

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

**Л.Т. Денисова**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ  
ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Дисциплина Б1.В.01.01 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
Избранные главы физической химии

Направление подготовки / 04.04.01 Химия, 04.04.01.07 Физическая  
специальность химия

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

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)

Направление 04.04.01 Химия, 04.04.01.07 Физическая химия

---

Программу  
составили

канд.хим. наук, доцент, Денисова Л.Т.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Дать знания по дополнительным разделам физической химии, а именно современные представления об основных законах и понятиях теории диффузионных процессов в твердых телах, необходимых для решения материаловедческих, металлургических задач, совершенствования и создания новых конструкционных (в том числе нано-) материалов.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- изучение феноменологической теории диффузии и освоение методов решения уравнений диффузии при различных граничных условиях;

- изучение основ термодинамической теории диффузии, сущности и возможностей современных методов определения коэффициентов диффузии;

- изучение основ атомной теории диффузии, сущности и термодинамических характеристик возможных механизмов диффузии в твердых телах;

- рассмотрение характера и причин влияния основных внутренних и внешних факторов на коэффициент диффузии;

- рассмотрение особенностей диффузионных процессов, протекающих в специфических условиях.

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

<b>ПК-2:Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и / или смежных наук</b>	
Уровень 1	знать теоретические аспекты диффузионных процессов
Уровень 2	знать основы физико-химического подхода для получения новых материалов
Уровень 3	знать методы исследования диффузии, методы изучения фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах
Уровень 1	уметь применять полученные знания в своей теоретической и практической работе
Уровень 2	уметь использовать практические навыки расчетов диффузионных характеристик
Уровень 1	владеть методикой проведения физико-химических расчетов применительно к химическим системам и процессам

**ПК-5:Способен к поиску и анализу научной информации по актуальным проблемам химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования**

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина "Избранные главы физической химии" входит в блок обязательных дисциплин.

Для изучения дисциплины студентам необходимо знать основное содержание следующих дисциплин, изучаемых при обучении в бакалавриате:

математика;  
физика;  
неорганическая химия;  
физическая химия (химическая термодинамика, химическая кинетика и катализ);  
коллоидная химия;

Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин:

Реакции твердых тел

Теория растворов

Физическая химия композиционных материалов

Физическая химия наноструктурированных систем

Химия новых материалов и нанотехнологии

Актуальные задачи современной химии

Кинетика гетерогенных процессов

Спец практикум по физической химии

и выполнения научно-исследовательской выпускной квалификационной работ.

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
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
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>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</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 (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	Феноменологическая теория диффузии	7	8	0	10	ПК-2
2	Атомная теория диффузии	3	12	0	14	ПК-2
3	Основные факторы, влияющие на коэффициент диффузии	3	10	0	14	ПК-2
4	Специфические случаи диффузии	5	6	0	16	ПК-2
Всего		18	36	0	54	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в академических часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Понятие диффузии; самодиффузия и гетеродиффузия. Место диффузии в процессах производства и обработки материалов.	1	0	0

2	1	Диффузионный поток. Первое уравнение диффузии (первый закон Фика). Закон сохранения вещества при диффузии.	2	0	0
3	1	Второе уравнение диффузии (второй закон Фика). Диффузионные характеристики и диффузионные параметры. Некоторые решения второго уравнения диффузии. Способы определения концентрационной зависимости коэффициента диффузии. Метод Матано.	2	0	0
4	1	Основы термодинамической теории диффузии. Парциальные коэффициенты диффузии. Коэффициент взаимной диффузии. Восходящая диффузия и ее причины.	2	0	0
5	2	Случайные блуждания и коэффициент диффузии. Возможные механизмы диффузии в кристаллических твердых телах.	1	0	0
6	2	Связь коэффициентов самодиффузии с характеристиками образования и перемещение вакансий. Эффект Киркендалла. Диффузионная пористость.	2	0	0

7	3	Температурная зависимость коэффициента диффузии. Влияние природы диффундирующего элемента, типа, состава и кристаллической структуры твердого раствора на коэффициент диффузии. Диффузия по дислокациям и границам зерен. Результаты экспериментального изучения диффузии по границам зерен.	1	0	0
8	3	Влияние дислокаций и границ зерен на процессы диффузии. Диффузия по границам зерен. Классификация режимов диффузии по Харрисону. Модель Фишера.	2	0	0
9	4	Особенности диффузии на внешней поверхности и на внутренних поверхностях раздела. Диффузия в многофазных системах. Диффузионный рост фаз. Спекание.	2	0	0
10	4	Особенности диффузионных процессов в материалах с ионными и ковалентными связями. Особенности диффузии в наноматериалах. Диффузия в тонких поликристаллических плёнках.	2	0	0
11	4	Диффузионное легирование. Особенности диффузии в расплавленных металлах и сплавах.	1	0	0



Результат		10	0	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	Первый закон Фика. Уравнение непрерывности	2	0	0
2	1	Решения второго уравнения диффузии при различных граничных условиях	3	0	0
3	1	Расчет коэффициента диффузии на основе экспериментальных данных. Выдача тем рефератов.	3	0	0
4	2	Механизмы диффузии. Взаимная диффузия. Преобразование Больцмана. Метод Больцмана-Матано. Метод Зауэра-Фрейзе.	4	0	0
5	2	Собственная диффузия и эффект Киркендаля. Уравнения Даркена. Уравнения Даркена-Маннинга. Микроструктурная стабильность плоскости Киркендаля.	4	0	0
6	2	Дефекты Френкеля и Шоттки. Защита реферата	4	0	0
7	3	Влияние температуры на коэффициент диффузии. Теоретический и экспериментальный расчет	4	0	0
8	3	Анизотропия коэффициента диффузии. Влияние дефектов кристаллического строения на коэффициент диффузии.	4	0	0
9	3	Защита реферат	2	0	0

