


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  
26.03.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.06.02 Материалы для медицины**

**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:** *Сладкопезцев Борис Владимирович, кандидат химических наук*

**7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета, протокол № 3 от 19.03.2020

**8. Учебный год:** 2023/2024

**Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

формирование у студентов представлений о современных материалах медицинского назначения, технологиях их синтеза и промышленного производства, физико-химических свойствах и областях применения.

*Задачи учебной дисциплины:*

Студент должен

- знать основные типы медицинских материалов и их физико-химические свойства;
- иметь представления о современных подходах к синтезу материалов для медицины с заданными свойствами;
- уметь прогнозировать возможности применения материалов для медицины в конкретных областях с учётом их физико-химических характеристик.

## 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 дисциплины «Общая и неорганическая химии», иметь представления о методах анализа состава и структуры вещества.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, изученных студентами ранее: «Общая и неорганическая химия»; «Органическая химия»; «Современная аналитическая химия», «Микроскопические методы исследования структуры материалов»; «Спектроскопические методы исследования материалов»; «Перспективные методы активации процессов синтеза функциональных материалов», «Полупроводниковые материалы и сверхпроводники», «Аморфные жидкокристаллические материалы», «Химические и кристаллохимические основы синтеза функциональных материалов»

Данная дисциплина является предшествующей дисциплинам «Наноматериалы», «Тонкие пленки и гетероструктуры». Параллельно с данным курсом студенты осваивают дисциплины «Нанокластеры и наноструктуры: синтез и свойства» и «Нанотехнологии».

## 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
ПКВ-2	Способен использовать знания о методах синтеза и свойствах материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, для решения профессиональных задач	ПКВ-2.1	Способен выбирать методы синтеза материалов различного назначения (в том числе наноматериалов) в соответствии с поставленной задачей	Знать: современные представления о подходах к синтезу материалов для медицины с заданными свойствами Уметь: использовать полученные знания для выбора метода синтеза функциональных материалов медицинского назначения Владеть: навыками синтеза некоторых видов материалов для медицины
		ПКВ-2.2	Способен использовать знания о свойствах материалов для решения конкретных профессиональных задач	Знать: основные типы современных материалов медицинского назначения и их базовые свойства Уметь: прогнозировать возможности применения материалов в различных областях медицины с учётом их физико-химических характеристик и воздействия на живой организм

				Владеть: навыками использования знаний о свойствах основных классов материалов медицинского назначения для решения конкретных профессиональных задач
--	--	--	--	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			7 семестр	8 семестр
Контактная работа		72	72	
в том числе:	лекции	36	36	
	практические	36	36	
	лабораторные	–	–	
	курсовая работа	–	–	
Самостоятельная работа		36	36	
Промежуточная аттестация (для экзамена)				
Итого:		108	108	

**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	Классификация материалов. Основные принципы получения материалов функционального назначения	<p>Подходы к классификации материалов. Классификация по составу, формам существования, структуре, функциональным свойствам, областям применения. Конструкционные и функциональные материалы. Классификация материалов по функциональным свойствам</p> <p>Принципы периодичности; структурного дизайна; химического, термодинамического и структурного подобия; непрерывности и соответствия компонентов равновесной системы, ограничения числа независимых параметров состояния в равновесной системе; структурного разупорядочения и непостоянства состава; химического, структурного, фазового усложнения; химической, гранулометрической и фазовой однородности; эквивалентности источников беспорядка в условиях минимизации свободной энергии системы (принцип А.Вейла); одинакового эффекта различных физико-химических воздействий; синергетического эффекта различных физико-химических воздействий; неравноценности объема и поверхности; метастабильного многообразия</p> <p>Использование диаграмм Время - Температура – Превращение при создании материалов с</p>	–

