

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о проректора по учебной работе  
Ф.Д. Кодзоева  
«30» июня 2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.03 «Статистическая термодинамика конденсированных систем»**

Направление подготовки  
**04.04.01 Химия**

Направленность (профиль подготовки)  
**Физическая химия**

Квалификация выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

г. Магас, 2022

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Статистическая термодинамика конденсированных систем» являются:

- изучение теоретических основ классической и статистической термодинамики, фазовых равновесий применения термодинамических методов для решения химических проблем;
- формирование у магистрантов знаний и умений, позволяющих моделировать и проводить численные расчеты при описании различных видов химических и фазовых равновесий и свойств веществ в растворах.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	A/01.6	6
				Воспитательная деятельность	A/02.6	6
				Развивающая деятельность	A/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ Проведение работ в области химии	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6
26.008 Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий	А	Мониторинг состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	6	Осуществление экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий	A/01.6	6
				Оценка риска и осуществление мер профилактики возникновения очагов вредных организмов на поднадзорных территориях с применением природоохранных биотехнологий	A/02.6	6

				Разработка маркер- ных систем и пр- отоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов	A/06. 6	6
				Составление прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	A/04. 6	6

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Статистическая термодинамика конденсированных систем» относится к вариативной части обязательных дисциплин; изучается в 1 семестре.

Дисциплина представляет собой теоретическую основу для изучения последующих курсов химического профиля – физической химии, коллоидной химии, химической технологии, физико-химических методов исследования.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины: неорганическая химия, квантовая химия, физика, математика.

**Таблица 2.1.**

### **Связь дисциплины «Статистическая термодинамика конденсированных систем» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Статистическая термодинамика конденсированных систем»	Семестр
Б1.В.ОД.5	Термодинамика и МКТ необратимых процессов	1
Б1.В.10	Актуальные задачи современной физической химии	1
Б1.В.ДВ.4	Основные методы химического анализа	1

Таблица 2.2.

**Связь дисциплины «Статистическая термодинамика конденсированных систем» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

<b>Код дисциплины</b>	<b>Дисциплины, следующие за дисциплиной «Статистическая термодинамика конденсированных систем»</b>	<b>Семестр</b>
Б1.О.04	Химическая динамика элементарных процессов, катализ.	3
Б1.В.01	Современные проблемы физической химии	3
Б1.В.ДВ.04.01	Химическая кинетика и механизмы химических реакций	3

**Связь дисциплины «Статистическая термодинамика конденсированных систем» со смежными дисциплинами**

Таблица 2.3.

<b>Код дисциплины</b>	<b>Дисциплины, смежные с дисциплиной «Статистическая термодинамика конденсированных систем»</b>	<b>Семестр</b>
Б1.В.01	Современные проблемы физической химии	3
Б1.В.10	Термодинамика растворов	4

**В результате освоения дисциплины магистрант должен**

**Знать:**

- роль статистической термодинамики конденсированных систем как теоретического фундамента современной физической химии.
- статистическую термодинамику конденсированных систем как раздел физической химии и ее роли в современной химии;
- возможности применения основ квантовой механики к решению химических задач;
- об установлении связи между макроскопическим и микроскопическим подходами к изучению свойств веществ в равновесном состоянии.

**Уметь:**

- демонстрировать связь фундаментальных экспериментов с теорией с помощью известных математических методов; решать задачи по данной дисциплине.
- самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах;
- пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач;
- проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов ФХМА;
- проводить физико-химические расчеты;
- пользоваться справочной литературой;
- графически отображать полученные зависимости;
- анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований;
- вести научную дискуссию.

**Владеть:**

- основами дисциплины для решения практических задач;
- методикой проведения физико-химических исследований;
- современными приборами для физико-химических исследований.

### 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:

- а) универсальные (УК) – УК-1
- б) общепрофессиональных (ОПК) - ОПК-1;
- в) профессиональных (ПК) - ПК-3.

Таблица 3.1.

