

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.02.04 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ  
Фазовые равновесия и геометрическая термодинамика  
наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

04.03.01.32 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2019

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

док. хим. наук, профессор-консультант, Денисов Виктор

Михайлович; канд. хим. наук, доцент, Денисова Любовь Тимофеевна

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины - получение обучающимися углубленных знаний о термодинамическом подходе описания взаимодействия веществ и их фазовых превращениях, что даст возможность целенаправленно регулировать многие технологические процессы, в том числе такие, как создание новых материалов с заданными свойствами, совершенствование в экологическом и физико-химическом плане уже существующих технологий.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины является формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов физической химии и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-4: Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования физико-химических свойств полифункциональных материалов под руководством специалиста более высокой квалификации</b>	
ПК-4: Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования физико-химических свойств полифункциональных материалов под руководством специалиста более высокой квалификации	знать экспериментальные методы для исследования
<b>УК-8: Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций</b>	
УК-8: Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	знать

### 1.4 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)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
лабораторные работы	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. фазовые диаграммы состояния</b>									
	1. Введение. Цель и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. Основные понятия, используемые при изучении фазовых равновесий. Основные понятия: фазовая диаграмма, вертикаль состава, фигуративная точка, изотермическое (изобарическое) сечение, кривые солидуса и ликвидуса, коннода. Правило фаз Гиббса.	2							
	2. Диаграммы однокомпонентных систем. Ограничения на взаимное расположение линий стабильного равновесия вблизи тройной точки, вытекающие из возможности метастабильных равновесий. Температуры плавления стабильных и метастабильных фаз. Диаграмма воды, серы.			2					

3. разбор темы: Способы выражения концентрации в бинарных системах.							2	
4. Бинарные диаграммы. Основные принципы построения бинарных диаграмм. Диаграммы фазового равновесия (диаграммы состояния). Т-Х-диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т –х. Элементы строения диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Правило рычага и его применение.	2							
5. Разбор темы: Методы и принципиальные возможности очистки кристаллизацией.							2	
6. Экспериментальное изучение фазовых диаграмм Термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК): прямое измерение энтальпий фазовых превращений в системе, прямое измерение теплосодержания системы как функции температуры и определение зависимости теплоемкости от температуры, экспериментальное построение диаграмм фазовых равновесий. Построение кривых охлаждения, пути кристаллизации.			2					
7. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.							4	
8. Построение диаграммы двухкомпонентной системы методом термического анализа					12			

9. Бинарные диаграммы состояния с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Диаграммы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с ограниченной растворимостью компонентов. Переход от неограниченной растворимости к ограниченной. Правила определения путей кристаллизации в двухкомпонентных системах с образованием твердых растворов. Коэффициенты распределения. Равновесный коэффициент распределения.	2							
10. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.							8	
11. Построение бинарной металлической диаграммы состояния методом ДСК					12			
12. Эвтектические диаграммы состояния Диаграммы состояния с эвтектическим превращением. Диаграммы состояния с вырожденной эвтектикой. Правила определения путей кристаллизации и путей плавления в двухкомпонентной системе с эвтектикой. Треугольник Таммана.	2							
13. Правило рычага (решение задач). Выдача задания к "профессорской задаче".			2					

<p>14. Бинарные диаграммы состояния с химическими соединениями.          Диаграммы состояния с химическими соединениями.          Конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся соединения.          Соединения, образующиеся или разлагающиеся при изменении температуры в твердом состоянии. Правила определения путей кристаллизации в системах с химическими соединениями. Соединения, образующие узкие области гомогенности. Диаграммы состояния с перитектическим превращением. Перитектическое превращение.</p>	2							
15. Защита "профессорской задачи"			2					
<p>16. Р-Т-Х-диаграммы.          Влияние давления на фазовые равновесия в бинарной системе, содержащей летучий компонент. Построение Р-Т-Х-диаграмм.</p>	2							
<p>17. Роль диаграмм состояния.          Роль диаграммы состояния при выборе условий кристаллизации и термической обработки. Защита профессорской задачи.</p>			4					
<p>18. Многокомпонентные фазовые диаграммы          Трех- и четырехкомпонентные системы.          Общая характеристика трехкомпонентных систем.          Способы выражения состава трехкомпонентных систем: способ Гиббса, способ Розебома, правило трех отрезков.          Т-Х-диаграммы состояния трех- и четырехкомпонентных систем. Критическая точка взаимной растворимости. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах с двумя двойными соединениями.</p>	2							



