

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*  
\_\_.\_.20\_\_г.

**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.**

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

**7. Рекомендована:**

---

*(наименование recommending структуры, дата, номер протокола,*

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

**8. Учебный год:** \_\_\_\_\_

**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
ПКВ-1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.		ПКВ-1.1 ПКВ-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>
ПКВ-2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.		ПКВ-2.1 ПКВ-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>
ПКВ-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их		ПКВ-3.1 ПКВ-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>

	практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.			<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. Т-р-х-диаграммы состояний	Строение изобарических сечений. Пересыщенные состояния. Ретроградная растворимость. Превращения в твердых фазах. Полиморфизм компонентов. Полиморфизм внутренних фаз. Т-р-х-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	
<b>2. Практические занятия</b>			
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Основы учения о диаграммах состояний (ДС)	Пространство составов и пространство состояний. Вывод и применение «правила центра масс». Вывод и применение правила фаз Гиббса.	
3.2	Однокомпонентные системы	Строение ДС однокомпонентных систем, вывод и применение уравнения Клапейрона–Клаузиуса. Энантиотропные и монотропные переходы. Замороженные состояния, псевдобинарные системы	
3.3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. <i>T-p-x</i> -диаграммы состояний	Применение уравнений Ван–Лаара для расчета двухфазных равновесий с твердыми растворами.	
3.3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. <i>T-p-x</i> -диаграммы состояний	Теория бинадального распада твердого регулярного раствора. Метод <i>G</i> , <i>x</i> -многообразий. Вывод основных типов ДС.	
3.3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. <i>T-p-x</i> -диаграммы состояний	Построение проекций и сечений <i>T-p-x</i> -диаграмм систем с неограниченной растворимостью различной сложности (с максимумами, минимумами и др.). Построение проекций и сечений <i>T-p-x</i> -диаграмм систем с эвтектикой, перитектикой и комбинированных типов различной сложности. Построение проекций и сечений <i>T-p-x</i> -диаграмм систем с конгруэнтными и инконгруэнтными соединениями различной сложности. Построение проекций и сечений <i>T-p-x</i> -диаграмм систем с синтектикой и монотектикой различной сложности.	
3.4	Трехкомпонентные системы. <i>T-x</i> -диаграммы состояний	Построение проекций поверхностей, изотермических и политермических сечений ДС системы с неограниченной растворимостью различной сложности. Построение проекций поверхностей, изотермических и политермических сечений ДС системы эвтектического и перитектического типов в бинарных вложенных системах различной сложности. Построение проекций поверхностей, изотермических и политермических сечений ДС системы конгруэнтно плавящимися двойными и тройными соединениями. Триангуляция по Курнакову	
3.5	Четырехкомпонентные системы. Взаимные системы	ДС 4-хкомпонентной системы с простой эвтектикой, построение и эволюция сечений. Четверные системы взаимного обмена	
3.6	Методы исследования в физико-химическом анализе	Термический анализ. Дифференциальная термическая запись, форма термографического пика. Кривые нагревания и охлаждения. Метод растворимости, метод микроструктуры. Тензиметрические методы	

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная	Всего

					работа	
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> <i>P-T-x</i> 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. : Металлургия, 1980.
4	<i>Халдояниди К.А.</i> Фазовые диаграммы гетерогенных систем с трансформациями / К.А. Халдояниди. – 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. : Металлургия, 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	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека
3	http://www.en.edu.ru – 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.)**

№ п/п	Источник
1	Пункты 1 – 4 а), пункты 1 – 3 б)

**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)	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
2	Однокомпонентные системы	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. Т-р-х-диаграммы состояний	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
4	Трехкомпонентные системы. Т-х-диаграммы состояний	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
5	Четырехкомпонентные системы. Взаимные системы	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
6	Методы исследования в	ПКВ-1	ПКВ-1.1	устный опрос

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	физико-химическом анализе	ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-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