

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП, ТФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов

наименование кафедры

Шиманский А.Ф.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**НАНОМАТЕРИАЛЫ,**  
**НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Дисциплина Б1.В.07 Наноматериалы, нанотехнологии

Направление подготовки / 22.03.01 Материаловедение и технологии  
специальность материалов профиль подготовки

Направленность 22 03 01 00 02 Физико-химия материалов и  
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

профиль подготовки 22.03.01.00.02 Физико-химия материалов и процессов

---

Программу  
составили

Канд. техн. наук, доцент, Симунин М.М.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью курса является формирование знаний по физико-химии наноматериалов; представлений о свойствах дисперсных систем, способах получения наноматериалов и основных принципах нанотехнологий.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задача курса состоит в том, чтобы сформировать у студента навыки практической и теоретической работы с аспектами физикохимии поверхностных явлений, коллоидном состоянии вещества, понимание особенностей наноструктурированных материалов.

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

<b>ПК-6: способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</b>	
Уровень 1	Знать основные методы получения наноматериалов, фундаментальные физико-химические принципы получения наночастиц, классификацию наноматериалов, методы исследования наносистем, особенности получения наносистем в жидких, твердых и газообразных состояниях, кластерные модели и типы кластерных структур, типы кластерных реакций, основные физико-химические свойства наносистем (механические, оптические, электронные).
Уровень 1	Уметь выбирать методы получения наноматериалов и наночастиц в соответствии с задачами, прогнозировать возможность получения наноматериалов в порах твердых веществ, решать задачи по определению мицеллы коллоидных растворов.
Уровень 1	Владеть методиками совместного осаждения частиц наноразмерного диапазона из водных растворов прекурсоров, методиками компаундирования материалов микро- и наночастицами, методиками проведения физико-химического анализа наноматериалов (термический анализ, Месбауровская спектроскопия).

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.7 Наноматериалы, нанотехнологии относится к циклу обязательных дисциплин вариативной части учебного плана.

1.5 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)	Семестр
		8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Квантовомеханические представления о химической связи.	5	5	0	12	ПК-6
2	Дисперсное состояние вещества.	9	8	9	30	ПК-6
3	Основы технологии наноматериалов.	4	5	9	12	ПК-6
Всего		18	18	18	54	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Физическая и химическая связь. Поведение электронов.	2	0	0
2	1	Механика единственного электрона.	2	0	0
3	1	Метод молекулярных орбиталей.	1	0	0
4	2	Особенности дисперсного состояния.	2	0	0

5	2	Явления на границах раздела.	1	0	0
6	2	Поверхностно активные вещества. Опыт Ленгмюра-Блоджетт. Адсорбция.	1	0	0
7	2	Коллоидные системы. Мицеллы.	1	0	0
8	2	Дефекты в наноструктурах. Стёкла. Керамики. Ситаллы. Эффект Стеблера-Вронского.	2	0	0
9	2	Метаматериалы. Фотонные кристаллы. Топологические изоляторы.	2	0	0
10	3	Общие представления о технологии наноматериалов. Темплатные технологии.	1	0	0
11	3	Технология углеродных нанотрубок.	1	0	0
12	3	Технология пористого анодного оксида алюминия.	2	0	0
Всего			18	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Молекулярно-кинетическая теория. Ван-дер-Ваальсов газ. Конденсированное состояние.	1	0	0
2	1	Решение уравнения Шрёдингера в различных граничных условиях. Уравнение Шрёдингера в кристалле.	2	0	0
3	1	Метод МО-ЛКАО. Электронное строение нанокластеров.	2	0	0

4	2	Решение задач по определению дисперсности.	2	0	0
5	2	Явления на границах раздела.	1	0	0
6	2	Адсорбция Гиббса. Метод БЭТ.	1	0	0
7	2	Коллоидные кластеры. Строение коллоидных частиц.	1	0	0
8	2	Рассмотрение материалов: Стёкла. Керамики. Ситаллы.	1	0	0
9	2	Уравнение электромагнитной волны в среде. Фотонные зоны. Электронные состояния.	2	0	0
10	3	Рассмотрение темплатных технологий.	2	0	0
11	3	Рассмотрение технологии углеродных нанотрубок.	1	0	0
12	3	Рассмотрение пористого анодного оксида алюминия.	2	0	0
Всего			18	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Технология углеродных нанотрубок на золь-гель катализатора.	4	0	0
2	2	Метод Штобера эмульсионного формирования микрочастиц.	5	0	0
3	3	Оборудование для технологии синтеза углеродных нанотрубок методом каталитического пиролиза этанола.	5	0	0
4	3	Технология пористого анодного оксида алюминия.	4	0	0
Всего			18	0	0



## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Рамбиди Н.Г.	Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии сегодняшней нанотехнологии: [учебное пособие]	Долгопрудный: Интеллект, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Суздалев И. П.	Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов: научное издание	Москва: URSS, 2009
Л2.2	Сергеев Г. Б.	Нанохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 (510500) - Химия и по специальности 020101 (011000) - Химия	Москва: Книжный дом "Университет", 2007
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Бабушкин А. Ю., Исаков В. П., Лямкин А. И.	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов: конспект лекций	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

## 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Нанотехнологическое общество [Электронные данные].	<a href="http://www.nanometer.ru">http://www.nanometer.ru</a>
Э2	Журнал Российские нанотехнологии [Электронные данные].	<a href="http://www.nanoru.ru">http://www.nanoru.ru</a>
Э3	Химическая энциклопедия [Электронные данные].	<a href="http://www.cnshb.ru/AKDIL/0048/default.shtm">http://www.cnshb.ru/AKDIL/0048/default.shtm</a>
Э4	Электронные книги, словари, энциклопедии [Электронные данные].	<a href="http://www.y10k.ru">http://www.y10k.ru</a>
Э5	База данных ИВТАН [Электронные данные].	<a href="http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/welcome.html">http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/welcome.html</a>
Э6	База данных NIST [Электронные данные].	<a href="http://webbook.nist.gov/chemistry/">http://webbook.nist.gov/chemistry/</a>
Э7	Chemnet - портал фундаментального химического образования России.	<a href="http://www.chem.msu.su">http://www.chem.msu.su</a>

	Собранные Информационные ресурсы по химии, распределенные на www – серверах в пределах российской части сети Internet [Электронные данные].	
--	---	--

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Физическая химия наночастиц, наноматериалы, нанотехнологии», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних индивидуальных заданий;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к экзамену.

Работа с книгой. Необходимая для освоения теоретического материала информация указана в методических разработках по данному курсу, в данной рабочей программе.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Постарайтесь разбирать примеры, которые поясняют такие определения, постройте аналогичные примеры самостоятельно. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Практические занятия. Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях с помощью решения проблемных ситуаций, задач.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать

каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами и рисунками.

Хотя правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений, решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом.

Самопроверка. После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Консультации. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. Вопросы так же можно задавать в ЭОК. В своих вопросах следует четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к зачету. Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. На зачете студент демонстрирует то, что он усвоил в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Готовить «шпаргалки» полезно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point, программа для чтения контрольных книг и документов: WinDjView, Adobe Acrobat Reader.
-------	---

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	ChermPort – химический портал, предоставляющий различную информацию по химии: справочники, книги, каталоги, перечень научных институтов, таблицы, форум, новости, выставки, вакансии и пр.
-------	--

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО, высшее учебное заведение, реализующее основные образовательные программы бакалавриата, должно располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение, лабораторной, работы обучающихся, предусмотренных учебным планом вуза и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Кафедра располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов образовательной деятельности по дисциплине «Наноматериалы, нанотехнологии» в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Учебные классы и лаборатории кафедры оснащены необходимым оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические и лабораторные занятия в инновационной форме с применением активных методов обучения.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории 203 л.к. площадью 42,7 м<sup>2</sup>. Площадь, занимаемая лабораторным оборудованием и мебелью, составляет от 6 до 26 м<sup>2</sup> (в зависимости от аудиторной мебели для размещения студентов). Норма площади на одного студента, согласно ГОСТ 12.4.113-82 «Система стандартов безопасности труда. Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности», составляет 4,5 м<sup>2</sup>. Таким образом, вместимость лаборатории – порядка 12 человек. При необходимости за счет задействования для размещения студентов учебной аудитории 202 л.к. можно повысить число занятых в занятии студентов до 15 человек, не более. В связи с изложенным, учебные группы численностью 16 человек и более делятся на подгруппы, состав которых сохраняется до окончания лабораторного практикума. Деление на подгруппы фиксируется в педагогической нагрузке преподавателя.

Минимально необходимый для реализации ООП бакалавриата перечень материально-технического обеспечения включает в себя следующие лаборатории и оборудование: физические и химические учебные лаборатории, учебные и исследовательские лаборатории материаловедения и технологий материалов.

Перечень специфического оборудования приведен ниже.

Установка для проведения совместного осаждения веществ из растворов (посуда для приготовления растворов, индикатор фенолфталеин). Весы технические электронные. Установка для получения дистиллированной воды, шкаф сушильный, химическая посуда; химические реактивы магнитная мешалка без нагрева. Синхронный термический анализатор для исследования термических процессов разложения синтезированных соединений; пресс ручной гидравлический для получения компактных образцов; микрометр.