

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Кафедра Химии твердого тела**



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НРИИ  
К.Е. Афанасьев  
\_\_\_\_\_ 2012 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОД.А.05.1. «ХИМИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ»**

**МОДУЛЬ 2 «ХИМИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ  
НАНОРАЗМЕРНЫХ СИСТЕМ»**

*для аспирантов специальности  
02.00.04 – Физическая химия*

*Квалификация (степень)  
Кандидат наук*

КЕМЕРОВО 2012

Рабочая программа модуля «Химическое материаловедение наноразмерных систем» дисциплины «Химическое материаловедение функциональных систем» составлена на основании паспорта научной специальности 02.00.04 - физическая химия, в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 02.00.04 – «Физическая химия» по химическим наукам, утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г., и учебным планом КемГУ по основной образовательной программе аспирантской подготовки.

Составитель рабочей программы: Пугачев В.М., доцент кафедры «Химия твердого тела», кандидат химических наук.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры  
Химии твердого тела

Протокол № 10 от « 31 » мая 201 2 г.  
Зав. кафедрой ХТГ \_\_\_\_\_ (подпись) Захаров Ю.А.  
Ф. И. О

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета химического факультета  
протокол № 11 от 28.05.2012

Декан химического факультета

 А.А. Мороз

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры

 М.И. Рябова

« 25 » 06 2012 г.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения модуля «Химическое материаловедение наноразмерных систем» дисциплины «Химическое материаловедение функциональных систем» является углубленное изучение теоретических и прикладных основ химического материаловедения наноразмерных систем, необходимых для самостоятельной научно-исследовательской деятельности аспиранта, требующей широкой фундаментальной подготовки по современным направлениям техники, химической науки и технологии.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Химическое материаловедение функциональных систем» относится к циклу дисциплин по выбору.

Химическое материаловедение - междисциплинарный раздел науки, изучающий изменение свойств материалов в зависимости от различных факторов. К изучаемым свойствам относятся структура веществ, электронные, термические, химические, магнитные, оптические свойства этих веществ. Материаловедение можно отнести к тем разделам физики и химии, которые занимаются изучением свойств материалов. Эта наука использует целый ряд методов, позволяющих исследовать структуру материалов и их свойств. При изготовлении наукоёмких изделий в промышленности, особенно при работе с объектами микро- и наноразмеров необходимо детально знать характеристику, свойства и строение материалов. Решить эти задачи и призвана наука - материаловедение.

Знание структуры и свойств функциональных материалов приводит к созданию принципиально новых продуктов и даже отраслей индустрии. Однако и классические отрасли также широко используют знания, полученные материаловедами для нововведений, устранения проблем, расширения ассортимента продукции, повышения безопасности и понижения стоимости производства.

### **3. Требования к знаниям и умениям**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- основные направления исследований функциональных материалов и систем;
- особенности строения и свойств наноразмерных систем;
- основные аспекты применения функциональных материалов и, в частности, наноразмерных систем.

Уметь:

- анализировать вопросы, связанные с физико-химическими методами получения, исследования строения и свойств наноразмерных материалов и систем;
- синтезировать наноразмерные системы и материалы.

Владеть:

- общими основами применения физико-химических методов при изучении наноразмерных систем;
- стратегией синтеза наноразмерных систем;
- методами пробоподготовки образцов для физико-химических исследований.

#### 4. Структура и содержание модуля 2 дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1.5 зачетных единиц, 54 часа.

