

**(МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР и КО

_____ **Льянова С.А.**

« 29 » июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНО –КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ
НЕОБРАТИМЫХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки /специальность: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки: «Физическая химия»

Программа подготовки: академическая магистратура

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

**Магас
2023**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория (МКТ) необратимых процессов» являются:

- изучение теоретических основ классической и статистической термодинамики необратимых процессов, то есть процессов в реальных химических системах, являющихся неотъемлемой частью термодинамики равновесных процессов;
- формирование у магистрантов знаний и умений, позволяющих моделировать и проводить численные расчеты при описании различных видов химических равновесий реальных химических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Термодинамика и МКТ неравновесных процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1; изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Термодинамика и МКТ неравновесных процессов» представляет собой теоретическую основу для углубленного изучения термодинамики и физической химии в целом, а также изучения таких курсов химического профиля как коллоидной химии, химии твердого тела, химической технологии, физико-химических методов исследования.

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

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Термодинамика и МКТ неравновесных процессов» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Термодинамика и МКТ неравновесных процессов»	Семестр
Б1.В.03	Статистическая термодинамика конденсированных систем	1
Б1.В.10	Термодинамика растворов	4
Б1.В.ДВ.03.01	Основные методы химического анализа	1

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Термодинамика и МКТ неравновесных процессов» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Термодинамика и МКТ неравновесных процессов»	Семестр
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

В результате освоения дисциплины магистрант должен

Знать:

- границы применимости термодинамического метода к описанию реальных химических явлений;
- принципы, лежащие в основе классической и статистической термодинамики необратимых процессов;
- принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий.

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) профессиональных (ПК) - ПК-3.

Таблица 3.1.

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины
«Термодинамика и МКТ неравновесных процессов»», 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, выработать стратегию действий	УК-1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: свои личностные особенности и ресурсы Уметь: адекватно оценивать свои способности и возможности с соответствием конкретной ситуации Владеть: навыками самодиагностики личностных коммуникативных способностей в деловом взаимодействии
		УК-2. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	Знать: способы самосовершенствования своей деятельности с учетом своих личностных, деловых, коммуникативных качеств. Уметь: определять приоритеты личного и профессионального роста. Владеть: приемами целеполагания и планирования своей профессиональной
		УК-3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	Знать: возможные варианты решения типичных задач. Уметь: использовать инструменты непрерывного самообразования. Владеть: методиками саморазвития и самообразования
Профессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения			
ПК-3	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	ПК-3-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет литературными данными.	Знать: принципы работы на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований. Уметь: 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.
		ПК-3.2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Владеть: 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) «Термодинамика и МКТ неравновесных процессов»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 час.

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	1 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия	32	32
Лекции	16	16
лабораторные занятия (ЛЗ)	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС)	40	40

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

Таблица 4.2.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекция	практ.	Сам.р.		
1.	Введение. Основные положения дисциплины	1		2		8		
2.	Линейная неравновесная термодинамика	1		4	4	8		
3.	Методы и разделенные системы	1		2	2	8		Тестовый контроль
4.	Непрерывные системы	1		4	4	8		коллоквиум

5.	Нелинейная термодинамика	1		4	4	8		коллоквиум
	Итого:			16	16	40		

4.2. Содержание дисциплины

Темы учебных занятий (общая трудоемкость учебной дисциплины — 2 зачетные единицы)

Таблица 4.2.

Раздел, тема	Содержание программы учебной дисциплины
Раздел 1.	Введение.
	Понятие курса. Возникновение термодинамики неравновесных процессов. Основные понятия и определения. Некомпенсированная теплота. Скорость возникновения энтропии.
Раздел 2.	Линейная неравновесная термодинамика.
	Локальное равновесие. Термодинамические силы и сопряженные с ними потоки. Перекрестные процессы. Сильно неравновесные системы. Самоорганизация. Устойчивость стационарных состояний.
Раздел 3.	Методы и разделенные системы.
	Связь некомпенсированной теплоты с изменением термодинамических функций. Химическая переменная. Химическое сродство. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Скорость возникновения энтропии. Скорость возникновения энтропии при теплоотдаче. Открытые системы. Уравнение Гиббса и баланс энтропии.
Раздел 4.	Непрерывные системы.
	Составление материальных и энергетических балансов. Локальный баланс энтропии для непрерывной системы. Соотношение Озангера. Явление переноса и скорость химической реакции. Релаксационные процессы и время релаксации. Стационарные состояния в непрерывных процессах. Теорема Глансдорфа-Пригожина. Диффузия в системах с однородной температурой. Электрокинетические эффекты. Термоэлектрические явления.
Раздел 5.	Нелинейная термодинамика
	Порядок через флуктации. Системы, далекие от равновесия. Устойчивость неравновесных стационарных состояний. Линейный анализ устойчивости. Диссипативные структуры. Конструктивная роль необратимых процессов. Потеря устойчивости, бифуркации и нарушение симметрии. Нарушение хиральной симметрии. Нарушение симметрии и природа биомолекулярной асимметрии. Химические колебания. Системы Тьюринга и распространяющиеся волны. Структурная неустойчивость и биохимическая эволюция.

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.

**Активные и интерактивные формы проведения учебных занятий по дисциплине
«Термодинамика и МКТ неравновесных процессов»**

Таблица 5.1.

