

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ НЕРАВНОВЕСНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ»

Направление: 04.04.01 Химия

Физическая химия

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Яковлева Ариадна
Алексеевна
Дата подписания: 12.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 27.05.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Яковлева
Ариадна Алексеевна
Дата подписания: 15.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Избранные главы неравновесной термодинамики» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия	УК-1.11

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
УК-1.11	Выполняет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного изучения фактических данных из дополнительных источников в области неравновесной термодинамики, формулирует аргументированные предложения для выработки стратегии действия	Знать теоретические основы неравновесной термодинамики Уметь использовать знания для демонстрации и понимания связей между отдельными вопросами, целями и задачами Владеть методологией познания и навыками труда при использовании в своей речи основных понятий и терминов дисциплины

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Избранные главы неравновесной термодинамики» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физическая химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	33	33

Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Законы термодинамики. Равновесная термодинамика. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа.	1	2					1, 2, 3	6	Устный опрос
2	Оценка возможности самопроизвольно протекающего процесса. Минимум энергии Гиббса	2	2			1	8	1, 2, 3	6	Устный опрос
3	Энтропия. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Производство энтропии в химических реакциях	3	2			2	8	1, 2, 3	6	Устный опрос
4	Устойчивость и флуктуации, основанные на производстве энтропии.	4	7			3	10	1, 2, 3, 4, 4	15	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13				26		33	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Законы термодинамики. Равновесная термодинамика.	Формирование законов термодинамики, исторический экскурс. Современная оценка значимости классических законов термодинамики

	Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа.	
2	Оценка возможности самопроизвольно протекающего процесса. Минимум энергии Гиббса	Оценка значения принципа минимума энергии Гиббса в изобарно-изотермических процессах
3	Энтропия. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Производство энтропии в химических реакциях	Необходимость и предпосылки возникновения неравновесной термодинамики. Оценка фактора времени
4	Устойчивость и флуктуации, основанные на производстве энтропии.	Термодинамическая устойчивость флуктуаций. Теорема Онзагера

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Минимум энергии Гиббса. Химический потенциал и общие условия равновесия систем	8
2	Химическая переменная. Степень полноты реакции	8
3	Принцип детального равновесия	10

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание отчета	8
2	Подготовка к практическим занятиям	8
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
4	Подготовка презентаций	9

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, деловая игра

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия имеют цель подготовки к освоению компетенции. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действия. Основной методической разработкой являются методические указания [5]. Они включают типовые задания и примеры их выполнения для практических работ по темам курса физической химии (уровень подготовки – бакалавриат). Однако, кроме базовых задач при освоении дисциплины «Избранные главы неравновесной термодинамики» большее значение придается педагогическим аспектам. Кроме решения типовых задач обучающиеся должны выполнить творческое задание - углубленно ознакомиться с теоретическим материалом, связанным с рассматриваемой темой, провести анализ последовательности и вывести алгоритм решения, разработать вопросы, которые предназначены обучающимся по программе бакалавриата.

Ознакомление с теоретическим материалом предусматривает литературный поиск по избранной теме в академическом журнале «Журнал физической химии» (или других подобных изданиях) глубиной 5 лет. Свой творческий взгляд на тенденции развития в области неравновесной термодинамики, результаты литературного поиска по самым последним публикациям в избранной теме обучающиеся должны представить в виде отдельного параграфа отчета по практической работе.

Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов по практическим работам необходимы для того, чтобы глубже освоить теоретические основы дисциплины. При этом обучающийся должен научиться использовать стандарт ИРНИТУ СТО 005-2020 «СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Оформление курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ технических специальностей».

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Яковлева А.А. Самостоятельная работа магистрантов, обучающихся по направлению «Химия» : Методические указания по самостоятельной работе. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 66 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

В конце семестра (в последнюю неделю) обучающийся сдает зачет лектору в виде свободного собеседования по материалам лекций и практических занятий.

Примерные вопросы:

Законы термодинамики. Равновесная термодинамика. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа. Термодинамическая обратимость и необратимость процессов. Энтропия. Оценка возможности самопроизвольно протекающего процесса. Минимум энергии Гиббса. Минимум энергии Гиббса. Химический потенциал и общие условия равновесия систем. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Степень полноты реакции. Химическая переменная. Производство энтропии в химических реакциях. Принцип детального равновесия. Поля и внутренние степени свободы. Многие грани химического потенциала. Теория устойчивости Гиббса. Устойчивость к флуктуации, основанные на производстве энтропии. Термодинамическая теория флуктуаций. Основные положения

неравновесной термодинамики.

