

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.01.ДВ.03.02 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Химия новых материалов и нанотехнологии

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

04.04.01.07 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

Доцент, Голубева Е.О.

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины «химия новых материалов и нанотехнологии» формирование комплекса базовых знаний и умений учащихся в области нанотехнологий, ознакомить с основными направлениями новой отрасли науки и техники. Сформировать у слушателей комплекс фундаментальных представлений, составляющих основу одной из наиболее востребованных в настоящее время дисциплин – нанотехнологии. Кроме того, при освоении дисциплины студенты получают обзорные знания о перспективах развития нанохимии и нанотехнологии в области материаловедения

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны уметь свободно ориентироваться в основных направлениях развития нанотехнологий;

понимать суть эффектов, определяющих особые физико-химические свойства наноматериалов; знать основные технологические процессы, используемые при получении наноматериалов; иметь представления о возможностях современной приборно-метрологической базы для исследования материалов с нанометровым пространственным разрешением.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2: Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и / или смежных наук</b>	
ПК-2.1: Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	
ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	
<b>ПК-4: Способен выбирать обоснованные подходы к синтезу и анализу свойств полифункциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами</b>	
ПК-4.1: Применяет знания о химических свойствах веществ, при анализе соотношения «состав - физико-химические свойства»	

ПК-4.2: Использует знания о закономерностях протекания химических процессов, состояния химического и фазового равновесия, закономерностях кинетики химических и каталитических реакций при разработке и анализе новых материалов	
ПК-4.3: Вырабатывает стратегию поиска прототипов материалов, полифункционального назначения с учетом требований к их физико-химическим и эксплуатационным свойствам и возможных ограничений	
ПК-4.4: Разрабатывает и внедряет новые методики контроля, измерения и испытания, а также разработки и выбора материалов	
ПК-4.5: Выполняет операции контроля, измерения свойств (инженерных, технологических, эксплуатационных) и испытания материалов на современном оборудовании	
ПК-4.6: Анализирует и оценивает эффективность методов разработки и выбора материалов с учетом их свойств	
ПК-4.7: Выбирает на основании знаний о физико-химических свойствах материалов способы термической или химико-термической обработки	
<b>ПК-5: Способен к поиску и анализу научной информации по актуальным проблемам химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования</b>	
ПК-5.1: Проводит поиск научной информации в специализированных базах данных	

ПК-5.2: Анализирует	
современные тенденции и перспективы развития производств в области материаловедения и технологии материалов.	
ПК-5.3: Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике проводимого исследования	
ПК-5.4: Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, обобщает и публикует результаты исследований	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Стрoение и классификация наноматериалов</b>									
	1. Введение. Основные понятия наномира. Нанотехнология: термины и определения.	1							
	2. Применение методов НТ для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники.	2							
	3. Применение методов НТ для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники.			4					
	4. Представление о реализации квантово-размерных эффектов, оценка предельных геометрических величин элементов, где реализуется эффект размерного квантования (квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы).	2							

5. Представление о реализации квантово-размерных эффектов, оценка предельных геометрических величин элементов, где реализуется эффект размерного квантования (квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы).			4					
6. Классификация твердых тел по агрегатному состоянию: моно- и поликристаллические материалы, аморфные материалы. Нанокристаллическое состояние как переход от аморфного состояния к поликристаллическому.	1							
7. Особенности структуры зерен и межзеренного вещества в нанокристаллических материалах.			4					
8. Способы изучения материалов нанометрового размера.							4	
<b>2. Методы синтеза наноматериалов</b>								
1. Получение наноматериалов. Российские нанотехнологии. Перспективы реализации «снизу вверх». Первичные наноматериалы. Направления реализации нанотехнологии в смежных дисциплинах.			8					
2. Основы теории зародышеобразования. Зародышеобразование в тонких пленках. Понятие критического зародыша. Термодинамическая теория зародышеобразования. Молекулярно-кинетическая теория зародышеобразования.	2							
3. Механизмы эпитаксии. Гомо- и гетероэпитаксия. Механизмы гетероэпитаксиального роста: Франка-ван-дер-Верме, Фольмера-Вебера, Странски-Крастанова.			4					



