

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
материаловедения и индустрии наносистем
Академик РАН


В.М. Иевлев
подпись, расшифровка подписи

25.06.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.10 Наноматериалы

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

04.03.02 – Химия, физика и механика материалов

2. Профиль подготовки/специализация: *Материаловедение и индустрия наносистем*

3. Квалификация выпускника: *бакалавр*

4. Форма обучения: *очная*

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

6. Составители программы: *Сладкопевцев Борис Владимирович, кандидат химических наук*

7. Рекомендована: научно-методическим советом химического факультета, протокол №5 от 17.06.2021

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование у студентов системы представлений об основных видах наноматериалов, их свойствах и областях использования в настоящее время или в перспективе.

Задачи учебной дисциплины:

Студенты должны:

- получить представления о наноматериалах, познакомиться с различными подходами к их классификации (с точки зрения мерности, функциональных свойств, областей применения и т.д.);
- знать основные свойства того или иного наноматериала, прогнозировать возможные свойства с учётом полученных ранее из других курсов знаний о веществах и материалах;
- знать области применения наноматериалов в настоящее время и в будущем.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: для освоения курса студент должен быть знаком с основными разделами общей и неорганической химии, знать основные методы синтеза и анализа состава и структуры вещества в наноразмерном состоянии.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих курсах, изученных студентами ранее:

- Общая и неорганическая химия
- Физика
- Органическая химия
- Нанотехнологии
- Нанокластеры и наноструктуры: синтез и свойства

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-2	Способен использовать знания о методах синтеза и свойствах материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, для решения профессиональных задач	ПК-2.1	Способен выбирать методы синтеза материалов различного назначения (в том числе наноматериалов) в соответствии с поставленной задачей	Знать: основные методы синтеза важнейших наноматериалов Уметь: использовать полученные знания для выбора методов синтеза наноматериалов и характеристики их свойств. Владеть: навыками постановки и решения конкретных задач синтеза наноматериалов
		ПК-2.2	Способен использовать знания о свойствах материалов для решения конкретных профессиональных задач	Знать: основные классы наноматериалов, их свойства и области применения в настоящее время и в перспективе Уметь: использовать полученные знания для решения профессиональных задач, связанных с исследованиями и применением наноматериалов

			задач	Владеть: терминологией в изучаемой области; навыками поиска и анализа информационных источников в изучаемой области
--	--	--	-------	---

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

Форма промежуточной аттестации – зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			8 семестр	... семестр
Контактная работа		100	100	
в том числе:	лекции	40	40	
	практические	30	30	
	лабораторные	30	30	
	курсовая работа	–	–	
Самостоятельная работа		44	44	
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 *
1. Лекции			
1.1	Основные понятия дисциплины. Нульмерные наноструктурированные материалы	Наноматериалы, способы их классификации. Классификация по мерности, по функциональным свойствам и областям применения. Нанокристаллы. Синтез монокристаллических наноматериалов в нанокристаллическом состоянии.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
1.2	Одномерные наноструктурированные материалы	Тубулярные наноструктуры. Классификация, методы синтеза, области применения. Углеродные и неуглеродные нанотрубки. Тубулярные наноструктуры на основе дисульфидов вольфрама и молибдена. Топотактический процесс. Одномерные наноструктуры на основе оксидов титана, ванадия, цинка. Функционализация нанотрубок как путь создания материалов с заранее заданными свойствами.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
1.3	Квантовые наноструктуры	Квантовые ямы, проволоки, точки. Способы синтеза квантовых наноструктур.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
1.4	Двумерные наноструктурированные материалы	Тонкие пленки. Наноматериалы для мембран. Нанолитография на монослоях. Электрохимические способы получения нанокристаллических покрытий. Распад слоистых структур на отдельные слои в неводных растворителях в присутствии ПАВ. Многослойные структуры.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145

