

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

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ»

Направление: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ниндакова Лидия Очировна
Дата подписания: 06.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 21.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 06.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Основы химической термодинамики» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования, анализировать полученные результаты, использовать основные приемы обработки и представления полученных данных с применением современных компьютерных и информационных технологий	ОПК ОС-4.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.4	Способен применять формулировки и аналитические выражения законов химической термодинамики. Способен рассчитывать теплоемкость системы, тепловой эффект реакции, изменение энтальпии, энтропии и потенциала Гиббса в ходе реакции	Знать формулировки и аналитические выражения законов химической термодинамики Уметь рассчитывать теплоемкость системы, тепловой эффект реакции, изменение энтальпии, энтропии и потенциала Гиббса в ходе реакции Владеть принципами расчета химического, фазового равновесий в термодинамических системах;

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Основы химической термодинамики» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: научно-исследовательская работа», «Химические и фазовые равновесия», «Химия наноматериалов и наносистем»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60

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 № 3

№ 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	Введение. Основные термодинамические понятия и определения.	1	2			1	4	3	24	Устный опрос
2	Первый закон термодинамики. Основные формулировки и аналитическое выражение.	2	2			2, 3	8			Устный опрос
3	Тепловые эффекты химических реакций. Стандартное состояние вещества.	3	2			4	4			Устный опрос
4	Второй закон термодинамики. Энтропия как функция состояния.	4	2			5	4			Устный опрос
5	Химический потенциал. Термодинамические потенциалы. Фундаментальные уравнения Гиббса.	5	2							Устный опрос
6	Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах.	6	2			6	4			Устный опрос
7	Термодинамика химического равновесия	7, 8	4			7, 8, 9	8	1, 2	36	Устный опрос
8	Зависимость константы									Устный опрос

	равновесия от температуры. Управление выходами химических процессов.									
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Основные термодинамические понятия и определения.	Система, типы систем, среда, термодинамические параметры, функции состояния. Равновесное и стационарное состояние. Постулат о равновесии. Применение термодинамических методов для решения химических проблем. Феноменологический термодинамический подход. Предмет и задачи химической термодинамики. Основные понятия и определения химической ТД.
2	Первый закон термодинамики. Основные формулировки и аналитическое выражение.	Внутренняя энергия системы. Максимальная работа. Термодинамика как наука, изучающая взаимные переходы теплоты и работы в равновесных системах и при переходе к равновесию. Теплоемкость.
3	Тепловые эффекты химических реакций. Стандартное состояние вещества.	Стандартные энтальпии образования. Закон Гесса. Зависимость теплоты процесса от температуры. Формула Кирхгофа: дифференциальная и интегральная формы.
4	Второй закон термодинамики. Энтропия как функция состояния.	Второй закон термодинамики. Энтропия как функция состояния. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста.
5	Химический потенциал. Термодинамические потенциалы. Фундаментальные уравнения Гиббса.	Химический потенциал компонента в смеси как важнейшая парциальная молярная величина. Изменение энергии Гиббса системы как критерий и движущая сила самопроизвольных процессов в закрытых системах. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Основные уравнения термодинамики. Зависимость термодинамических потенциалов от их естественных переменных. Связь между характеристической функцией - энергией Гиббса и другими термодинамическими функциями. Соотношения Максвелла.
6	Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах.	Химическая переменная. Общие условия и признаки химического равновесия. Константы химического равновесия, связь между ними.
7	Термодинамика	Термодинамика химического равновесия. Закон

	химического равновесия	действующих масс. Константа равновесия для газофазных реакций. Самопроизвольное достижение химического равновесия между реагирующими веществами. Связь между энергией Гиббса исходных веществ, продуктов реакции и равновесным состоянием системы.
8	Зависимость константы равновесия от температуры. Управление выходами химических процессов.	Уравнение изотермы химической реакции ВантГоффа (вывод). Термодинамическое определение химического сродства. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары (изохоры Вант-Гоффа). Управление выходами

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Применение термодинамических методов для решения химических проблем. Феноменологический термодинамический подход. Два постулата (исходные положения) и три закона (начала) термодинамики	4
2	Применение законов термодинамики для расчета тепловых эффектов различных процессов, в том числе и химических	4
3	Внутренняя энергия системы. Максимальная работа.	4
4	Закон Гесса и его следствия. Зависимость теплоты процесса от температуры	4
5	Зависимость термодинамических потенциалов от их естественных переменных.	4
6	Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах.	4
7	Закон действующих масс. Константа равновесия для газофазных реакций.	4
8	Расчеты химических равновесий. Управление выходами химических процессов.	2
9	Уравнение изотермы реакции Якоба Вант-Гоффа и его вывод. Мера химического сродства	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
---	---------	----------------------------