<p>4. Квантовые точки. Самоорганизованный рост по механизму Странского-Крастанова. Теория самоорганизованного роста квантовых точек. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях. Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков. Массивы вертикально-связанных КТ.</p>	2							
<p>5. Квантовые точки. Самоорганизованный рост по механизму Странского-Крастанова. Теория самоорганизованного роста квантовых точек. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях. Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков. Массивы вертикально-связанных КТ.</p>			4					
<p>6. Периодические структуры плоских доменов. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников. Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур с квантовыми точками.</p>	2							
<p>7. Преобразование планарных напряженных гетероструктур в трехмерные, имеющие радиальную симметрию (нанотрубки). Перспективы изготовления электронных приборов с применением нанотрубок.</p>			4					

<p>8. Фуллерены. Молекулы фуллеренов C60 и C70. Галогенирование фуллеренов. Свойства хлорпроизводных фуллерена. Оксиды фуллерена. Фуллерены с внедренными частицами металлов. Фуллериты и их свойства. Углеродные нанотрубки, графен, получение углеродных наноструктур, электродуговое распыление графита, лазерное испарение графита, метод химического осаждения из пара (каталитическое разложение углеводородов), радиочастотное плазмохимическое осаждение из газовой фазы и рост при высоком давлении и температуре.</p>							5	
<p>9. Молекулярное модифицирование. Самоорганизованные монослои прочно хемосорбированных молекул. «Функционализация» поверхности. Имобилизация единичных молекул, создание «контактов» к молекулам. Ключевые проблемы развития молекулярной электроники, связанные с технологией устройств.</p>	2							
<p>10. Совместимость различных технологических стадий в комбинированных методах получения наноструктур и наноматериалов. Процессы старения и деградации наноструктур и наноматериалов, обусловленные взаимодействием их фрагментов между собой и с функциональной средой. Размерные зависимости свойств и реакционной способности малых частиц.</p>	2							
<p>11. Общие принципы выбора оптимальной технологии материала с заданными свойствами и метрологических приемов, применяемых в ходе получения материала.</p>							9	
<p><b>3. Свойства наноматериалов</b></p>								

1. Нанокompозиты: от алхимии к современным нанотехнологиям. Основные применения нанокompозитов. Субнанопористые и нанопористые материалы на основе цеолитов. Пористый кремний. Наноферромагнетики, суперпарамагнетизм, наномагнитные жидкости. Нанокompозиты с гигантским магнитосопротивлением.	2							
2. Написание эссе по двум самостоятельно выбранным статьям в зарубежном научном журнале							36	
3. Общая дискуссия по впечатлениям от научных статей, предложенных для самостоятельного чтения.			4					
4.								
Всего	18		36				54	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Суздаев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов: научное издание(Москва: URSS).
2. Готтштайн Г., Золотова К. Н., Чаркин Д. О., Зломанов В. П. Физико-химические основы материаловедения: учеб. пособие(Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
3. Андриевский Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: учебное пособие(Москва: БИНОМ).
4. Кутепов А. М., Бондарева Т. И., Беренгартен М. Г. Общая химическая технология: учебник для вузов по специальностям химико-технологического профиля(Москва: Академкнига).
5. Пасынков В. В., Сорокин В. С. Материалы электронной техники: учебник для вузов по специальностям электронной техники(Москва: Лань).
6. Шабанова Н. А., Попов В. В., Саркисов П. Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов: учебное пособие для вузов(Москва: Академкнига).
7. Фахльман Б. Д., Третьяков Ю. Д., Гудилин Е. А. Химия новых материалов и нанотехнологий: перевод с английского(Долгопрудный: Интеллект).
8. Сергеев Г. Б. Нанохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 (510500) - Химия и по специальности 020101 (011000) - Химия(Москва: Книжный дом "Университет").
9. Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие.; рекомендовано Институтом химической физики РАН(М.: Техносфера).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Пакет программ визуализации и конструирования молекулярных структур (Chemcraft, Vesta, Avogadro, Facio).
2. Пакеты программ для создания и обработки графики Corel Draw и Adobe.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. База данных кристаллических структур. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.crystallography.net/result.php>
2. База данных структуры и свойств химических соединений. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.webelements.com>

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Компьютерный класс с доступом машин в сеть Internet.

Лекционная аудитория с возможностью проецирования на мультимедийный экран презентации лекции и примеров работы с интерактивными базами данных.