1.5	Объёмные наноструктурированные материалы	Основные виды. Методы наноструктурирования. Влияние наноструктурированного объёмного материала на магнитные свойства. Разупорядоченные твердотельные структуры. Наноструктурированные многослойные материалы. Нанокерамика. Пористый кремний. Наноструктурированные кристаллы. Природные нанокристаллы. Наночастицы в цеолитах. Кристаллы из металлических наночастиц.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
1.6	Применение функциональных наноматериалов	Наномеханизмы и наноустройства. Микро- и нанозлектромеханические системы. Актюаторы (электростатические, магнитные, тепловые, гидравлические и т.д.). Сенсорные НЭМС. Нанозлектроника и молекулярная электроника. Наноматериалы в электронике. Системы записи и магнитные носители информации. Сенсоры. Катализ. Преобразование солнечной энергии, топливные ячейки, нано-батареи. Фотонные кристаллы, их размерность. Методы формирования фотонных кристаллов. Материалы на основе фотонных кристаллов, области применения.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
2. Практические занятия			
2.1	Основные понятия дисциплины. Нульмерные наноструктурированные материалы	Нанокластеры. Углеродные кластеры. Фуллерены. Неуглеродные шарообразные молекулы.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
2.2	Одномерные наноструктурированные материалы	Углеродные нанотрубки. Характеристика, методы синтеза, свойства. Нанонити. Нанонити на основе углерода и металлов. Методы их получения. Физико-химические свойства нанонитей.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
2.3	Квантовые наноструктуры	Применение квантовых наноструктур. Перспектива использования квантовых точек в создании дисплеев (QD-LED) и светоизлучающих систем. Лазеры на квантовых точках. Квантовые точки в биологических исследованиях.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
2.4	Двумерные наноструктурированные материалы	Двумерные наноматериалы на основе углерода. Графен.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
2.5	Объёмные наноструктурированные материалы	Квазикристаллические наноматериалы, перспективные в машиностроении, альтернативной и водородной энергетике. Конструкционные наноструктурные твердые сплавы. Наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
2.6	Применение функциональных наноматериалов	Материалы для бионанотехнологии. Биологические наноструктуры. Конструкционные наноматериалы для медицины. Нанофармакология, наноматериалы как лекарства и как носители лекарств. Диагностика заболеваний и наносистемы – магнитная томография (магнитные наночастицы – зонды), маркеры. Нанокompозиты. Наночастицы в керамической, металлической или полимерной матрице. Магнитные нанокompозиты. Каталитические нанокompозиты. Макромолекулярные и супрамолекулярные структуры. Биологические нанокompозитные материалы.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
3. Лабораторные занятия			
3.1	Основные понятия	Лабораторная работа «Сборка солнечного	ЭУМК

	дисциплины. Нульмерные наноструктурированные материалы	элемента нового типа с использованием нанотехнологий» Лабораторная работа «Исследование морфологии поверхности гетероструктур $\text{MeO}/\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$ посредством нанотехнологического комплекса «Умка»»	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
3.2	Объёмные наноструктурированные материалы	Лабораторная работа «Получение ферромагнитных жидкостей на основе высокодисперсного магнетита Fe_3O_4 и исследование их свойств»	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145
3.3	Объёмные наноструктурированные материалы	Лабораторная работа «Синтез нанопористого Al_2O_3 методом анодного оксидирования алюминиевых фольг» Лабораторная работа «Синтез пористого фосфида индия методом анодного оксидирования»	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Основные понятия дисциплины. Нульмерные наноструктурированные материалы	6	2	20	8	36
2	Одномерные наноструктурированные материалы	8	6	–	6	20
3	Квантовые наноструктуры	4	4	–	4	12
4	Двумерные наноструктурированные материалы	6	6	–	8	20
5	Объёмные наноструктурированные материалы	8	6	10	8	32
6	Применение функциональных наноматериалов	8	6	–	10	24
	Итого:	40	30	30	44	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе изучения дисциплины предполагается: работа с конспектами лекций и литературными источниками; подготовка кратких сообщений.

В рамках курса достаточно большое внимание уделено внеаудиторной самостоятельной работе студентов, предполагается работа с литературными источниками. Специфика предмета заключается в большом количестве новой информации, которая появляется постоянно, поэтому необходимо самостоятельно работать с электронными библиотеками, научными журналами, специализированными ресурсами и источниками Интернета.

Следует отметить, что данный курс очень тесно взаимосвязан с дисциплиной «Нанотехнологии» (читается в 7 семестре), где были рассмотрены основные методы синтеза веществ и материалов в наноразмерном состоянии, поэтому здесь рассматриваются только в основном особые, частные методы синтеза тех или иных наноматериалов. В то же время в рамках курса «Наноматериалы» необходимо часто актуализировать полученные ранее знания, проводя опросы и беседы со студентами для формирования целостной картины. Кроме того, некоторые разделы данного курса, такие как «Кластеры углерода. Фуллерены», «Углеродные нанотрубки», «Металлические кластеры» и некоторые другие достаточно подробно были рассмотрены в рамках курса

«Нанокластеры и наноструктуры: синтез и свойства», поэтому здесь делается в основном упор на их свойства и области применения.