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины «Статистическая термодинамика конденсированных систем» с временными этапами освоения ее содержания**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:			
УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1. Анализирует проблему, анализируя ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<b>Знать:</b> свои личностные особенности и ресурсы <b>Уметь:</b> адекватно оценивать свои способности и возможности с соответствием конкретной ситуации <b>Владеть:</b> навыками самодиагностики личностных коммуникативных способностей в деловом взаимодействии
		УК-2. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	<b>Знать:</b> способы самосовершенствования своей деятельности с учетом своих личностных, деловых, коммуникативных качеств. <b>Уметь:</b> определять приоритеты личного и профессионального роста. <b>Владеть:</b> приемами целеполагания и планирования своей профессиональной
		УК-3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	<b>Знать:</b> возможные варианты решения типичных задач. <b>Уметь:</b> использовать инструменты непрерывного самообразования. <b>Владеть:</b> методиками саморазвития и самообразования
Общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения			
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и без данных профессионального	ОПК-1.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их	<b>Знать:</b> стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, правила ТБ <b>Владеть:</b> базовыми навыками проведения Химического эксперимента и оформления его результатов <b>Уметь:</b> проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам

	назначения		
		<b>ОПК-1.2.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	<b>Знать:</b> методы получения, идентификации Исследования веществ (материалов), Стандартные обработки результатов эксперимента <b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов <b>Уметь:</b> проводить многостадийный синтез, выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента
<b>ПК-3</b>	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работы выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	<b>ПК-3-1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет литературными данными.  <b>ПК-3.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	<b>Знать:</b> принципы работы на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований. <b>Уметь:</b> работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований, выбирать средства измерений, методику анализа, оценивать уровень загрязнений; анализировать современные материалы и средства регистрации информации; делать выбор средств и материалов регистрации информации при проведении научных исследований. <b>Владеть:</b> навыками выбора оптимального метода исследования функциональных материалов в зависимости от объема и целей исследования для решения поставленных задач на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Статистическая термодинамика конденсированных систем»

##### 4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, **108** час.

**Таблица 4.1.**

Вид учебной работы	Всего часов	1 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия	32	32
Лекции	16	16
лабораторные занятия (ЛЗ)	16	16

Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС)	76	76

**СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ  
(РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА  
АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ  
ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 4.2.**

№	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)										Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)					
			Контактная работа					Самостоятельная работа										
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Другие виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрол. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект) и др.
1.	Тема 1. Предмет и задачи статистической термодинамики	1	4	2	2	-	-	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
2.	Тема 2. Статистическая физика открытых систем	1	8	4	4	-	-	16	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
3.	Тема 3. Применение методов статистической термодинамики к задаче расчета термодинамических функций идеального газа	1	8	4	4	-	-	14	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
4.	Тема 4. Проблема учета межмолекулярных	1	4	2	2	-	-	20	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
5.	Тема 5. Молекулярно-статистическое описание	1	8	4	4	-	-	14	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

**4.2. Содержание дисциплины**

**Таблица 4.2**

Раздел, тема	Содержание программы учебной дисциплины
Тема 1.	<b>Предмет и задачи статистической термодинамики</b>
	Основные понятия и определения. Микро- и макросостояния. Канонические переменные и фазовое пространство классической механической системы, фазовая точка, фазовая траектория. Функция плотности распределения

