

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
общей и неорганической химии

*наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины*

**Семенов В. Н.**



*подпись, расшифровка подписи*

30.06.2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.03.02 Физико-химический анализ в неорганическом материаловедении**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

*04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия*

**2. Профиль подготовки/специализация: Фундаментальная химия  
в профессиональном образовании**

**3. Квалификация выпускника: Специалист**

**4. Форма обучения: Очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: общей и  
неорганической химии**

**6. Составители программы: к. х. н. Наумов А. В.**

**7. Рекомендована:**

Научно-методическим советом химического факультета 17.06.2021,  
протокол № 5

**8. Учебный год: 2023/2024**

**Семестр(ы): 5**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

физико-химический анализ неорганических систем является одним из базовых средств в полупроводниковом материаловедении, решающем задачи синтеза и исследования материалов с заданными свойствами. Целью курса является систематическое изложение принципов физико-химического анализа как метода, позволяющего судить о взаимодействии во многокомпонентных системах, на базе общей термодинамической теории гетерогенных равновесий

*Задачи учебной дисциплины:*

освоение техники чтения и построения диаграмм состояний одно- и многокомпонентных систем, приложение учения о диаграммах состояний к задачам материаловедения в неорганической химии

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Б1.В.ДВ.03.02

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.		ПК-1.1 ПК-1.2	<p><b>Знать:</b> Как проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.</p> <p><b>Уметь:</b> Проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.</p> <p><b>Владеть:</b> Сбором, систематизацией и критическим анализом научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.</p>
ПК-2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.		ПК-2.1 ПК-2.2	<p><b>Знать:</b> Как планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p> <p><b>Уметь:</b> Планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p> <p><b>Владеть:</b> Планированием работы и выбором адекватных методов решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p>
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать		ПК-3.1 ПК-3.2	<p><b>Знать:</b> Как на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p>

	перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.			<p>полимерной химии.</p> <p><b>Уметь:</b> На основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p> <p><b>Владеть:</b> На основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оцениванием перспектив их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p>
--	---	--	--	---

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.** (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

**Форма промежуточной аттестации** (зачет/экзамен) **зачет**

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия			5		
в том числе:	лекции		18		
	практические				
	лабораторные		36		
Самостоятельная работа			18		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)					
Итого:			72		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Основы учения о диаграммах состояний (ДС)	Задачи физико-химического анализа. Физико-химический анализ в полупроводниковом материаловедении. Понятие компонента. Понятие фазы. Существующие и сосуществующие состояния, строение диаграммы состояний (ДС)	
1.2	Однокомпонентные системы	ДС однокомпонентной системы. Полиморфизм. Пересыщенные состояния	
1.3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. T-p-x-диаграммы состояний	Строение изобарических сечений. Пересыщенные состояния. Ретроградная растворимость. Превращения в твердых фазах. Полиморфизм компонентов. Полиморфизм внутренних фаз. T-p-x-диаграмма системы с неограниченной растворимостью. Принцип построения проекций и сечений. Системы с расслоением. Системы с конгруэнтно и инконгруэнтно	
		плавящимися соединениями: проекции и сечения. Системы син- и монотектического типа	

1.4	Трехкомпонентные системы. <i>T-x</i> -диаграммы состояний	Принципы построения <i>T-x</i> -диаграмм состояний трехкомпонентных систем, проекции и сечения. Система с простой эвтектикой. Системы с расслоением. Системы с химическим соединением. Триангуляция по Курнакову
1.5	Четырехкомпонентные системы. Взаимные системы	Строение <i>T-p</i> -сечения ДС 4-хкомпонентных систем. 4-хкомпонентная система с эвтектикой. Понятие взаимной системы. Построение базиса независимых компонентов и множества составов. Взаимные системы обмена и вытеснения
1.6	Методы исследования в физико-химическом анализе	Задача исследования зависимостей «состав–свойства» и извлекаемая информация. Термический анализ

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основы учения о диаграммах состояний (ДС)	2			2	4
2	Однокомпонентные системы	2		6	4	10
3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. <i>T-p-x</i> -диаграммы состояний	4		8	4	12
4	Трехкомпонентные системы. <i>T-x</i> -диаграммы состояний	4		8	4	14
5	Четырехкомпонентные системы. Взаимные системы	2		8	4	14
6	Методы исследования в физико-химическом анализе	2		4	4	18
	Итого:	16		34	22	72

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические материалы, доступные в локальной сети Университета (сайт библиотеки), включают в себя следующие типы материалов: учебники, учебные пособия, методические указания для студентов, в которых изучаемый материал представлен в систематизированном и структурированном виде, и которые включают в себя необходимые таблицы, схемы и материалы презентаций, с опорой на которые проводится аудиторная работа. Также в локальной сети размещены методические указания для преподавателя и указания для самопроверки. На протяжении курса студенты по инициативе лектора обсуждают в аудитории наиболее сложные вопросы и детали курса.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников) а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Аносов В.Я.</i> Основы физико-химического анализа / В.Я. Аносов, М.И. Озерова, Ю.Я. Фиалков. – М. : Наука, 1976.
2	<i>Зломанов В.П.</i> P-T-x диаграммы двухкомпонентных систем / В.П. Зломанов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980.
3	<i>Петров Д.А.</i> Двойные и тройные системы / Д.А. Петров. – М. : Metallurgia, 1980.
4	<i>Халдоянц К.А.</i> Фазовые диаграммы гетерогенных систем с трансформациями / К.А. Халдоянц. – Новосибирск: 2004.

#### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Глазов В.М.</i> Химическая термодинамика и фазовые равновесия / В.М. Глазов, Л.М. Павлова. – М. : Metallurgia, 1988.
2	<i>Курнаков Н.С.</i> Введение в физикохимический анализ / Н.С. Курнаков. – Л. : ОНТИ, 1936.
3	<i>Палкин А.П.</i> Взаимосвязь и развитие тройных и четверных взаимных систем в расплавленном состоянии / А.П. Палкин. – Харьков : Изд-во Харьк. ун-та, 1960.

#### в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	lib.vsu.ru
2	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека
3	<a href="http://www.en.edu.ru">http://www.en.edu.ru</a> – Естественнонаучный образовательный портал

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**  
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При реализации дисциплины проводятся лекции (вводная и по разделам дисциплины), семинарские занятия (проблемные, дискуссионные и т.д.), проводится текущая аттестация, самостоятельная работа по дисциплине или отдельным ее разделам и т.д.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** Мультимедийное оборудование для чтения лекций с использованием электронных презентаций.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Основы учения о диаграммах состояний (ДС)	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2	устный опрос
2	Однокомпонентные системы	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2	устный опрос
3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. <i>T-p-x</i> -диаграммы состояний	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2	устный опрос
4	Трехкомпонентные системы. <i>T-x</i> -диаграммы состояний	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2	устный опрос
5	Четырехкомпонентные системы. Взаимные системы	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2	устный опрос
6	Методы исследования в	ПК-1	ПК-1.1	устный опрос

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	физико-химическом анализе	ПК-2 ПК-3	ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.1 ПК-3.2	
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				<i>Перечень вопросов</i>

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Практикоориентированные задания/домашние задания*

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

*Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, лабораторных работ требования к представлению портфолио*

Формулируются вариативно исходя из разделов дисциплины

Описание технологии проведения

Устный опрос

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Знание основных фактов, совокупность которых дает ответ на зачетный вопрос, с доказательством теорем, выводом уравнений и т.п. и умение иллюстрировать эти факты примерами. Ответ соответствует перечисленным показателям

### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Собеседование по билетам к зачету*

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

*Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, требования к представлению портфолио, вопросов к экзамену (зачету) и порядок формирования КИМ*

01 Понятие компонента. Базис независимых компонентов. Химический потенциал.

02 Пространство составов и пространство состояний. Свойства пространства составов.

03 Понятие фазы. Топология фазы. Существующие и сосуществующие состояния, строение диаграммы состояний. Правило фаз.

04 Область гомогенности. Постоянный и переменный состав. Дальтонида и бертоллиды.

05 Однокомпонентные системы. Полиморфизм. Энантиотропные и монотропные переходы.

06 Уравнения Клапейрона–Клаузиуса.

07 Типология изобарических сечений диаграмм двухкомпонентных систем.

08 Уравнения Ван–Лаара и Шредера. Ретроградная растворимость.

09 Превращения в твердых фазах. Бинодальный распад твердого регулярного раствора.

10 Полиморфизм компонентов. Полиморфизм внутренних фаз.

11 Метод  $G$ ,  $x$ -многообразий. Свойства изобарно-изотермического потенциала.

12  $T$ - $p$ - $x$ -диаграмма состояний системы с неограниченной растворимостью.

- 13 Критическое многообразие. Равновесия жидкость–пар.
- 14  $T$ - $p$ - $x$ -диаграммы состояний систем с эвтектикой и перитектикой.
- 15  $T$ - $p$ - $x$ -диаграмма состояний системы с конгруэнтно плавящимся соединением.
- 16  $T$ - $p$ - $x$ -диаграмма состояний системы с инконгруэнтно плавящимся соединением.
- 17  $T$ - $p$ - $x$ -диаграммы состояний систем с синтектикой и монотектикой.
- 18  $T$ - $x$ -диаграмма состояний тройной системы с неограниченной растворимостью.
- 19  $T$ - $x$ -диаграммы состояний тройных систем эвтектического и перитектического типов в бинарных вложенных системах.
- 20  $T$ - $x$ -диаграммы состояний тройных систем с конгруэнтно плавящимися двойными и тройными соединениями.
- 21  $T$ - $x$ -диаграммы состояний тройных систем с инконгруэнтно плавящимися двойными и тройными соединениями.
- 22 Расслоение с критическим многообразием в тройных системах.
- 23 Триангуляция тройных систем по Курнакову.
- 24 Четырехкомпонентные системы. Общие методы описания.
- 25 Взаимные системы. Классификация. Свойства диаграмм состояний.
- 26 Принципы термического анализа. Дифференциальный термический анализ. Расшифровка термограмм.
- 27 Тензиметрические методы исследования  $T$ - $p$ - $x$ -диаграмм состояний.
- 28 Методы исследования в физико-химическом анализе. Диаграммы «состав–свойство».

Описание технологии  
проведения Устный опрос

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Знание основных фактов, совокупность которых дает ответ на зачетный вопрос, с доказательством теорем, выводом уравнений и т.п. и умение иллюстрировать эти факты примерами. Ответ соответствует перечисленным показателям