##### 4.1 Лекционные (теоретические) занятия

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Трудоемкость, часов
1	2	3	4
1.	Введение в предмет, основные функциональные материалы, наноразмерные материалы и нанотехнологии	Твердое тело (фаза), строение, кристаллическое и аморфное состояния, однофазные и многофазные материалы, сплавы, твердые растворы. Твердофазные материалы, классификация: материалы с электрическими и магнитными функциями. Наноразмерные материалы и нанотехнологии.	2
2.	Основные методы получения наноразмерных систем	Физические методы: метод молекулярных пучков, получение в режиме сверхзвукового истечения, ионная бомбардировка, ударные волны, аэрозольный метод, вакуумное, лазерное и катодное распыление, получение в низкотемпературной плазме. Химические методы: синтез в жидких средах, золь-гель метод, синтез в мицеллах, фото- и радиационно-химические реакции в твердой и жидкой средах.	3
3.	Термодинамика наноразмерных систем	Фазовые диаграммы, методы изучения фазовых равновесий и построения диаграмм. Фазовые равновесия, правило фаз в конденсированных системах. Фазовые переходы в наноматериалах. Влияние размера частиц на параметр кристаллической решетки.	2
4.	Методы исследования строения наноразмерных систем	Электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия, дифракционные методы исследования: анализ профиля рентгеновских дифракционных максимумов и малоугловое рентгеновское рассеяние.	2
Итого			9

##### 4.2. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Трудоемкость, часов
1	2	3	4
1	Введение в предмет, основные функциональные материалы, наноразмерные материалы и нанотехнологии	Современные наноразмерные металлические материалы. Основные свойства и характеристики наноразмерных систем на основе переходных металлов в ряду железо-кобальт-никель-медь. Перспективы применения этих систем.	2
2	Основные методы получения наноразмерных систем	Получение наноразмерных порошков в бинарных системах на основе железа, кобальта, никеля и меди восстановлением из солей гидразинном. Основные проблемы синтеза. Окисление прекурсоров и продуктов.	2

3	Термодинамика наноразмерных систем	Учение о твердых растворах, принципы прогнозирования растворимости фаз. Зависимость геометрических параметров решетки от состава. Правило Вегарда.	2
14	Методы исследования строения наноразмерных систем	Определение среднего размера нанокристаллитов по уширению дифракционных линий. Расчет распределения по размерам методом малоуглового рассеяния рентгеновских лучей.	3
Итого			9

#### 4.3. Лабораторные занятия – нет

#### 4.4. Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Трудоемкость, часов
1	2	3	4
1	Введение в предмет, основные функциональные материалы, наноразмерные материалы и нанотехнологии	Магнитные материалы. Намагниченность, магнитный гистерезис, коэрцитивная сила, магнитная восприимчивость. Магнитомягкие, магнитотвердые, специальные магнитные материалы, ферромагнетики, композитные магнитные материалы, нанокompозиты. Экологический аспект в нанотехнологиях.	10
2	Основные методы получения наноразмерных систем	Физические методы: механическое и ультразвуковое диспергирование, механохимические способы. Химические методы: реакции окисления-восстановления, электрохимические методы, получение в реакциях термораспада и дегидратации кристаллогидратов.	8
3	Термодинамика наноразмерных систем	Учение о твердых растворах, принципы прогнозирования растворимости фаз. Зависимость геометрических параметров решетки от состава. Правило Вегарда.	8
4	Методы исследования строения наноразмерных систем	Электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий атомно-силовой микроскоп. Дифракционные методы исследования: анализ профиля рентгеновских дифракционных максимумов и малоугловое рентгеновское рассеяние.	10
Итого			36