	<p>вероятностей, ее свойства. Статистический ансамбль. Постулаты статистической термодинамики.</p> <p>Методы описания систем микрочастиц. Классическое квантовомеханическое описание системы микрочастиц. Теорема Луивилля, ее обобщение для квантовых систем. Проблема обоснования постулатов статистической термодинамики. Эргодичность, квазиэргодичность, «размещиваемость» (по Н.С.Крылову). Н-теорема Больцмана, ее современная трактовка, связь со вторым началом термодинамики. Распределения Гиббса. Общая схема вывода для квантовомеханических систем. Микроканоническое, каноническое и большое каноническое распределения. Переход к классической статистике</p>
<b>Тема 2</b>	<p><b>Статистическая физика открытых систем</b></p> <p>Большое каноническое распределение и большая статистическая сумма. Применение большого канонического распределения для определения среднего числа частиц в открытой системе. Выражение давления в открытой системе через большую статистическую сумму. Квантовый идеальный газ. Распределение Больцмана для больших числа частиц в данном квантовом состоянии. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Понятие о вырожденном и невырожденном газе.</p> <p>Флуктуации. Общая формула для вероятности флуктуации в изолированной системе. Понятие о мере (средней величине) флуктуации и относительной флуктуации. Теорема о зависимости относительной флуктуации от числа независимых частей системы. Распределение Гаусса для одного или нескольких величин. Флуктуации в системе, находящейся в термостате. Флуктуации основных физических величин. Связь флуктуации энергии и теплоемкости. Особенности флуктуации энергии при фазовых переходах и при низких температурах. Флуктуация плотности. Флуктуации в открытой системе. Формула для величины флуктуации числа частиц. Формула Пуассона.</p>
<b>Тема 3.</b>	<p><b>Применение методов статистической термодинамики к задаче расчета термодинамических функций идеального газа</b></p> <p>Связь термодинамических функций с молекулярными параметрами. Выражение статистической суммы идеального газа через статистическую сумму молекул. Возможность приближенного разделения уровней энергии молекул на составляющие. Колебательные, вращательные и электронные уровни энергии молекул. Представление статистической суммы молекул в виде произведения поступательной, вращательной, колебательной и электронной статистических сумм. Возможность классического расчета поступательной статистической суммы, формулы для поступательной статистической суммы.</p> <p>Расчеты статистических сумм разных форм молекулярного движения. Расчет колебательной статистической суммы молекул в гармоническом приближении. Задача расчета вращательной статистической суммы и выражения для вращательной статистической суммы двухатомных молекул. Задача расчета электронной статистической суммы и возможность выражения при не очень высоких температурах электронной статистической суммы основного состояния. Формула для энтропии одноатомного идеального газа (формула Сакура-Тетроде) и сравнение расчета энтропии по этой формуле с опытом для некоторых газов. Выражения для констант равновесия химических газовых реакций через молекулярные статистические суммы. Применение этих формул для расчетов степени ионизации газов.</p>



	Формула Саха.
<b>Тема 4.</b>	<b>Проблема учета межмолекулярных взаимодействий в статистической термодинамике</b>
	<p>Общий характер зависимости потенциальной энергии молекул от расстояния между центрами молекул. Формула Леннарда - Джонса. Случаи парных и непарных (специфических) взаимодействий молекул. Конфигурационный интеграл как сомножитель в выражении статистической суммы, отражающий взаимодействие молекул.</p> <p>Метод Майера разложения конфигурационного интеграла в ряд. Расчет конфигурационного интеграла в первом приближении метода Майера, групповые интегралы. Представление о диаграммной технике вычисления групповых интегралов. Термодинамические величины классической плазмы. Уравнения самосогласованного электрического поля электронов и ионов. Метод Дебая-Хюккеля. Дебаевский радиус. Метод корреляционных функций.</p>
<b>Тема 5.</b>	<b>Молекулярно-статистическое описание процесса адсорбции</b>
	<p>Статистическо - термодинамическое описание адсорбции. Анализ адсорбционного равновесия с использованием большого канонического ансамбля. Вириальное выражение для Гиббсовской адсорбции. Связь константы Генри с потенциальной энергией молекулы адсорбата в силовом поле адсорбента. Система атом-атомных потенциалов.</p> <p>Молекулярно-статистическая теория адсорбции на адсорбентах с однородной плоской поверхностью. ГТС как модельный адсорбент для молекулярно-статистических расчетов. Общие принципы построения потенциальной функции межмолекулярного взаимодействия «адсорбат-адсорбент». Модель двумерного идеального газа Уравнение Лопаткина.</p>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются традиционные образовательные технологии (лекции, семинары, практические работы) и активные инновационные образовательные технологии:

1. Семинар в диалоговом режиме применяется в основном при обсуждении выступлений магистрантов с докладами (рефератами)
2. Групповой разбор результатов контрольных работ
3. Встречи с сотрудниками и руководителями профильных лабораторий и предприятий - потенциальными работодателями выпускников.

