

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и  
неорганической химии  
(ФиНХ\_ХМФ)

наименование кафедры

доцент, канд.хим.наук Денисова  
Л.Т.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**  
**ХИМИЧЕСКАЯ**  
**ТЕРМОДИНАМИКА**

Дисциплина Б1.О.03.02.01 ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
Химическая термодинамика

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Форма обучения очная

Год набора 2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация

---

04.05.01.31 Физическая химия

---

Программу  
составили

канд.хим.наук, доцент, Шубин А.А.

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Получение обучающимися базовых сведений по химической термодинамике и основным способам применения термодинамических методов для решения химических проблем, необходимых для освоения специальных дисциплин, а по окончании обучения в вузе – для грамотной, эффективной работы в сфере профессиональной деятельности.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Формирование компетенций, которые помогут раскрыть роль термодинамики при описании макроскопических многокомпонентных систем, рассмотреть основные методы экспериментального и теоретического исследования химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах, использовать термодинамический метода в химических технологиях; дадут возможность студентам эффективно применять в профессиональной деятельности полученные знания, умения и навыки.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>УК-1:Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>
<b>УК-2:Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>
<b>УК-4:Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>
<b>УК-6:Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни</b>
<b>УК-8:Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций</b>
<b>ОПК-1:Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</b>
<b>ОПК-2:Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности</b>
<b>ОПК-4:Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</b>

**ОПК-5:Способен использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности**

**ОПК-6:Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе**

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для изучения дисциплины “Химическая термодинамика” обучающимся необходимо усвоить следующие дисциплины:

Математические методы в химии  
Математика (дифференциальные уравнения)

Освоение дисциплины “Химическая термодинамика” обучающимися необходим для изучения следующих дисциплин:

Кристаллохимия  
Электрохимия  
Коллоидная химия

1.5 Особенности реализации дисциплины  
Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		5
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>5 (180)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,94 (106)</b>	<b>2,94 (106)</b>
занятия лекционного типа	0,94 (34)	0,94 (34)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы	1,5 (54)	1,5 (54)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,06 (38)</b>	<b>1,06 (38)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Законы термодинамики и их применение к химическим процессам	12	12	30	18	
2	Фазовое равновесие и теория растворов	10	6	24	10	
3	Элементы статистической и неравновесной термодинамики	12	0	0	10	
Всего		34	18	54	38	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Уравнения состояния идеальных и реальных газов	2	0	0
2	1	Законы термодинамики	4	0	0
3	1	Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Характеристические функции	4	0	0
4	1	Химическое равновесие	2	2	0

5	2	Термодинамика фазовых превращений	6	2	0
6	2	Растворы	4	0	0
7	3	Статистическая термодинамика	6	2	0
8	3	Элементы неравновесной термодинамики	6	0	0
Всего			24	6	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Уравнения состояния идеальных и реальных газов	2	0	0
2	1	Законы термодинамики	4	0	0
3	1	Энергии Гиббса и Гельмгольца	2	0	0
4	1	Химическое равновесие	4	0	0
5	2	Фазовые переходы в однокомпонентных системах	2	0	0
6	2	Анализ диаграмм состояния	2	0	0
7	2	Коллигативные свойства растворов	2	0	0
Всего			18	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Измерение теплоты нейтрализации при смешении сильных кислот и оснований	6	0	0
2	1	Определение теплоты образования кристаллогидрата	6	0	0

3	1	Определение парциальных молярных объёмов	6	0	0
4	1	Определение теплоты образования твёрдого раствора из двух твёрдых компонентов	6	0	0
5	1	Исследование химического равновесия гомогенной реакции в растворе	6	0	0
6	2	Измерение давления насыщенного пара	6	0	0
7	2	Построение диаграммы равновесия двухкомпонентной системы	6	0	0
8	2	Изучение равновесия жидкость – пар в бинарных растворах	6	0	0
9	2	Распределение вещества между двумя жидкими фазами	6	0	0
Всего			54	0	0

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Морачевский А. Г., Фирсова Е. Г.	Физическая химия. Термодинамика химических реакций: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Стромберг А. Г., Семченко Д. П., Стромберг А. Г.	Физическая химия: учебник для вузов по химическим специальностям	Москва: Высшая школа, 2006
Л2.2	Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г.	Физическая химия: учебник	М.: Юрайт, 2014
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Белоусова Н. В., Иртюго Л. А.	Химическая термодинамика: учеб.-метод. пособие [для лаб. работ студентов направлений 020100.62 - химия; 020201.65 - фундаментальная и прикладная химия]	Красноярск: СФУ, 2012
------	----------------------------------	---	-----------------------

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО	<a href="http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/">http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/</a>
Э2	Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений	<a href="http://chemstat.com.ru/">http://chemstat.com.ru/</a>
Э3	Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

### **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Условно самостоятельную работу обучающихся можно разбить на обязательную и специальную. Обязательные формы обеспечивают подготовку обучающихся к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и качественном уровне сделанных докладов, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости обучающегося по дисциплине.

