ОНИКС 21 век», 2003.
9. Сборник задач по курсу общей физики. Под редакцией М.С. Цедрика. – М.: Просвещение, 1989.

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем».

<https://library.asu.edu.ru>

2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ».

<https://biblio.asu.edu.ru>

*Учетная запись образовательного портала АГУ  
(Регистрация в 905 аудитории. Пристрой)  
Доступ с компьютеров сети АГУ*

3. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

*Регистрация с компьютеров АГУ*

4. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Центр цифровой дистрибуции» «КНИГАФОНД». Электронно-библиотечная система разработана в целях легального хранения, распространения и защиты цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. Обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО

<http://elibrary.ru>

*Регистрация с компьютеров АГУ*

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Подготовлены мультимедийные презентации по каждой теме для лекционных занятий. В презентациях демонстрируются видеозаписи физических экспериментов, модели опытов, видеозадачи и компьютерные анимации для более глубокого осмысления теоретического материала курса.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

**Макет листа изменений в РПД (реализация началась до 2017 года)**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(наименование)

\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочей программе (модуле) дисциплины \_\_\_\_\_  
(название дисциплины)

по направлению подготовки \_\_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ учебный год

1. Включен раздел 9 «Информационные технологии»:

1.1. ....;

1.2. ....;

...

1.9. ....

2. Включен раздел 10 «Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся»:

2.1. ....;

2.2. ....;

...

2.9. ....

3. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:  
(элемент рабочей программы)

3.1. ....;

3.2. ....;

...

3.9. ....

Составитель

\_\_\_\_\_  
подпись

/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
ФИО, ученая степень, звание, должность