В целом при изучении курса активные и интерактивные формы проведения занятий составляют не менее 30% аудиторных занятий.

### 4. Активные и интерактивные формы проведения учебных занятий по дисциплине «Статистическая термодинамика конденсированных систем»

*Таблица 5.1.*

№	Семестр	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии	Кол-во аудитор. часов
1.	1	Тема 1. Предмет и задачи статистической термодинамики	Интерактивная лекция.	4
2.	1	Тема 2. Статистическая физика открытых систем	Лекция с презентацией	4

3.	1	<b>Тема 3.</b> Применение методов статистической термодинамики к задаче расчета термодинамических функций идеального газа	Лекция с презентацией	4
4.	1	<b>Тема 4.</b> Проблема учета межмолекулярных взаимодействий в статистической термодинамике	Лекция с презентацией	4
5.	1	<b>Тема 5.</b> Молекулярно-статистическое описание процесса адсорбции	Лекция с презентацией	8

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **6.1. План самостоятельной работы студентов**

*Таблица 6.1.*

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	<b>Тема 1.</b> Предмет и задачи статистической термодинамики	Собеседование	Изучить предмет, задачи, методы. Некомпенсированная теплота. Скорость возникновения энтропии.	1,2,	10
2.	<b>Тема 2.</b> Статистическая физика открытых систем	Собеседование	Сильно неравновесные системы. Самоорганизация. Устойчивость стационарных состояний.	3,4,5	16
3.	<b>Тема 3.</b> Применение методов статистической термодинамики к задаче расчета термодинамических функций идеального газа	Собеседование	Скорость возникновения энтропии. Скорость возникновения энтропии при теплоотдаче. Открытые системы. Уравнение Гиббса и баланс энтропии.	5,6,7	14
4.	<b>Тема 4.</b> Проблема учета межмолекулярных взаимодействий в статистической термодинамике	Собеседование	Диффузия в системах с однородной температурой. Электрокинетические эффекты. Термоэлектрические явления. расчеты.	4,5,6	20
5.	<b>Тема 5.</b> Молекулярно-статистическое описание процесса адсорбции	Реферат	Линейный анализ устойчивости. Диссипативные структуры. Конструктивная роль необратимых процессов. Потеря устойчивости, бифуркации и нарушение симметрии. Нарушение хиральной симметрии	4,5,6	14

### **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы магистрантов**

Учебным планом направления подготовки 04.04.01. Химия по дисциплине «**Термодинамика и МКТ неравновесных процессов**» предусматривается самостоятельная работа магистранта, которая выполняется следующими видами самостоятельной работы: написание контрольной работы по дисциплине, сдача коллоквиума.

#### **6.2.1. Методические рекомендации по подготовке и сдаче коллоквиума**

**Коллоквиум** (в переводе с латинского «беседа, разговор») – форма текущего контроля знаний магистрантов, которая проводится в виде собеседования преподавателя и магистранта по самостоятельно подготовленной магистрантом теме.

Он применяется для проверки знаний по определенному разделу (или объемной теме) и принятия решения о том, можно ли переходить к изучению нового материала. Коллоквиум — это беседа с магистрантами, целью которой является выявление уровня овладения новыми знаниями. В отличие от семинара главное на коллоквиуме — это проверка знаний с целью их систематизации.

**Целью коллоквиума** является формирование у магистранта навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. Коллоквиум может проводиться по вопросам, обсуждавшимся на семинарах. Конкретные вопросы для коллоквиума магистрантам не сообщаются, однако заранее формулируются преподавателем. Предполагаемый объем ответа не должен быть большим (примерно 1,5-2 минуты), чтобы преподаватель мог успеть опросить всех магистрантов.

