

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
общей и неорганической химии
Семенов В. Н.



10.04.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02 Физико-химический анализ в неорганическом материаловедении

1. Код и наименование специальности:

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

2. Специализация: Фундаментальная химия в профессиональном образовании

3. Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии.

4. Форма обучения: Очная

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

6. Составители программы: Завражнов А.Ю., д.х.н. проф.

7. Рекомендована: НМС химического факультета протокол № 10-03 от 27.03.2025

8. Учебный год: 2027/2028

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	Знать: Как проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности. Уметь: Проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности. Владеть: Сбором, систематизацией и критическим анализом научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.
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	Знать: Как планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии. Уметь: Планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.

				Владеть: Планированием работы и выбором адекватных методов решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.
ПК-3	Способен 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.		ПК-3.1 ПК-3.2	Знать: 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. Уметь: 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. Владеть: 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.

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		
			5 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия			54		
в том числе:	лекции		18		
	практические		36		
	лабораторные				
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 *
1. Лекции			
	Основы учения о дисперсных системах (ДС)	Задачи физико-химического анализа. Физико-химический анализ в полупроводниковом материаловедении. Понятие компонента. Понятие	

1.1		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. T - x -диаграммы состояний	Принципы построения T - x -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 T - p -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	8
2	Однокомпонентные системы	2	6		4	12
3	Двухкомпонентные системы. Типология изобарических сечений. T - p - x -диаграммы состояний	4	8		2	14
4	Трехкомпонентные системы. T - x -диаграммы состояний	4	8		2	14
5	Четырехкомпонентные системы. Взаимные системы	2	8		4	14
6	Методы исследования в физико-химическом анализе	2	4		2	8
	Итого:	18	36		18	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.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе, допускается присутствие ассистентов и сурдопереводчиков на занятиях. Промежуточная аттестация для таких студентов проводится в письменной форме с общими критериями оценивания; при необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации с использованием программ-синтезаторов речи, а также использование звукозаписывающих устройств на лекциях. На занятиях также может присутствовать ассистент. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование; время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата могут проходить часть занятий дистанционно. Промежуточная аттестация для них проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

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	Аносов В.Я. Основы физико-химического анализа / В.Я. Аносов, М.И. Озерова, Ю.Я. Фиалков. – М. : Наука, 1976.
2	Зломанов В.П. Р-Т-х диаграммы двухкомпонентных систем / В.П. Зломанов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980.
3	Петров Д.А. Двойные и тройные системы / Д.А. Петров. – М. : Metallurgia, 1980.
4	Халдояниди К.А. Фазовые диаграммы гетерогенных систем с трансформациями / К.А. Халдояниди. – Новосибирск: 2004.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Глазов В.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия / В.М. Глазов, Л.М. Павлова. – М. : Metallurgia, 1988.
2	Курнаков Н.С. Введение в физикохимический анализ / Н.С. Курнаков. – Л. : ОНТИ, 1936.
3	Палкин А.П. 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.)

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. Т-р-х-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. Т-х-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 монокотропные 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

Промежуточная аттестация определяет:

- полноту и прочность теоретических знаний;
- сформированность умений применять теоретические знания при решении практических и профессиональных задач;
- сформированность общих и профессиональных компетенций.

Подготовка к промежуточной аттестации является формой самостоятельной работы студентов. При этом обучающийся может использовать рекомендованный рабочей программой перечень основной и дополнительной литературы, материалы лекций, информационные и электронно-образовательные ресурсы, а также любую научную и образовательную литературу по теме программы. Для подготовки к промежуточной аттестации студент также может использовать перечень вопросов, перечисленных в рабочей программе.

Промежуточная аттестация проводится в устной форме. Преподаватель, проводящий промежуточную аттестацию, имеет право задавать студентам дополнительные вопросы по всему разделу программы учебной дисциплины. Время проведения аттестации устанавливается нормами времени. Результат сдачи промежуточной аттестации заносится преподавателем в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка результатов обучения на промежуточной аттестации происходит по следующим показателям:

- 1) знание учебного материала и владение общим понятийным аппаратом;
- 2) знание основ химической термодинамики и физико-химического анализа;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, формулами;

По результатам всех выполненных заданий текущего контроля, активного участия в семинарских занятиях, студентам может быть выставлен зачет автоматом.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Владение основным материалом курса, полные и правильные ответы на зачете (достаточно знание до 75% материала).	Удовлетворительный уровень или выше	Зачтено
Отсутствие знаний по вопросу билета на зачете или неверные, значительно искаженные ответы.	–	Не зачтено

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;