Специальные формы самостоятельной работы направлены на углубление и закрепление знаний обучающегося, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по самостоятельной работе студента и также учитываются при итоговой аттестации по курсу.

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

- 1) Проработку лекционного материала;
  - 2) Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
  - 3) Оформление и подготовку к защите лабораторных работ;
  - 4) Работу по подготовке к практическим занятиям
- изучение теоретического материала, который будет рассматриваться на очередном практическом занятии;

- решение задач (по задаче из каждого раздела дисциплины (кроме введения и заключения) – общей для всей группы; и по 2 индивидуальным задачам из всего курса;

5) Работу по выполнению курсовой работы;

6) Прохождение промежуточного контроля – самотестирование и текущее тестирование с помощью заданий, выдаваемых преподавателем, ведущим практические и лабораторные занятия.

Изучение теоретического курса

На самостоятельное изучение дополнительного теоретического материала по курсу химической термодинамики выносятся следующие темы:

Модуль 1.

1. Расчет константы равновесия по третьему закону термодинамики.

2. Особенности расчета константы равновесия жидкофазных реакций.

3. Расчет равновесного состава реакционной смеси в идеальных растворах.

Модуль 2.

4. Термодинамические свойства регулярных и атермальных растворов.

5. Расчет равновесного состава реакционной смеси в неидеальных растворах.

Модуль 3.

6. Флуктуации термодинамических величин.

Решение задач

Помимо общих задач, за семестр необходимо решить по две индивидуальные задачи по всему курсу “Химической термодинамики”. При решении задач рекомендуется пользоваться примерами, разобранными на занятии, а также дополнительной литературой.

Решенные индивидуальные задачи сдаются на проверку преподавателю не позже, чем за 7 дней до зачетной недели. Они должны быть оформлены в печатном виде, с использованием графических редакторов (в случае графического решения задачи). На листах с решенными задачами указывается ф.и.о. обучающегося шифр группы, условия задачи. Общие задачи, предлагаемые обучающимся всей группы после ознакомления с очередным разделом дисциплины, должны быть подготовлены к следующему занятию и оформлены в тетрадях. Проверку задач осуществляет преподаватель, ведущий практические занятия

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Сопровождение учебного процесса требует применение программного обеспечения, позволяющее создавать, редактировать и представлять текстовый и иллюстративный материал: MSOffice (MSWord, MSeXcel, MSPowerPoint) или его аналога.
-------	---

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	1. Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. Заключено лицензионное соглашение (до ноября 2021 г.) об использовании ресурсов со свободным доступом с компьютеров университетской сети.- Режим доступа: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> .
9.2.2	2. Nature Publishing Group – годовая подписка на научные электронные журналы издательства Nature Publishing Group: Nature Materials, Nature Nanotechnology. – Режим доступа: <a href="http://www.nature.com">http://www.nature.com</a> .
9.2.3	3. EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) – электронные журналы. Всего более 7000 названий журналов, 3,5 тысячи рецензируемых журналов. – Режим доступа: <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a>
9.2.4	4. Cambridge University Press - доступ к текущим выпускам журналов издательств Cambridge University Press (с 1996-2015 гг) . – Режим доступа: <a href="http://www.journals.cambridge.org">http://www.journals.cambridge.org</a>
9.2.5	5.Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a> .
9.2.6	6.Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. В комплект подписки Freedom Collection издательства Elsevier входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины, размещенные на платформе ScienceDirect, (23 предметные коллекции), охват более 1900 названий журналов. Архив 2010-2014 гг. - Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
9.2.7	7. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: <a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/</a> .
9.2.8	8. Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений-Режим доступа: <a href="http://chemstat.com.ru/">http://chemstat.com.ru/</a> .
9.2.9	9. База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО. -Режим доступа: <a href="http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/">http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/</a>

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются:

Аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная ПЭВМ, мультимедийным проектором и экраном.

Лаборатория для проведения лабораторных занятий, оснащенная необходимым общелабораторным оборудованием и оборудованием следующего наименования:

1. Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).
2. Учебно-лабораторный комплекс «Химия» (ТПУ, г.Томск), включающий в себя термостат калориметр, универсальный контроллер, установка термического анализа, термодатчик, вкладыш теплоизолирующий для стакана, устройство выгрузки соли и раствора, магнитная мешалка.
3. Весы лабораторные XP4002S Mettler Toledo
4. Спектрофотометр Specol 1300 AnalytikJena
5. Рефрактометр Аббе лабораторный ИРФ-454Б2М
6. Ареометры АОН-1
7. Колбонагреватели
8. Холодильник с прямой трубкой (Либиха)