

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

16.05.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Спецпрактикум "Методы получения материалов"

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**
04.04.02 – Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки/специализации:** Химия, физика и механика новых функциональных материалов и наноматериалов
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
Материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:**
Сербин Олег Викторович, к.ф.-м.н., доц.
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета,
протокол № 10-03 от 27.03.2025
- 8. Учебный год:** 2025 / 2026 **Семестр(-ы):** 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Ознакомление с основными методами получения простых и сложных наноматериалов как основных функциональных материалов современной техники, аппаратным оформлением соответствующих процессов, примерами получения материалов, а также достоинствами, недостатками и возможностями каждого метода..

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Учебный курс входит в блок Б1, часть, формируемая участниками образовательных отношений.

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

а) профессиональные ПК-3.1, ПК-3.2

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: основные методы получения простых и сложных наноматериалов как основных функциональных материалов современной техники уметь: проводить расчеты необходимых технологических параметров для получения заданных наноматериалов владеть: навыками решение фундаментальных задач в области современного фундаментального материаловедения и нанотехнологий
		ПК-3.2	Владеет основными методами синтеза и анализа веществ	знать: современные технологии получения наноматериалов уметь: работать на технологическом вакуумном оборудовании, владеть: методами магнетронного распыления, термического испарения, электрохимического осаждения, порошковой

				металлургии, золь-гель, термической обработки, фотонной обработки.
ПК-1.	Способен проводить подбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач материаловедения	ПК-1.1	Обеспечивает подбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач материаловедения	знать: основные методы получения материалов. уметь: использовать информационный банк данных о физических процессах и явлениях с целью создания новых материалов с заданными свойствами владеть: основными навыками постановки задачи в научно-исследовательской деятельности
		ПК-1.2.	Составляет аналитический обзор литературных источников в соответствии с поставленным заданием	знать: методы анализа результатов научно-исследовательских работ уметь: проводить эвристический поиск и детального анализа научной и технической информации, в области химического материаловедения и нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок в области современного материаловедения и нанотехнологий владеть: навыками работы в современных информационных базах данных области наук о материалах

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4 / 144.

12.1 Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			1 семестр	2 семестр
Контактная работа		38		38
в том числе:	лекции			
	практические			
	лабораторные	38		38
	курсовая работа			
Самостоятельная работа		106		106
Промежуточная аттестация (для экзамена)				
Итого:		144		144

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
		1. Лекции	
1.1			
		3. Лабораторные занятия	
3.1	Вакуумные методы получения наноматериалов	метод магнетронного распыления в вакууме	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=8472
		метод термического испарения в вакууме	
3.2	Методы термического синтеза	Быстрая термическая обработка	
		Импульсно фотонная обработка	

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Вакуумные методы получения наноматериалов			18	56	74
2	Методы термического синтеза			20	50	70
	Итого:	0	0	38	106	144

13.3 Междисциплинарные связи с другими дисциплинами:

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
1	Современная неорганическая химия	1-9

2	Фундаментальные проблемы материаловедения	1-9
---	---	-----

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В учебном процессе используются следующие формы работы:

Лабораторные работы.. Самостоятельная работа с использованием ЭУМК
<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=8472>

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	Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури .— М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008 .— 365 с
2	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.
3	Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев .— Изд. 2-е., испр. — М. : Физматлит, 2007 .— 414

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Технология тонких пленок : Справочник / Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга; Пер. с англ. под ред. М.И. Елинсона, Г.Г. Смолко .— М. : Сов. радио, 1977-.Т. 1 .— 1977 .— 662 с.
5	Технология тонких пленок : Справочник / Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга; Пер. с англ. под ред. М.И. Елинсона, Г.Г. Смолко .— М. : Советское радио, 1977-.Т. 2 .— 1977 .— 767 с.

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

№ п/п	Ресурс
1.	«Университетская библиотека online»
2.	http://www.elibrary.ru — Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	

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

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук. Вакуумная установка УВН 75 с системой магнетронного распыления. Универсальный вакуумный пост ВУП5 с системой термического распыления. Установка отжига лучевого УОЛП-1М

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.	Вакуумные методы получения наноматериалов	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1, ПК-3.2	Устный опрос
2.	Методы термического синтеза	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1, ПК-3.2	Устный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				КИМ

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторные работы; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.4.

20.4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по билетам к зачету.

- 1) Получение тонкопленочных нанокомпозитов методом магнетронного распыления в вакууме. Выбор режимов распыления. Расчет толщины пленочного композита. Измерение толщины пленочного композита
- 2) Получение тонкопленочных нанокомпозитов методом термического испарения в вакууме. Выбор режимов испарения. Расчет навески. Измерение толщины тонкопленочного композита.
- 3) Синтез многокомпонентных композитов методом быстрой термической обработки. Выбор режимов обработки. Методика измерения температуры при быстропотекающих процессах.
- 4) Синтез многокомпонентных композитов методом импульсно фотонной обработки. Выбор режимов обработки. Методика измерения температуры при быстропотекающих процессах.