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.	Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Фахльман ; пер. с англ. Д. О. Чаркина и В. В. Уточниковой ; под ред. Ю. Д. Третьякова и Е. А. Гудилина. – Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 463 с.
2.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е., испр. – Москва : Физматлит, 2009. – 414 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : http://biblioclub.ru

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – Москва : Физматлит, 2010. – 452 с.
4.	Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.
5.	Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография / под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А.Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 527 с.
6.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е., испр. – Москва : Физматлит, 2007. – 414 с.
7.	Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии: учеб. пособие / под общ. ред. Патрикеева Л. Н. – Москва : Бином. Лаб. знаний, 2008. – 431 с.
8.	Российские нанотехнологии : журнал
9.	Nano Letters : scientific journal, American Chemical Society

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

№ п/п	Ресурс
1.	https://www.lib.vsu.ru/ - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета
2.	ЭБС IPR BOOKS — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/
3.	http://www.nanometer.ru/ - Нанотехнологическое сообщество «Нанометр»
4.	http://www.nanonewsnet.ru/ - новости нанотехнологий, информационно-аналитическое издание, посвященное вопросам популяризации и развития нанотехнологий в РФ
5.	http://www.rusnanonet.ru/ - информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети

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.	Миттова И. Я. Наноматериалы: свойства порошков и компактных некристаллических материалов : учебное пособие для вузов / И. Я. Миттова, Е. В. Томина, С. С. Лаврушина; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007. – 69 с.
2.	Практикум синтез и исследование нанодисперсных систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4 к. днев. отд-ния хим. фак., для направления 020300 - Химия, физика и механика материалов] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Е. В. Томина и др.]. – Электрон. текстовые дан. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015.

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 краткими сообщениями, семинарские занятия. Текущая аттестация осуществляется в форме контрольных работ, промежуточная – по КИМ. ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145>

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук. Microsoft Windows

Учебная аудитория 358а, Лаборатория синтеза и технологии наноматериалов.

Комплекс нанотехнологического оборудования «УМКА»

- Источник постоянного тока Agilent N8740A
- Цифровой мультиметр Agilent 34401a
- Магнитная мешалка

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.	Основные понятия дисциплины. Нульмерные наноструктурированные материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
2.	Одномерные наноструктурированные материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
3.	Квантовые наноструктуры	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
4.	Двумерные наноструктурированные материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
5.	Объёмные наноструктурированные материалы	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
6.	Применение функциональных наноматериалов	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Устный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт				Перечень вопросов

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:

Устный опрос

Сообщения

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

Перечень вопросов к зачету и порядок формирования КИМ

1. Нульмерные наноструктуры. Способы получения и применение.
 2. Одномерные наноструктуры. Материалы на их основе, способы получения.
 3. Тубулярные наноструктуры. Углеродные и неуглеродные нанотрубки.
 4. Двумерные наноструктуры. Основные методы синтеза.
 5. Графен: свойства, способы получения и перспективы применения.
 6. Наноматериалы для фотоники.
 7. Наноструктурированные многослойные материалы.
 8. Наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия.
 9. Электрохимические способы получения нанокристаллических покрытий и объёмных материалов.
 10. Квантовые наноструктуры (точки, проволоки, ямы). Способы получения.
 11. Применение квантовых наноструктур.
 12. Пористые наноматериалы: методы синтеза и области применения.
 13. Материалы для производства мембран.
 14. Разупорядоченные твердотельные структуры.
 15. Материалы для записи и хранения информации.
 16. Фотонные кристаллы: способы получения, свойства и применение.
 17. Нанокompозиты.
 18. Нанокерамика.
 19. Материалы для МЭМС и НЭМС.
 20. Микро- и нанотрибология. Преобразование энергии.
 21. Нанoeлектроника. Современные транзисторы.
 22. Наносистемы для диагностики заболеваний.
 23. Конструкционные наноматериалы для медицины.
 24. Биологические наноструктуры. Биомиметика.
 25. Нанofармакология, наноматериалы как лекарства и как носители лекарств.
 26. Преобразование солнечной энергии, топливные ячейки.
 27. Наноматериалы с сенсорными и каталитическими свойствами.
- 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.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели: владение теоретическими основами дисциплины, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами.</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки</i>	<i>Не зачтено</i>