Критерии оценивания.

К завершению семестра обучающийся должен выполнить такое количество практических заданий, которое было оговорено в начале семестра (в зависимости от учебного плана и графика занятий). Отчеты должны быть аккуратно оформлены, иметь титульный лист с обозначением темы и задания; графическая часть должна быть выполнена на миллиметровой бумаге или в программе Excel с распечаткой и вклеиванием графика в отчет. При оформлении графиков обучающийся должен демонстрировать свое умение правильно выбирать масштаб, обозначать оси, грамотно усреднять результаты и умело оценивать ошибки. При расчетах обучающийся должен научиться оценивать значимость полученных результатов, правильно выбирать порядок величин, отыскивать их размерность, используя международную систему СИ. Отчет по практическим работам считается защищенным, если обучающийся продемонстрировал знания теории по контрольным вопросам и освоение запланированной компетенции

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
УК-1.11	Материал излагается полно, четко и логически последовательно; Демонстрируется понимание связей между отдельными вопросами, целями и задачами; Обучающийся грамотно использует в своей речи основные понятия и термины дисциплины	Устное собеседование по теоретическим вопросам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

В конце семестра (в последнюю неделю) обучающийся сдает зачет лектору в виде свободного собеседования по материалам лекций и практических занятий

Пример задания:

Примерные вопросы:

Законы термодинамики. Равновесная термодинамика. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа. Термодинамическая обратимость и необратимость процессов. Энтропия. Оценка возможности самопроизвольно протекающего процесса. Минимум энергии

Гиббса. Минимум энергии Гиббса. Химический потенциал и общие условия равновесия систем. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Степень полноты реакции. Химическая переменная. Производство энтропии в химических реакциях. Принцип детального равновесия. Поля и внутренние степени свободы. Многие грани химического потенциала. Теория устойчивости Гиббса. Устойчивость т флуктуации, основанные на производстве энтропии. Термодинамическая теория флуктуаций. Основные положения неравновесной термодинамики.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
В полном объеме выполнены все виды заданий; Материал излагается полно, четко и логически последовательно; Демонстрируется понимание связей между отдельными вопросами и разделами дисциплины; Обучающийся грамотно использует в своей речи основные понятия и термины дисциплины	Выполнена небольшая часть заданий; Материал излагается неполно, нечетко и логически непоследовательно; Понимание связей между отдельными вопросами и разделами дисциплины отсутствует; Обучающийся не способен грамотно использовать в своей речи основные понятия и термины дисциплины

7 Основная учебная литература

1. Карапетьянц Михаил Христофорович. Химическая термодинамика : учеб. пособие для хим. специальностей вузов / Михаил Христофорович Карапетьянц, 1975. - 583.
2. Борщевский. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебник в 2 томах. Т. 1 : Общая и химическая термодинамика, 2019. - [606].
3. Пригожин И. Химическая термодинамика / И. Пригожин, Р. Дефэй, 2010. - 533.
4. Мюнстер А. Химическая термодинамика / А. Мюнстер; под ред. Я. И. Герасимова; пер. с нем. Е. П. Агеева, 2010. - 295.
5. Карапетьянц М. Х. Химическая термодинамика : учебное пособие / М. Х. Карапетьянц, 2013. - 582.
6. Буданов В. В. Химическая термодинамика : учебное пособие / В. В. Буданов, А. И. Максимов ; ред. О. И. Койфман, 2022. - 320.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Химическая термодинамика в цветной металлургии [Текст] : справ. Т. 7 : Термодинамика скандия, иттрия, редкоземельных элементов и их важнейших соединений / Я. И. Герасимов, А. Н. Крестовников, Ф. А. Кузнецов, 1975. - 295.
2. Пригожин И. Р. Химическая термодинамика / И. Р. Пригожин, Р. Дефэй, 2009. - 533.
3. Буданов В. В. Химическая термодинамика : учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и химико-технологическим направлениям подготовки дипломированных специалистов / В. В. Буданов, А. И. Максимов; под ред. О. И. Койфмана, 2017. - 317.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение <http://www1.fips.ru/>
2. Свободно распространяемое программное обеспечение <http://new.fips.ru/>

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. Проектор мультимедийный Epson EB. 2. Экран Classic Solution на штативе Classic Libra (1:1) 220x220.