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

№ п/п	Библиографическое описание рекомендуемого источника литературы	Шифр библиотеки КемГУ	Планируемое число пользователей	Число экз., выделяемое библиотекой
1	2	3	4	5
	<b>Основная</b>			
1	Гусев, Александр Иванович. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии [Текст] / А.И. Гусев. - 2-е изд., испр. . - М. : Физматлит, 2009. - 414 с. : рис. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 408-414. - Имен. указ.: с. 406-407. - ISBN 978-5-9221-0582-8	В37 Г96	3	6
2	Суздаев, Игорь Петрович. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст] / И. П. Суздаев. - М. : URSS, 2006. - 589 с. : рис. - (Синергетика: от прошлого к будущему). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-484-00243-5	Г5 С 89	3	5
3	Пул, Ч. (мл.). Нанотехнологии : учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 2-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2006. - 334 с. - (Мир материалов и технологий). - ISBN 5-94836-081-4	В36 П 88	3	5
4	Ржевская, Светлана Владимировна. Материаловедение [Текст] : учебник для вузов / С. В. Ржевская. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2004. - 421 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). - Библиогр.: с. 414-415. - ISBN 5-94010-307-3	Ж Р 48	3	10
5	Волков, Георгий Михайлович. Материаловедение [Текст] : учебник / Г. М. Волков, В. М. Зуев. - М. : Академия , 2008. - 398 с. : рис., табл. - (Высшее профессиональное образование. Технические специальности). - Библиогр.: с. 394. - ISBN 978-5-7695-4248-0	Ж В 67	3	10
6	Фетисов, Геннадий Павлович. Материаловедение и технология металлов [Текст] : учебник / Г. П. Фетисов, Ф. А. Гарифуллин. - 3-е изд., испр. - М. : ОНИКС, 2009. - 619 с. : рис., табл. - (Для среднего профессионального образования). - Библиогр.: с. 619. - ISBN 978-5-488-02324-6	Ж Ф 45	3	5
7	Черепяхин, Александр Александрович. Материаловедение [Текст] : учебник / А. А. Черепяхин, И. И. Колтунов, В. А. Кузнецов. - М. : КноРус, 2011. - 235 с. : рис. - (Начальное профессиональное образование). - Библиогр.: с. 235. - ISBN 978-5-406-00447-0	Ж Ч 46	3	20

8	Трушин, Юрий Владимирович. Физическое материаловедение [Текст] : Учебник для вузов / Ю.В. Трушин. - СПб. : Наука, 2000. - 286 с. - Библиогр.:с.278-282. - ISBN 5-02-024920-3	B37 Г 80	3	20
9	Андриевский, Борис Ростиславич. Наноструктурные материалы [Текст] : учеб. пособие / Б. Р. Андриевский, А. В. Рагуля. - М. : Academia, 2005. - 187 с. : табл., рис. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-7695-2034-5	B37 А 65	3	5
10	Рыжонков, Д.И. и др. Наноматериалы : учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури .- М. : Бинوم. Лаборатория Знаний, 2010 .- 368 с.	B37 Р 93	3	20
11	Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы : учеб. пособие для вузов / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин .- М. : ФИЗМАТЛИТ , 2010 .- 452 с.	E51	3	5
12	Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин .- М. : Физматлит , 2008 .- 454 с.	P21	3	5
	Дополнительная			
13	Мозберг, Рудольф Карлович. Материаловедение [Текст] : учеб. пособие / Р. К. Мозберг. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 1991. - 448 с. - ISBN 5-06-001909-8	Ж М 74	3	18
14	Лахтин, Юрий Михайлович. Материаловедение : учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 528 с. - ISBN 5-217-00858-X	Ж Л 29	3	14
15	Наноструктурные материалы [Текст] / под ред.: Р. Ханнинка, А. Хилл. - М. : Техносфера, 2009. - 487 с. : табл., рис. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94836-221-2	B37 Н 25	3	1
16	Справочник Шпрингера по нанотехнологиям. В 3 т. [Текст] : пер. с англ. Т. 1 / под ред. Б. Бхушана. - М. : Техносфера, 2010. - 862 с. : фот., рис., табл. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94836-262-5	384 С 74	3	1
17	Справочник Шпрингера по нанотехнологиям. В 3 т. [Текст] : пер. с англ. Т. 2 / под ред. Б. Бхушана. - М. : Техносфера, 2010. - 1039 с. : рис., табл. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94836-263-2	384 С 74	3	1
18	Справочник Шпрингера по нанотехнологиям. В 3 т. [Текст] : пер. с англ. Т. 3 / под ред. Б. Бхушана. - М. : Техносфера, 2010. - 831 с. : рис., табл. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94836-	384 С 74	3	1