19. Определение концентрации компонентов в многокомпонентных системах (решение задач). Защита "профессорской задачи"			2					
20. Разбор темы: Способы выражения состава трехкомпонентных систем. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.							4	
21. Изучение равновесия жидкость-жидкость в трехкомпонентной системе с одной областью расслоения.					12			
<b>2. Геометрическая термодинамика</b>								
1. Термодинамический анализ и геометрическая термодинамика. Термодинамический анализ гетерогенных равновесий. Зависимость энергии Гиббса от температуры и давления. Зависимость энергии Гиббса от состава двухкомпонентной системы. Обоснование основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем методом геометрической термодинамики. Построение и анализ диаграмм состояния с неограниченной растворимостью по данным об изменении термодинамического потенциала. Равновесное состояние фазы.		2						
2. Разбор темы: Характеристические функции, экстенсивные и интенсивные величины.							4	
3. Построение и анализ диаграмм состояния с неограниченной растворимостью по данным об изменении термодинамического потенциала. Защита "профессорской задачи".			2					

4. Термодинамические характеристики растворов. Построение диаграмм состояния с простой эвтектикой. Уравнение кривой ликвидуса при постоянном давлении. Анализ уравнения Шредера - Ле-Шателье. Линии ликвидуса при кристаллизации твердых растворов неограниченного состава. Расчет диаграмм состояния по термодинамическим данным.	2							
5. Расчет термодинамических характеристик жидкого сплава на основании фазовой диаграммы. Защита "профессорской задачи".			2					
6. подготовка к экзамену							12	
7.								
Всего	18		18		36		36	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Краснов К. С., Воробьев Н. К., Годнев И. Н., Краснов К. С. Физическая химия: Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика: в 2-х кн. : [учебник для вузов](Москва: Высшая школа).
2. Бычковский Р. В., Вигдорович В. Н., Дутчак Я. И., Ухлинов Г. А. Основы учения о фазах и диаграммы состояния: учебно-методическое пособие (Львов: Издательство при Львовском государственном университете издательского объединения "Вища школа").
3. Зимон А. Д. Физическая химия: учебник для технологических специальностей вузов(Москва: Агар).
4. Левинский Ю. В., Лебедев М. П. Р-Т-х-диаграммы состояния двойных металлических систем: методы расчета и построения(Москва: Научный мир).
5. Белов Н.А. Диаграммы состояния тройных и четвертных систем: учебное пособие для вузов.; рекомендовано УМО по образованию в области металлургии(М.: МИСИС).
6. Белоусова Н. В., Бахвалова И. П., Антонова Л. Т. Диаграммы состояния: Ч. 1. Общие положения и определения: методические указания к курсу "Материаловедение полупроводников и диэлектриков". Курс 5, семестр 10(Красноярск: РИО КрасГУ).
7. Акад. наук СССР, Ин-т металлургии им. А. А. Байкова Диаграммы состояния металлических систем. Термодинамические расчеты и экспериментальные методы: [сборник](Москва: Наука).
8. Лякишев Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Т. 1: справочник : в 3-х т.(Москва: Машиностроение).
9. Лякишев Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Т. 3: справочник : в 3-х т.(Москва: Машиностроение).
10. Лякишев Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Т. 3: справочник : в 3-х т.(Москва: Машиностроение).
11. Акад. наук СССР, Ин-т металлургии им. А. А. Байкова Диаграммы состояния металлических систем: [сборник](Москва: Наука).
12. Левинский Ю. В. р-Т-х-Диаграммы состояния двойных металлических систем: Кн. 1: справочник : в 2-х кн.(Москва: Металлургия).
13. Диаграммы состояния металлических систем. Термодинамические расчеты и экспериментальные методы(Москва: Наука).
14. Денисова Л. Т., Денисов В. М. Избранные главы физической химии. Фазовые равновесия: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.62 «Химия», 020101.65 «Химия», 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»](Красноярск: СФУ).
15. Денисова Л. Т., Голубева Е. О., Чумилина Л. Г., Денисов В. М., Белецкий В. В. Фазовые равновесия. Геометрическая термодинамика: учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. MS Power point
2. MS Internet explorer
3. Adobe Reader
4. Microsoft Office Excel

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. <http://bik.sfu-kras.ru/> (электронная библиотека СФУ)
2. <http://www.msu.ru/libraries/> (электронная библиотека МГУ)
3. <http://libra.nsu.ru/> (электронная библиотека НГУ)
4. eLIBRARY.RU (НЭБ - Научная электронная библиотека)
5. ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.
6. Scopus - база данных рефератов и цитирования.
7. <http://www.metallurgy.nist.gov/phase/> Phase Diagrams & Computational Thermodynamics.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

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

Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).

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.

Весы лабораторные XP4002S Mettler Toledo

Рефрактометр Аббе лабораторный ИРФ-454Б2М