		контролируемыми свойствами. Самосборка и самоорганизация	
1.2	Материалы биомедицинского назначения	Требования к материалам, используемым для биомедицинских целей. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани (биоинертная, пористая, биоактивная, ресорбируемая). Требования к материалам, используемым для протезирования. Керамические материалы на основе $Al_2O_3$ и $ZrO_2$ , гидроксил- и фторапатита. Фосфаты кальция. Материалы с эффектом памяти (нитинол). Биоактивная стеклокерамика. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей. Ультрадисперсные манганиты в термическом лечении раковых опухолей и транспорте лекарств. Керамика для протезирования зубов. Углеродная керамика для сердечного клапана. Углерод как материал имплантатов. Наночастицы для использования в медицине в качестве средств доставки и визуализации. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью.	—
1.3	Методы получения материалов для медицины	Синтез ультрамелкозернистых металлических сплавов для медицинских целей. Методы синтеза биокерамики на основе фосфатов кальция. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул. 3D-печать в производстве материалов для медицины	
1.4	Биомиметика и биоматериалы	Природные объекты и биомиметика, понятие о биомиметике. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокомпозит. Биоминерализация, морфогенез – неорганические материалы сложной формы, кости, природные волокна, крылья насекомых. Биосенсоры, строение наиболее распространенных типов. Молекулярные машины и нанобиотехнологии. Сопряжение и энергетический обмен между наночастицами и биологически активными молекулами.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Классификация материалов. Основные принципы получения материалов функционального назначения	Подходы к классификации материалов. Классификация по составу, формам существования, структуре, функциональным свойствам, областям применения. Конструкционные и функциональные материалы. Классификация материалов по функциональным свойствам. Принципы синтеза материалов функционального назначения	—
2.2	Материалы биомедицинского назначения	Требования к материалам, используемым для биомедицинских целей. Материалы с эффектом памяти (нитинол). Биоактивная стеклокерамика. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей. Ультрадисперсные манганиты в термическом лечении раковых опухолей и транспорте лекарств. Материалы на основе углерода для применения в медицинских целях. Наноматериалы для медицинских применений	—
2.3	Методы получения	Синтез ультрамелкозернистых металлических	—

	материалов для медицины	сплавов для медицинских целей. Методы синтеза биокерамики на основе фосфатов кальция. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул. 3D-печать в производстве материалов для медицины	
2.4	Биомиметика и биоматериалы	Вирусы, самосборка ДНК и с помощью ДНК, примеры биологических «молекулярных машин». Биоминерализация, морфогенез – неорганические материалы сложной формы, кости, природные волокна, крылья насекомых. Сопряжение и энергетический обмен между наночастицами и биологически активными молекулами.	–
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1			

### 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	Классификация материалов. Основные принципы получения материалов функционального назначения	4	4	–	8	16
2	Материалы биомедицинского назначения	20	18	–	10	48
3	Методы получения материалов для медицины	6	6	–	8	20
4	Биомиметика и биоматериалы	6	8	–	10	24
	Итого:	36	36	–	36	108

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

В процессе изучения дисциплины предполагаются:

- проведение лекций;
- работа с конспектами лекций и литературными источниками, специализированными интернет-ресурсами, базами данных и библиотеками;
- проведение семинарских занятий, подготовка выступлений студентами.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде контрольной работы).

Рекомендации по освоению дисциплины: необходимы систематическая работа с конспектом лекций и литературными источниками, а также с тематическими Интернет-ресурсами.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и социальные сети.

### 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.	Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. – Москва : Физматлит, 2010. – 454 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Баринов С. М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / Баринов С. М., Комлев В. С. – Москва : Наука, 2005. – 204 с.
4.	Кнотько А. В. Химия твердого тела : учебное пособие для студ., обуч. по специальности 020101 (011000) "Химия" / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. – Москва : Academia, 2006. – 301 с.
5.	Третьяков Ю. Д. Введение в химию функциональных материалов. Методическая разработка к курсу лекций «Функциональные материалы» / Ю. Д. Третьяков, Е. А. Гудилин. Москва : Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Факультет наук о материалах, 2006. – 125 с.
6.	Вест А. Р. Химия твердого тела: Теория и приложения: В 2 ч. Ч. 1 / А. Вест ; Пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка, под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : Мир, 1988. – 555 с.
7.	Вест А. Р. Химия твердого тела: Теория и приложения: В 2 ч. Ч. 2 / А. Вест ; Пер. с англ. А. Р. Кауля, И. Б. Куценка, под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : Мир, 1988. – 334 с.
8.	Блинов Л. Н. Неорганические наноматериалы в медицине и онкологии: применение, магнитные характеристики, прогнозирование новых составов / Л. Н. Блинов, В. В. Полякова, И. А. Соколов. – Санкт-Петербург : ООО "Издательство ВВМ", 2021. – 108 с.
9.	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.
10.	Третьяков Ю. Д. Керамика - материал будущего / Ю. Д. Третьяков, Ю. Г. Метлин. – Москва : Знание, 1987. – 47 с.
11.	Неорганические материалы : журнал
12.	Materials Today : журнал
13.	Nano Letters : scientific journal, American Chemical Society