№	Семестр	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии	Кол-во аудит. часов
1.	1	Введение. Основные положения дисциплины	Интерактивная лекция.	8
2.	1	Линейная неравновесная термодинамика	Лекция с презентацией	10
3.	1	Методы и разделенные системы	Лекция с презентацией	10
4.	1	Непрерывные системы	Лекция с презентацией	10
5.	1	Нелинейная термодинамика	Лекция с презентацией	10

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.	Введение. Основные положения дисциплины	Собеседование	Изучить предмет, задачи, методы. Некомпенсированная теплота. Скорость возникновения энтропии.	1,2,3,4,5,6	8
2.	Линейная неравновесная термодинамика	Собеседование	.Сильно неравновесные системы. Самоорганизация. Устойчивость стационарных состояний.	1,2,3,4,5,6	8
3.	Методы и разделенные системы	Собеседование	Скорость возникновения энтропии. Скорость возникновения энтропии при теплоотдаче. Открытые системы. Уравнение Гиббса и баланс энтропии.	1,2,3,4,5,6	8

4.	Непрерывные системы	Собеседование	Диффузия в системах с однородной температурой. Электрокинетические эффекты. Термоэлектрические явления. расчетов.	1,2,3,4,5,6	8
5.	Нелинейная термодинамика	Реферат	Линейный анализ устойчивости. Диссипативные структуры. Конструктивная роль необратимых процессов. Потеря устойчивости, бифуркации и нарушение симметрии. Нарушение хиральной симметрии	1,2,3,4,5,6	8

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

6.3.1. Текущий и итоговый контроль успеваемости проводится в форме коллоквиумов.

Вопросы к коллоквиуму:

1. Основные понятия и величины термодинамики. Система в термодинамике. Типы систем. Фаза, компонент, параметры, функции состояния. Интенсивные и экстенсивные параметры. Типы процессов.
2. Нулевой закон термодинамики. Равновесие. Закон термического равновесия.
3. Работа процесса. Измерение работы в различных процессах. Работа расширения идеальных газов в изотермических, изобарных, изохорных и адиабатических процессах.
4. Первый закон термодинамики. Смысл его, основные формулировки. Понятие внутренней энергии. Математическое выражение первого закона термодинамики.
5. Первый закон термодинамики для изобарных и изохорных процессов. Энтальпия. Теплота при постоянных давлении и объеме.
6. Теплоемкость. Средняя теплоемкость. Молярная теплоемкость. C_p и C_v .
7. Термохимия. Закон Гесса. Понятие, формулировка. Следствия из закона Гесса.
8. Второе начало термодинамики. Задачи, решаемые 1 и 2 началом термодинамики. Понятие самопроизвольных процессов. Формулировки 2 закона термодинамики.
9. Принцип действия тепловой машины. Вывод термодинамического коэффициента полезного действия (к.п.д.). Обратимый цикл Карно. Математическое выражение 2 закона термодинамики. Энтропия.
10. Понятие об энтропии. Энтропия как мера направленности процесса и предела его протекания. Энтропия обратимых и необратимых процессов.
11. Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса, критерии самопроизвольного протекания процесса.
12. Уравнения Максвелла.
13. Третье начало термодинамики или тепловая теорема Нернста. Максимальная работа и химическое сродство.

Вопросы к зачету:

1. Предмет, задачи термодинамики необратимых процессов. Классификация необратимых процессов.
2. Локальное равновесие и основное уравнение термодинамики необратимых процессов.
3. Локальное производство энтропии.
4. Уравнение баланса и законы сохранения различных величин.
5. Линейный закон. Соотношение Онзангера и принцип симметрии Кюри.
6. Вариационный принцип Онзангера.
7. Принцип минимума производства энтропии Пригожина.
8. Устойчивость стационарных состояний. Принцип Ле-Шателье и невозможность упорядочения области линейных необратимых процессов.
9. Приложения термодинамики линейных необратимых процессов. Универсальный критерий эволюции Глансдорфа-Пригожина.
10. Устойчивость стационарных состояний - нелинейная область.
11. Конвективная неустойчивость Бенара.
12. Неустойчивость по Тейлору.
13. Временные и пространственно-временные диссипативные структуры.
14. Электрокинетические явления.
15. Термоэлектрокинетические явления.
16. Диффузия.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебная литература:

а) основная литература:

1. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В Основы физической химии. Теория и задачи. М.: МГУ, 2005.
2. Стромберг А.Г., Д.П. Семченко. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999г.
3. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991г
4. Физическая химия. В двух книгах. /Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 1995г., 2001. Строение вещества. Термодинамика.
4. Стромберг А.Г., Д.П. Семченко. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1999г.
5. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991г.
6. 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. Киселев А.В. Физическая химия. Современные проблемы /Под редакцией Я.М.Колотыркина. М.:Химия, 1982.

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.nlr.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 ИнГГУ
 - 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 “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»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети

	ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.4. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины «Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория необратимых процессов»

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

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория необратимых процессов»:

- 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.

№ п/п	Перечень основного оборудования
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.	Электроды SNOL 7.2./1100
19.	Система капиллярного электрофореза Капель-105
20.	Анализатор жидкости «ФЛЮОРАТ-02-3М»

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория необратимых процессов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01. Химия (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «13» июля 2017 г. № 655

Программу составила: профессор кафедры химии Арчакова . .

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от «20» июня 2023 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от «26» июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол заседания № 10 от «28» июня 2023 г.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

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