**От магистранта требуется:**

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Коллоквиум — это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у магистранта в процессе изучения данного источника.

Задача коллоквиума добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у магистранта стремление к чтению дополнительной экономической литературы.

**Подготовка к проведению коллоквиума.**

Подготовка к коллоквиуму предполагает несколько этапов:

1. Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума.

2. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму магистранту отводится 3–4 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и (по указанию преподавателя) конспектирование важнейших источников.

3. Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым магистрантом или беседы в небольших группах (3–5 человек).

4. Преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, контролирует конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания.

6. По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка, имеющая большой удельный вес в определении текущей успеваемости студента.

**Особенности и порядок сдачи коллоквиума.** Магистрант может себя считать готовым к сдаче коллоквиума по избранной работе, когда у него есть им лично составленный и обработанный конспект сдаваемой работы, он знает структуру работы в целом, содержание работы в целом или отдельных ее разделов (глав); умеет раскрыть рассматриваемые проблемы и высказать свое отношение к прочитанному и свои сомнения, а также знает, как убедить преподавателя в правоте своих суждений.

Проведение коллоквиума позволяет магистранту приобрести опыт работы над первоисточниками, что в дальнейшем поможет с меньшими затратами времени работать над литературой по курсовой работе и при подготовке к зачету

### **6.3. Текущий и итоговый контроль успеваемости проводится в форме коллоквиумов.**

#### **Вопросы к коллоквиуму и зачету:**

1. Основные идеи и понятия. Степени свободы, типы пространства и ансамблей.
2. Статистическая сумма по состояниям. Среднее по времени и энергии.
3. три постулата статистической термодинамики и теорема Луивилля.
4. Три статистические функции распределения, вывод и сопоставление.
5. вывод уравнения для расчета сумм по состояниям для систем с дискретными уровнями энергии. Факторы Больцмана и Гиббса.
6. Связь термодинамических величин с суммой по состояниям.
7. Энтропия в статистической термодинамике, отрицательные температуры.
8. Сумма по состояниям поступательного движения, классический и квантовый варианты.
9. Распределения молекул по скоростям одномерного и трехмерного движения. Уравнение состояния идеального газа и число ударов о стенку.
10. Термодинамические функции поступательного движения частиц. Парадокс Гиббса.
11. Колебательная сумма по состояниям. Квантовый и классический варианты.
12. Вклад колебаний в термодинамические функции, замороженные степени свободы.
13. Вращательная сумма по состояниям. Расчет суммы для разных интервалов температур.
14. Вклад вращательной суммы в термодинамические функции.
15. Теорема о равном распределении энергии.
16. Внутренние вращения.
17. Электронная и ядерная суммы по состояниям.
18. Термодинамика идеального газа, расчет константы химического равновесия.
19. Проблемы описания свойств реальных систем. Конфигурационный интеграл.
20. Межмолекулярное взаимодействие. Потенциалы типа Сазерленда и Леннарда-Джонса.
21. Групповые интегралы, функция Майера.
22. Вывод уравнения Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний.
23. Применение статистической термодинамики для описания свойств кристаллов.
24. Расчет энергии кристаллической решетки.
25. Определение теплоемкости кристаллов по Эйнштейну и Дебаю.
26. Электронный газ.
27. Дефекты в кристаллах. Модели Шоттки и Френкеля. Конфигурационная энтропия.
28. Кооперативные явления в кристаллах.
29. Вывод изотермы адсорбции Лэнгмюра.
30. Модельные представления о строении жидкостей.
31. Теории ячеек или свободного объема. Объяснение свойств регулярных и атермальных растворов.
32. Бинарная функция распределения для жидкостей.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Учебная литература:**

#### **а) основная литература**

1. Дмитриев А.В. Основы статистической физики материалов. М. Изд-во МГУ, 2004.
2. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи. М.: МГУ, 2005.
3. Ягодовский В.Д. Статистическая термодинамика в физической химии. М.: БИНОМ, 2005.
4. Физическая химия. В двух книгах. /Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа,

- 1995г., 2001. Строение вещества. Термодинамика.
5. Стромберг А.Г., Д.П. Семченко. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999г.
  6. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991г.
  7. Кудряшов И.В., Каретников Г.С. Сборник примеров и задач по физической химии. М.: Высшая школа, 1991г.