	264-9			
19	Перспективные материалы и технологии. Наноконпозиты [Текст]. Т. 2 / ред.: А. А. Берлин, И. Г. Ассовский. - М. : ТОРУС ПРЕСС, 2005. - 288 с. : рис. - (Космический вызов 21 века). - Парал. тит. л. загл. на англ. - Библиогр. в конце ст. - ISBN 5-94588-037-X	В25 П 27	3	5
20	Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения - 2008 год [Текст] : сб. / под ред. П. П. Мальцева. - М. : Техносфера, 2008. - 430 с. : рис. - (Мир материалов и технологий). - ISBN 978-5-94836-180-2	Ж Н 25	3	1
21	Балабанов, Виктор Иванович. Нанотехнологии. Наука будущего [Текст] / В. И. Балабанов. - М. : Эксмо, 2009. - 247 с. : рис. - (Открытия, которые потрясли мир). - Библиогр.: с. 236-242. - Предм.-Имен. указ.: с. 244-247. - ISBN 978-5-699-30976-4	В36 Б 20	3	1
22	Введение в нанотехнологии [Мультимедиа] : учеб. мультимедийный компьютерный курс. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : Диполь, 2007. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) : цв. - (Вузовская серия). - Систем. требования: PENTIUM 266 МГц, 64 МБ, CD-ROM 16-X, SVGA 1024X768, WINDOWS ME/NT4.0/2000/XP. - Загл. с этикетки диска.	В36 В 24	3	1
23	Старостин, Виктор Васильевич. Материалы и методы нанотехнологий [Текст] : учеб. пособие / В. В. Старостин. - 2-е изд. - М. : Бином. Лаборатория Знаний, 2010. - 431 с. : рис., табл. - (Нанотехнологии). - Библиогр.: с. 424-426. - ISBN 978-5-9963-0346-5	Г5 С 77	3	1
24	Технология металлов и материаловедение [Текст] / Б. В. Кнорозов, А. В. Третьяков, Л. Ф. Усова ; ред. Л. Ф. Усова. - М. : Metallургия, 1987. - 800 с. : ил. - Библиогр.: с. 799-800.	К1/3 Т 38	3	2
25	Нанотехнологии Экология Производство [Текст]/ научно-производственный журнал. - СПб. : ООО ИД "Нанотех", 2009 - . - Выходит раз в два месяца	ЖН040	3	1
26	Российские нанотехнологии [Текст]. - М. : Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, ООО "Парк-медиа". - Выходит раз в два месяца	ЖР050	3	1
27	Фахльман, Бредли Д. Химия новых материалов и нанотехнологии [Текст] : пер. с англ. / Б. Д. Фахльман. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 463 с. : рис., табл., фот. - Библиогр. в примеч. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-029-7	Г5 Ф 29	3	1
28	Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. - М. : Эксмо, 2009. - 247 с.			1

	Методические разработки кафедры			
29	Электрофизические методы исследования наноразмерных структур : учеб.-метод. пособие / Кемеровский гос. ун-т, Кафедра химии твердого тела ; сост.: Е. Г. Газенаур, Р. П. Колмыков .- Кемерово : Кузбассвуиздат , 2007 .- 23 с.	Э 45	3	50
30	Синтез наноразмерных порошков металлов группы железа : учеб.-метод. пособие / Кемеровский гос. ун-т, Кафедра химии твердого тела ; сост.: Е. Г. Газенаур, И.М. Степина, О.В. Сиворонова, Р. П. Колмыков .- Кемерово : Кузбассвуиздат , 2007 .- 24 с.	С 37	3	50
31	Басалаев, Ю.М., Додонов, В.Г. и др. Методы исследования структуры твердых тел : учеб. пособие / Ю. М. Басалаев, В. Г. Додонов, А. С. Поплавной ; Кемеровский гос. ун-т .- Томск : Изд-во Томского гос. пед. ун-та , 2008 .- 135 с.	Б 27	3	70

### 5.2. Информационное обеспечение дисциплины (программное обеспечение и Интернет-ресурсы)

Сайт ХФ КемГУ: <http://www.kemsu.ru/faculties/chemistry/index.htm>

Сайт кафедры химии твердого тела КемГУ:

[http://kit.chem.kemsu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7](http://kit.chem.kemsu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=7)

Электронная библиотеке КемГУ: <http://lib.kemsu.ru/pages/default.aspx>

Информационно-образовательный портал КемГУ: <http://edu.kemsu.ru/index.htm>

Учебные материалы по химии химического факультета МГУ:

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html>

Электронная библиотека РФФИ: <http://elibrary.ru>

Сайт о химии для химиков: <http://xumuk.ru>