Знание основных методов получения простых и сложных наноматериалов как основных функциональных материалов современной техники, аппаратным оформлением соответствующих процессов, примерами получения материалов, а также достоинствами, недостатками и возможностями каждого метода.

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет основными понятиями дисциплины. Способен самостоятельно обосновать выбор методов получения материалов. Способен самостоятельно подготовить образцы наноматериалов для дальнейших исследований.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся в полной мере владеет основными понятиями дисциплины. Способен самостоятельно обосновать выбор методов получения материалов. Способен самостоятельно подготовить образцы наноматериалов для дальнейших исследований, допускает отдельные ошибки при выполнении экспериментов.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично основными понятиями дисциплины. Способен обосновать выбор методов получения материалов. Способен подготовить образцы наноматериалов для дальнейших исследований, допускает отдельные ошибки при выполнении экспериментов.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Неудовлетворительно

20.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ

ПК-1 Способен проводить подбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач материаловедения

Перечень заданий для оценки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ПК-3 Способен овладеть в профессиональной деятельности основными типовыми методами синтеза и анализа веществ, элементного и фазового состава, структуры и свойств материалов (включая наноматериалы)

Перечень заданий для оценки сформированности компетенции:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Какое выражение соответствует закону Вульфа-Брэгга?:
а) $2d\sin\theta = n\lambda$ б) $a\sin\varphi = d$, в) $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = mN$
2. Как изменится параметр кристаллической решетки материала при образовании твердого раствора замещения если атом замещающего вещества больше атома замещенного?
а) уменьшится, б) увеличится, в) не изменится
3. Как изменится параметр кристаллической решетки материала при образовании твердого раствора внедрения?
а) уменьшится, б) не изменится, в) увеличится
4. Какой вид напряжений в материалах называется напряжениями первого рода?
а) микронапряжения б) растягивающие напряжения в) макронапряжения
5. Какой вид вторичного излучения используется для зондового микроанализа?
а) вторичные электроны, б) обратно рассеянные электроны, в) характеристическое рентгеновское излучение
6. Какой параметр качества карточек PDF-2 ICDD следует использовать при выборе из нескольких доступных для фазового анализа?
а) Indexed (I), б) Star (S), в) Blank (B)
7. При растворении компонентов друг в друге образуются твердые растворы...
(несколько вариантов ответа)
а) замещения, б) внедрения, в) коллоидные, г) истинные
8. Линейные дефекты, имеющие протяженность только в одном направлении и влияющие на формирование прочностных свойств металлов, называются...
а) дислокациями,
б) дефектами кристаллической решетки,
в) поверхностными дефектами кристаллической решетки,
г) винтовыми дислокациями.

2) Задания с коротким ответом

- 1) При 278 К железо (Fe) кристаллизуется в ОЦК-структуру с параметром решетки 0,2866 нм. Определите плотность железа в г/см³.
Ответ: 7,88 г/см³

2) При измерении рентгеновской дифрактограммы хлорида калия на CuK_α излучении ($\lambda=0,1542$ нм) было получено 12 рефлексов с углом 2θ : (24.48, 28.35, 40.50, 47.92, 50.18, 58.66, 66.39, 73.54, 87.68, 94.58, 101.51, и 108.65.) Определить параметр кристаллической решетки хлорида калия, учитывая что тип кристаллической решетки – кубическая типа NaCl. Ответ записать в нанометрах

Ответ: 0,6295 нм.

3) Определить длину волны Де Бройля электронов в просвечивающем электронном микроскопе при ускоряющем напряжении 100 кВ в нерелятивистском приближении. Ответ выразить в ангстремах.

Ответ: 0,037 Å

4) Рассчитать ненулевой структурный фактор ГЦК решетки, если атомный фактор рассеяния равен f .

Ответ: $16f^2$

5) Определить угол между плоскостями (111) и (422) в кубическом кристалле.

Ответ: $19,47^\circ$

6) Интенсивность излучения прошедшего через образец толщиной x уменьшилась в три раза. Во сколько раз уменьшится интенсивность излучения в образце толщиной $2x$.

Ответ: в 9 раз.

7) Используя закон Вегарда рассчитать параметр кристаллической решетки твердого раствора Pd-Cu(60%). Параметры для металлов равны $a=3.8902$ (Pd), $a=3.6250$ (Cu) Å соответственно.

Ответ: $a=3,7311$ Å

Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный).

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный).

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из нескольких подзаданий, верно выполнено 50% таких подзаданий;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (получен неправильный ответ, ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки).

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).