#### **б) дополнительная литература**

1. Курс физической химии /под редакцией Герасимова Я.И., М.:Химия, 1969 (т.1), 1973 (т.2.0)
2. Авгуль Н.Н., Киселев А.В., Пошкус Д.П. Адсорбция газов и паров на однородных поверхностях. М.:Химия, 1975.
3. Гиббс Дж.В. Термодинамика и статистическая физика. М.: Наука, 1982.
4. Киселев А.В. Физическая химия. Современные проблемы /Под редакцией Я.М.Колотыркина. М.:Химия, 1982.
5. Кубо Р. Статистическая механика. М.:Мир, 1967.
6. Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции. М.:Изд-во МГУ, 1982.
7. Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии. М.:Высшая школа, 1982.
8. Шиллинг Г. Статистическая физика в примерах. М.:Мир, 1976.

#### **7.2. Интернет-ресурсы**

<http://fizrast.ru/sitemap.html>  
<http://www.don-agro.ru>  
<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>  
<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)  
<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека  
<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека  
<http://primo.nl.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

#### **7.3. Программное обеспечение**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Консультант”
  - 1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 7.1.

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

#### 7.4. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины/«Статистическая термодинамика конденсированных систем»

**Материально-техническая база университета** позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и практических занятий.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Статистическая термодинамика конденсированных систем»:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Используемое общее и специализированное учебное оборудование, наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий с перечнем основного лабораторного оборудования, средств измерительной техники приведены в табл. 7.2.

**Перечень технических средств, используемых при осуществлении  
образовательного процесса по дисциплине**

*Таблица 7.2.*

<b>№ п/п</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1.	Лаборатория
2.	Центрифуга
3.	Прибор для определения пористости Pascal 140 Evo
4.	Компьютеры (2 шт.)
5.	Микроскопы бинокулярные Микмед 6
6.	Электронные лабораторные весы CASMWP-300H, ЕК-300i
7.	рН-метры
8.	Химические реактивы
9.	Лабораторная посуда (предметные и покровные стекла, препаровальные иглы и др.)
10.	Экспериментальная (промышленная) установка Дуга-4М
11.	Спектрофотометр двухлучевой Specord 210 Plus
12.	Установка У-СТРГ
13.	ИК Фурье-спектрометр «ИнфраЛЮМ ФТ-»
14.	СВЧ-минерализатор «Минотавр-2»
15.	Установка дифференциально-термического и термографического анализа «Термоскан-2»
16.	Спектрометр атомно-абсорбционный «МГА-915»
17.	Мельница лабораторная ЛМ 202
18.	Электродпечь SNOL 7.2./1100
19.	Система капиллярного электрофореза Капель-105
20.	Анализатор жидкости «ФЛЮОРАТ-02-3М»

17.	Мельница лабораторная ЛМ 202
18.	Электрод печь SNOL 7.2./1100
19.	Система капиллярного электрофореза Капель-105
20.	Анализатор жидкости «ФЛЮОРАТ-02-3М»



Рабочая программа дисциплины «Статистическая термодинамика конденсированных систем» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01.Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «13» июля 2017г. № 655 .

Программу составила:

к.т.н., профессор кафедры химии А.Д. Арчакова  
(должность, Ф.И.О.)

Программа одобрена на заседании кафедры химии  
Протокол № 9 от «20» июня 2022 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом химико-биологического\_факультета  
Протокол № 10 от «21» июня 2022 года

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета  
Протокол № 10 от «29» июня 2022г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой