

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
материаловедения и индустрии наносистем



В.М. Иевлев  
17.04.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.01 Аморфные и квазикристаллические материалы**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

*04.04.02 – Химия, физика и механика материалов*

2. Профиль подготовки/специализация:

Программа «Химия, физика и механика новых функциональных материалов и наноматериалов»

3. Квалификация выпускника: *магистр*

4. Форма обучения: *очная*

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: *материаловедения и индустрии наносистем*

6. Составители программы: *Даринский Борис Михайлович, д.ф.-м.н., профессор*

7. **Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета, протокол №4 от 11.04.2024

---

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучение студентами основных понятий, специфики атомной структуры различных материалов, физико-химических свойств и применений материалов.

Основные задачи изучения дисциплины:

– формирование у студентов необходимых знаний понимания геометрического смысла структурных параметров в материалах различного типа, способов получения и применения.

– ознакомление с основными достижениями и перспективами в области исследования использования материалов с различными структурами

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Блок Б1, вариативная часть.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих курсах, изученных студентами ранее в бакалавриате: «Общая и неорганическая химия», «Структурная химия и кристаллохимия», «Материаловедение», «Физико-химия нанокластеров, наноструктур, наноматериалов», «Нанотехнологии», «Тонкие плёнки и гетероструктуры».

## 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-3	Способен овладеть в профессиональной деятельности основными типовыми методами синтеза и анализа веществ, элементного и фазового состава, структуры и свойств материалов (включая наноматериалы)	ПК-3.1	Способен использовать знания о составе, структуре и свойствах материалов для решения задач материаловедения	знать: современные тенденции развития неорганической химии аморфных материалов; основные закономерности и особенности изменения свойств аморфных материалов от элементного состава их соединений уметь: прогнозировать свойства синтезируемых материалов и наноматериалов и осуществлять целенаправленный выбор метода их синтеза владеть: навыками научно обоснованного совместного использования данных различных физико-химических и расчетных методов исследования для получения максимально возможных качественных, прецизионных данных о свойствах синтезируемых материалов
		ПК-3.2	Владеет основными методами синтеза и анализа вещества	знать: современные тенденции развития неорганической химии аморфных материалов; основные закономерности и особенности изменения свойств аморфных материалов от элементного состава их соединений уметь: прогнозировать свойства синтезируемых материалов и наноматериалов и осуществлять целенаправленный выбор метода их синтеза владеть: навыками научно обоснованного совместного использования данных различных физико-химических и расчетных методов исследования для получения максимально возможных качественных, прецизионных данных о свойствах синтезируемых материалов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		2 семестр	3 семестр	...
Контактная работа	56		56	
в том числе:	лекции	18		18
	практические	38		38
	лабораторные	–		–
	курсовая работа	–		–
Самостоятельная работа	88		88	
Промежуточная аттестация (для экзамена)				
Итого:	144		144	

#### 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	Определение и классификация типов упорядочения	Позиционный порядок. Ориентационный порядок. Дальний и ближний порядок. Соразмерные и несообразные фазы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11234">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11234</a>
1.2	Стекла	Аморфные простые ковалентные структуры. Аморфный углерод, аморфный кремний. Решетка Захариасена. Кремниевые и боратные диэлектрические стекла. Металлические стекла. Полимеры.	
1.3	Жидкости	Простые жидкости: металлические, полупроводниковые, ионные расплавы. Структура жидкой воды.	
1.4	Квазикристаллы. Жидкие кристаллы	Группы симметрии квазикристаллов. Нематики, смектики, холистерики. Директор. Ближний порядок.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Определение и классификация типов упорядочения	Бинарная корреляционная функция Структурные характеристики аморфных полимеров	
2.2	Стекла	Симметрия квазикристаллов	
2.3	Жидкости	Атомные кластеры в металлических стеклах	
2.4	Квазикристаллы. Жидкие кристаллы	Термодинамическая теория несообразных фаз Температурные зависимости проводимости	

#### 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	Определение и классификация типов	4	9		20	33

	упорядочения					
2	Стекла	4	9		20	33
3	Жидкости	4	10		20	34
4	Квазикристаллы Жидкие кристаллы	6	10		28	44
	Итого:	18	38	–	88	144

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

Данный курс основан на сочетании лекционных и практических занятий. Достаточно большое внимание уделено самостоятельной работе студентов, в рамках которой необходимо уделять внимание более углубленному изучению отдельных разделов дисциплины, работе с литературными источниками, статьями в ведущих научных журналах и специализированных изданиях, поиску информации.

#### 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	Клеман М. Основы физики частично упорядоченных сред. Жидкие кристаллы, коллоиды, фрактальные структуры, полимеры и биологические объекты / М. Клеман, О.Д. Лаврентович. – М. : Физматлит, 2007. – 679 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Займан Д. Модели беспорядка. Теоретическая физика однородно неупорядоченных систем / Джон Займан ; пер. с англ. под ред. [и с предисл.] В. Л. Бонч-Бруевича. – М. : Мир, 1982. – 591 с.
3	Судзуки К. Аморфные металлы / К. Судзуки, Х. Фудзимори, К. Хасимото ; под ред. Ц. Масумото; пер. с японского Е.И. Поляка; под ред. И.Б. Кекало. – М. : Металлургия, 1987. – 328 с.
4	Катлер М. Жидкие полупроводники / М. Катлер ; пер. с англ. под ред. А.А. Андреева, В.А. Алексеева. – М. : Мир, 1980. – 256 с.
5	Скрышевский А.Ф. Структурный анализ жидкостей и аморфных тел / А.Ф. Скрышевский. – 2-е изд., перер. и доп. – М. : Высшая школа, 1980. – 323 с.

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

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a> - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета
2.	<a href="http://www.nanometer.ru/">http://www.nanometer.ru/</a> - Нанотехнологическое сообщество «Нанометр»
3.	<a href="http://www.chem.msu.ru/rus/">http://www.chem.msu.ru/rus/</a> - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet,
4.	<a href="http://www.e-library.ru">www.e-library.ru</a> - информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
5.	<a href="http://iric.imet-db.ru/">http://iric.imet-db.ru/</a> - База данных IRIC (Information Resources of Inorganic Chemistry) содержит краткую информацию об информационных системах в области неорганической химии и материаловедения.
6.	<a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a> - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета

#### 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.	

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):** При реализации дисциплины используются различные типы лекций – вводные лекции, информационные лекции с визуализацией (мультимедийные презентации), по отдельным темам – обзорные. На практических занятиях: выступление с рефератами, семинарские занятия. Текущая аттестация осуществляется в форме контрольных работ, промежуточная – по КИМ. Использование ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11234>

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук

**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.	Определение и классификация типов упорядочения	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Устный опрос
2.	Стекла	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Устный опрос
3.	Жидкости	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Устный опрос
4.	Квазикристаллы Жидкие кристаллы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	Устный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				<i>Перечень вопросов</i>

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

**20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к экзамену и порядок формирования КИМ

1. Геометрические характеристики атомного строения аморфных материалов. Бинарная корреляционная функция.
2. Бинарная корреляционная функция сплавов.
3. Представления о плотной упаковке металлических стекол.
4. Атомное строение ковалентных аморфных материалов. Сетка Захараева.
5. Строение полимерных цепей и их структурные характеристики.
6. Атомное строение силикатных и боратных стекол.
7. Атомное строение квазикристаллов.
8. Энергетический спектр электронов в аморфных веществах.
9. Локализованные и делокализованные состояния.
10. Переход Андерсона в электронной системе.
11. Переход Мотта.

12. Механизмы локализации электронов.
  13. Модель протекания электронов в аморфных проводниках.
  14. Теория Мотта для электрической проводимости
  15. Экситоны и поляроны в аморфных полупроводниках.
  16. Механические характеристики квазикристаллов и аморфных материалов.
  17. Оптические характеристики аморфных материалов.
  18. Магнитные структуры аморфных материалов
- Каждый КИМ содержит 2 вопроса из разных разделов программы.

#### Описание технологии проведения

На подготовку письменного ответа на вопросы КИМ (на листах ответов) даётся 60 минут, после этого проводится устная беседа.

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала о современных представлениях о квазикристаллах и аморфных материалах;
- 2) знание понятийного аппарата, используемого для описания электронной и атомной структуры и свойств аморфных материалов;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение использовать полученные знания для прогнозирования свойств аморфных материалов, выбор метода их синтеза;
- 5) владение навыками научно обоснованного совместного использования данных различных физико-химических и расчетных методов исследования для получения максимально возможных качественных, прецизионных данных о свойствах синтезируемых материалов.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области современной науки о низкоразмерных системах</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен знания для решения практических задач в области квантовой теории низкоразмерных систем, допускает отдельные ошибки при рассмотрении отдельных при описании современных представлений о специфике низкоразмерных систем.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен описать основные теории и современные представления о низкоразмерных системах, допускает грубые ошибки при ответе.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>