1	Подготовка к зачёту	16
2	Подготовка к практическим занятиям	20
3	Проработка разделов теоретического материала	24

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссии

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

Методические указания для обучающихся по практическим работам:

1. Ниндакова Л.О., Бадырова Н.М. «Основы химической термодинамики», 2018г
Ссылка: Ниндакова Л. О. Основы химической термодинамики : учебное пособие по направлениям подготовки "Нанотехнологии и микросистемная техника", "Инфокоммуникационные системы", "Радиотехника" / Л. О. Ниндакова, Н. М. Бадырова, 2018. - 91.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа является неотъемлемым элементом учебного процесса, одним из основных методов освоения учебных дисциплин и овладения навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для современной подготовки бакалавра.

Целью самостоятельной работы студентов является внеаудиторное изучение студентами свойств нанокластеров, наноструктур и катализаторов.

Для достижения цели дисциплины в рамках самостоятельной работы решаются следующие задачи - формирование представлений об основах физической химии, термодинамических системах и процессах.

Самостоятельная работа включает себя изучение лекционного материала с привлечением учебных пособий, самостоятельное изучение некоторых разделов, подготовку к контрольным работам

5.1.2.1 Подготовка к практическим занятиям заключается в самостоятельном решении задач по темам и в работе с учебниками и дополнительной литературой. При работе с литературой следует вести запись основных положений (конспектировать отдельные разделы, выписывать новые термины и раскрывать их содержание)

5.1.2.2 Проработка отдельных разделов теоретического курса заключается в изучении теоретического материала с применением

- собственных конспектов лекций
- основных источников теоретической информации по дисциплине

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 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Входной контроль (ВК)

Описание процедуры: входной контроль знаний студентов перед изучением курса проводится в виде устного собеседования или теста. Для усвоения курса необходимы знания в области математики, физики, общей и неорганической химии. Основные вопросы, выносимые для оценки знаний студентов по дисциплинам:

Пример задания:

1. Что такое работа, мощность? Единицы измерения работы (А), мощность (N).
2. Диффузия веществ. Броуновское движение и их роль в природе и технике.
3. Основные газовые законы, уравнение состояния идеального газа: Уравнение Менделеева – Клапейрона; Закон Авагадро; Закон Дальтона; Закон Паскаля.
4. Назовите известные вам виды теплопередачи.
5. Что такое парообразование, конденсация, испарение, кипение? Дайте понятие этих процессов.

Устный опрос

Знание лекционного материала проверяется на лекциях и практических занятиях во время устного опроса по конкретной теме занятия.

Вопросы для контроля:

1. Основные термодинамические понятия и определения. Система, типы систем, среда, термодинамические параметры, функции состояния.
2. Равновесное и стационарное состояние. Постулат о равновесии.
3. Первый закон термодинамики. Основные формулировки и аналитическое выражение. Внутренняя энергия системы.
4. Теплота и работа как формы передачи энергии. Максимальная работа.
5. Теплоемкость. Истинная и средняя теплоемкость. Связь теплоемкостей идеального газа при постоянном объеме и постоянном давлении.
6. Тепловые эффекты химических реакций. Стандартное состояние вещества. Стандартные энтальпии образования. Закон Гесса.
7. Зависимость теплоты процесса от температуры. Формула Кирхгофа: дифференциальная и интегральная формы.
8. Второй закон термодинамики. Энтропия как функция состояния.
9. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста.
11. Внутренняя энергия как функция независимых переменных. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Химический потенциал.
12. Основные уравнения термодинамики - фундаментальные уравнения Гиббса.
13. Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах.
14. Химическая переменная. Общие условия химического равновесия. Признаки состояния химического равновесия.
15. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа (вывод). Термодинамическое определение химического сродства.
16. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары (изохоры Вант-Гоффа).
17. Управление выходами химических процессов. Принцип Ле Шателье-Брауна

Критерии оценивания.

Задания входного контроля оцениваются в баллах. Оценка может осуществляться следующим образом: в тестовом задании 1 правильный ответ = один балл; Баллы, полученные за каждое задание, суммируются. Максимальное количество 10.

Устный опрос

Учитывается посещаемость лекций, наличие конспекта, поведение на лекции

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
ОПК ОС-4.4	Зачтено Оценка «зачтено» ставится, если студент демонстрирует уверенное либо достаточное знание дисциплины Не зачтено Студент имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе, допускает принципиальные ошибки при изложении материала. Оценка «незачет» ставится, если студент не ответил ни на один вопрос билета (ни самостоятельно, ни с помощью «наводящих» вопросов	Устное собеседование на зачете по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Описание процедуры зачета

Зачет проводится в форме устного опроса по билетам с предварительной подготовкой студента. Экзаменатор вправе задавать дополнительные вопросы и давать расчетные задачи по программе данного курса.

При выставлении оценки экзаменатор учитывает:

- знание фактического материала по программе, в том числе; знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса, а также истории науки;
- степень активности студента на семинарских занятиях;
- логику, структуру, стиль ответа; культуру речи, манеру общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике, решить задачи;
- наличие пропусков семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам

Пример задания:

Пример билета

Министерство науки и высшего образования РФ
Иркутский национальный
исследовательский технический

университет

Билет №1

к зачету по дисциплине

Основы химической термодинамики

«___» _____ 2020 г.

№ _____

Направление 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

664074 г. Иркутск, Лермонтова, 83

Основные термодинамические понятия и определения. Система, типы систем, среда, термодинамические параметры, функции состояния.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
<p>Оценка «зачтено» ставится, если студент демонстрирует уверенное либо достаточное знание дисциплины.</p> <p>Уверенное знание дисциплины означает, что:</p> <ul style="list-style-type: none">- студент самостоятельно и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, отвечает на дополнительные вопросы по темам билета;- в случае сомнения – отвечает самостоятельно на все дополнительные вопросы по другим темам дисциплины <p>Достаточное знание дисциплины означает, что:</p> <ul style="list-style-type: none">- отвечает самостоятельно на все вопросы билета, при необходимости - с помощью «наводящих» вопросов преподавателя; <p>отвечает на дополнительные вопросы по темам билета;</p> <p>Студент освоил понятийный аппарат дисциплины.</p>	<p>Студент имеет существенные пробелы в знании основного материала по программе,</p> <p>допускает принципиальные ошибки при изложении материала. Оценка «незачет» ставится, если студент не ответил ни на один вопрос билета (ни самостоятельно, ни с помощью «наводящих» вопросов, не знает определения терминов</p>

7 Основная учебная литература

1. Ниндакова Л. О. Основы химической термодинамики : учебное пособие по направлениям подготовки "Нанотехнологии и микросистемная техника", "Инфокоммуникационные системы", "Радиотехника" / Л. О. Ниндакова, Н. М. Бадырова, 2018. - 91.
2. Корнев Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] . Ч. III : Основы химической термодинамики и кинетики, 2002. - 48.
3. Стромберг А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко, 2009. - 526.
4. Пригожин И. Химическая термодинамика / И. Пригожин, Р. Дефэй, 2010. - 533.

5. Мюнстер А. Химическая термодинамика / А. Мюнстер; под ред. Я. И. Герасимова; пер. с нем. Е. П. Агеева, 2010. - 295.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Карякин Н. В. Основы химической термодинамики : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов "Хим. технология неорган. веществ и материалов" ... / Н. В. Карякин, 2003. - 462.

2. Эткинс. Физическая химия Равновесная термодинамика, 2007. - 494.

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. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Epson EB-460i LCD

2. Сканер Epson 3590

3. Компьютер Intel 3.2GHz/4Gb/1Tb/DVDRW/Foxconn50DV/Cardreader/NVIDIA 1Gb/ИБП Iron 800/LG W1942/кл/мышь

4. Компьютер Intel 3.2GHz/4Gb/1Tb/DVDRW/Foxconn50DV/Cardreader/NVIDIA 1Gb/ИБП Iron 800/LG W1942/кл/мышь

5. Компьютер P5B 2 DUO E6X50/2Gb/200/GF512Mb/FDD/DVDRW/Samsung LCD 19

6. Компьютер P5B 2 DUO E6X50/2Gb/200/GF512Mb/FDD/DVDRW/Samsung LCD 19

7. Компьютер P5B 2 DUO E6X50/2Gb/200/GF512Mb/FDD/DVDRW/Samsung LCD 19