

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



20.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.15 Наноматериалы

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

04.03.02 – Химия, физика и механика материалов

2. Профиль подготовки/специализация:

3. Квалификация (степень) 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 24.05.2018*

8. Учебный год: *2021/2022*

Семестр(ы): *8*

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Сформировать у студентов систему представлений об основных видах наноматериалов, их основных свойствах и областях использования в настоящее время или в перспективе. В результате изучения дисциплины студент должен:

- 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 материала в наноразмерном состоянии, 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: (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

Б1, вариативная часть;

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

- Общая и неорганическая химия
- Физика
- Органическая химия
- Нанотехнологии
- Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов

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 «Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов», поэтому здесь делается в основном упор на их свойства и области применения.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-5	способность формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, а также использования для их решения методов изученных наук	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 наноматериалов владеть: терминологией в изучаемой области; навыками поиска и анализа информационных источников в изучаемой области
ПК-4	способность к	знать: основные методы синтеза важнейших

	оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	материалов в наноразмерном состоянии уметь: использовать полученные знания для выбора методов синтеза наноматериалов и характеристики их свойств. владеть: навыками поиска и анализа информационных источников в изучаемой области
--	---	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		8 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия	54	54		
в том числе: лекции	22	22		
практические	32	32		
лабораторные	–	–		
Самостоятельная работа	54	54		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час.)	0	0		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
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 материалов в нанокристаллическом состоянии.
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.
1.3	Квантовые наноструктуры	Квантовые ямы, проволоки, точки. Способы синтеза квантовых наноструктур.
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.
1.5	Объемные наноструктурированные материалы.	Основные виды. Методы наноструктурирования. Влияние наноструктурированного объемного материала на магнитные свойства. Разупорядоченные твердотельные структуры. Наноструктурированные многослойные

		материалы. Нанокерамика. Пористый кремний. Наноструктурированные кристаллы. Природные нанокристаллы. Наночастицы в цеолитах. Кристаллы из металлических наночастиц.
1.6	Применение функциональных наноматериалов	Наномеханизмы и наноустройства. Микро- и наноэлектромеханические системы. Актуаторы (электростатические, магнитные, тепловые, гидравлические и т.д.). Сенсорные НЭМС. Наноэлектроника 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.
2. Практические занятия		
2.1	Основные понятия дисциплины. Нульмерные наноструктурированные материалы	Нанокластеры. Углеродные кластеры. Фуллерены. Неуглеродные шарообразные молекулы.
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.
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.
2.4	Двумерные наноструктурированные материалы	Двумерные наноматериалы на основе углерода. Графен.
2.5	Объемные наноструктурированные материалы.	Квазикристаллические наноматериалы, перспективные в машиностроении, альтернативной и водородной энергетике. Конструкционные наноструктурные твердые сплавы. Наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия.
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.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Основные понятия дисциплины. Нульмерные наноструктурированные материалы	4	2	—	10	16
2.	Одномерные наноструктурированные материалы	5	6	—	8	19
3.	Квантовые наноструктуры	2	4	—	6	12

4.	Двумерные наноструктурированные материалы	4	6	—	10	20
5.	Объёмные наноструктурированные материалы.	3	6	—	8	17
6.	Применение функциональных наноматериалов	4	8	—	12	24
	Итого:	22	32	—	54	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

В рамках курса достаточно большое внимание уделено внеаудиторной самостоятельной работе студентов, в рамках которой предполагается работа с литературными источниками, подготовка к семинарам и круглым столам. Специфика предмета заключается в большом количестве новой информации, которая появляется постоянно, поэтому особое внимание необходимо уделить самостоятельной работе с электронными библиотеками, научными журналами, специализированными ресурсами и источниками Интернета. Использование ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145>

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.	http://www.nanometer.ru/ - Нанотехнологическое сообщество «Нанометр»
3.	http://www.nanonewsnet.ru/ - новости нанотехнологий, информационно-аналитическое издание, посвященное вопросам популяризации и развития нанотехнологий в РФ
4.	http://www.rusnanonet.ru/ - информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Миттова И. Я. <i>Наноматериалы: свойства порошков и компактных некристаллических материалов</i> : учебное пособие для вузов / И. Я. Миттова, Е. В. Томина, С. С. Лаврушина; Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2007. – 69 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Использование ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4145>

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

В связи с большим количеством иллюстративного материала для чтения лекций необходимо использование мультимедийного оборудования: проектор, ноутбук и экран.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-5 способность формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, а также использования для их решения методов изученных наук	Знать: основные классы наноматериалов, их свойства и области применения в настоящее время и в перспективе	Все разделы	Устный опрос
	Уметь: использовать полученные знания для решения профессиональных задач, связанных с исследованиями наноматериалов	Все разделы	Устный опрос
	Владеть: терминологией в изучаемой области; навыками поиска и анализа информационных источников в изучаемой области	Все разделы	Устный опрос
ПК-4 способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	Знать: основные методы синтеза важнейших материалов в наноразмерном состоянии	Все разделы	Устный опрос
	Уметь: использовать полученные знания для выбора методов синтеза наноматериалов и характеристики их свойств.	Все разделы	Устный опрос
	Владеть: навыками поиска и анализа информационных источников в изучаемой области	Все разделы	Устный опрос
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

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

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

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

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 объемных 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.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. 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 (индивидуальный опрос, фронтальная беседа). 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 качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.