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

№ п/п	Ресурс
1.	"Университетская библиотека online", <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
2.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента", <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
3.	<a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a> - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета
4.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека
5.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> - один из крупнейших в мире онлайн-сборников опубликованных научных исследований (Elsevier)
6.	<a href="http://www.rusnanonet.ru/">http://www.rusnanonet.ru/</a> - 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.	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. – Загл. с титул. экрана. – Свободный доступ из интранета ВГУ. – Текстовый файл. –Windows 2000; Adobe Acrobat Reader. – <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-102.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-102.pdf</a> >.

## 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 сообщениями, семинарские занятия. Текущая аттестация осуществляется в форме обсуждения вопросов на семинарских занятиях, проверки домашнего задания, промежуточная – по КИМ.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и социальные сети.

## 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.	Классификация материалов. Основные принципы получения материалов функционального назначения	ПКВ-2	ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	Устный опрос
2.	Материалы биомедицинского назначения	ПКВ-2	ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	Устный опрос
3.	Методы получения материалов для медицины	ПКВ-2	ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	Устный опрос
4.	Биомиметика и биоматериалы	ПКВ-2	ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	Устный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт с оценкой				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*

Вопросы к текущей аттестации

1. Преимущества и недостатки основных схем квалификации функциональных материалов
2. Принципы классификации функциональных материалов (по составу, структуре, свойствам и областям применения, многофункциональные материалы)
3. Основные типы функциональных материалов
4. Требования к материалам, используемым для биомедицинских целей
5. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани.
6. Основные методы синтеза керамических материалов
7. Методы синтеза тонких пленок: PVD (термическое, магнетронное распыление, лазерная абляция и пр.), CVD / MOCVD, молекулярно-лучевая и жидкофазная эпитаксия, золь-гель технология
8. Методы синтеза высокодисперсных порошков
9. Проанализируйте использование магнитных наноматериалов для медицинских целей
10. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах
11. Биоактивная стеклокерамика
12. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью
13. Получение ультрамелкозернистых металлических сплавов для медицинских целей.
14. Материалы с эффектом памяти для биомедицинских применений
15. Подходы к протезированию суставов и костной ткани.
16. Использование неорганических наноматериалов для диагностики, лечения и доставки лекарственных препаратов.
17. Строение и методы формирования наиболее распространенных типов биосенсоров.

## 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. Подходы к классификации материалов. Конструкционные и функциональные материалы
  2. Классификация материалов по составу и структуре
  3. Классификация материалов по функциональным свойствам
  4. Основные принципы получения материалов
  5. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани
  6. Требования к материалам для медицинских применений
  7. Методы синтеза керамических материалов для медицинских целей
  8. 3D-печать в производстве материалов для медицины
  9. Керамические материалы на основе  $Al_2O_3$  и  $ZrO_2$ , гидроксил- и фторапатита для биомедицинских применений
  10. Материалы с эффектом памяти, применяемые в медицинских целях
  11. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей
  12. Углерод и материалы на его основе как компоненты имплантатов
  13. Наноматериалы для лечения раковых опухолей и транспортировки лекарств
  14. Биоактивная стеклокерамика
  15. Биомиметика. Основные понятия и принципы
  16. Биологические «молекулярные машины»
  17. Вирусы, самосборка ДНК и с помощью ДНК
  18. Биосенсоры, основные принципы функционирования, примеры

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 понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.



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

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области синтеза и применения перспективных функциональных материалов для медицинских целей</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся владеет понятийным теоретическими основами дисциплины, способен охарактеризовать основные классы функциональных материалов для медицины, допускает ошибки и неточности при ответе</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Обучающийся частично владеет теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен охарактеризовать основные классы материалов для медицины, не умеет применять полученные знания на практике</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответы на вопросы КИМа и дополнительные вопросы.</i>	<i>Неудовлетворительно</i>