10	4	Диффузия в межкристаллитных границах и наноматериалах	2	0	0
11	4	Методы изучения диффузии. Защита рефератов.	4	0	0
Итого			26	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
Итого					

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Шиманский А. Ф., Белоусова Н. В., Симонова Н. С., Васильева М. Н.	Дополнительные главы физической химии: учеб.-метод. пособие [для лаб. и практ. занятий студентов программы подгот. 150100.68 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013

## 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	Мерер Х., Якимов Е. Б., Аристов В. В.	Диффузия в твердых телах: монография	Долгопрудный: Интеллект, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1	Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б.	Диффузия атомов и ионов в твердых телах: монография	Москва: МИСиС, 2005
Л2.2	Франк-Каменецкий Д. А.	Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике: [учебник-монография]	Долгопрудный: Интеллект, 2008
Л2.3	Герцрикен С. Д., Дехтяр И. Я.	Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе	Москва: Физматгиз, 1960
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Шиманский А. Ф., Подкопаев О. И., Кравцова Е. Д., Подшибякина Е. Ю.	Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: учеб.-метод. пособие для практич. занятий [для студентов напр.150100.68 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л3.2	Шиманский А. Ф., Белоусова Н. В., Симонова Н. С., Васильева М. Н.	Дополнительные главы физической химии: учеб.-метод. пособие [для лаб. и практ. занятий студентов программы подгот. 150100.68 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л3.3	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Москва: МИСиС, 2012

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

Э1	Купрекова Е.И. Физика твердого тела. Сборник заданий, учебное пособие/ Е.И. Купрекова. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 - 172 с.	<a href="http://portal.tpu.ru/SHARED/e/ELP/teaching/Physics/Tab/FKS_Kuprecova.pdf">http://portal.tpu.ru/SHARED/e/ELP/teaching/Physics/Tab/FKS_Kuprecova.pdf</a>
Э2	Ишанходжаева М.М. Физическая химия. Часть 1. Диффузия в системах с твердой фазой. СПбГТУРП.-СПб., 2012 -35 с.	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/fizchem.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/fizchem.pdf</a>
Э3	Покоев А.В. РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ С РАЗЛИЧНЫМ СТРУКТУРНЫМ СОСТОЯНИЕМ	<a href="http://www.ft.samsu.ru/img/%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D0%B2_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-IV-%D0%9C%D0%A8-%D0%A4%D0%9C-2009-%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B0-2f.pdf">http://www.ft.samsu.ru/img/%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D0%B2_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-IV-%D0%9C%D0%A8-%D0%A4%D0%9C-2009-%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%B0-2f.pdf</a>

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

Учебные занятия проводятся в виде лекций, практических

занятий и самостоятельной работы.

Учебные занятия проводятся по расписанию, составляемому на семестр. Для всех видов аудиторных учебных занятий академический час устанавливается 45 минут.

Лекции носят установочно-фундаментальный характер, направленный на изучение обучающимися соответствующей темы и содержат основные положения вопросов, составляющих суть темы, содержат рекомендации по более глубокому самостоятельному изучению темы с помощью литературных источников.

Практические занятия направлены на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного материала, подготовке к контрольным заданиям и лабораторным работам, выполнении индивидуальных заданий. Она включает следующие пункты:

1. Текущая проработка теоретического материала и материала для самостоятельной аудиторной работы
2. Подготовка по лекциям и методическим материалам к практическим занятиям
3. Подготовка к рубежным контролям
4. Выполнение индивидуальных домашних заданий (задачи, реферат)

Проработка лекционного материала контролируется предварительным опросом материала и выполнением самостоятельных работ по дисциплине. Подготовка к практическим занятиям контролируется опросом.

Эффективной формой самостоятельной работы является выполнение домашних заданий с элементами научных исследований.

Проработка лекционного материала контролируется предварительным опросом материала и выполнением самостоятельных работ по дисциплине.

Эффективной формой самостоятельной работы является выполнение заданий с элементами научных исследований и подготовка индивидуального реферативного доклада.

На самостоятельное изучение выносятся следующие темы:

Диффузионные процессы в производстве и при обработке материалов

Спекание. Кинетический и диффузионный режимы.

Экспериментальные методы определения коэффициентов диффузии и их сравнительный анализ.

Строение кристаллических тел (кристаллическая решетка, дефектность, химическая неоднородность и т.д.)

Поверхностная перестройка и релаксация.  
Диффузия по границам зерен: теория и экспериментальные данные.

Диффузионные процессы в многофазных системах.

Диффузия в в ионных кристаллах.

## **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 применения программного обеспечения, позволяющего создавать, редактировать, представлять текстовый и иллюстративный материал, проводить мат. обработку экспериментальных данных: MSOffice (MSWord, MExcel, MSPowerPoint).
-------	---

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

9.2.1	Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> .
9.2.2	Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: <a href="http://pubs.rsc.org">http://pubs.rsc.org</a> .
9.2.3	Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. - Режим доступа: <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>
9.2.4	Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: <a href="http://www.xumuk.ru/encyklopedia/">http://www.xumuk.ru/encyklopedia/</a> .
9.2.5	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)**

Технические средства обучения для проведения лекционных занятий (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).