

Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ИМ. И.В. ТАНАНАЕВА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИХТРЕМС КНЦ РАН)

Аспирантура

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора института  
по научной работе

П.Б. Громов

«31» октября 2014 г.

Протокол Ученого совета  
№ 7 от 23 октября 2014 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

### «Функциональные наноструктурированные материалы»

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по направлению подготовки высшей квалификации

18.06.01 Химическая технология  
(профиль направления 05.17.01 – Технология неорганических веществ)

Уровень – подготовка кадров высшей квалификации.  
Квалификация выпускника –  
Исследователь. Преподаватель-исследователь.  
Форма обучения – очная.  
Срок освоения – 4 года.

Апатиты, 2014 г.

### Распределение учебного времени дисциплины

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов**

Виды учебной нагрузки, часов	Номер семестра		Всего часов
	2	3	
Лекции	10	10	20
Самостоятельная работа	96	96	192
Контроль самостоятельной работы	2	2	4
Всего часов по дисциплине	108	108	216

### Формы контроля, количество

Виды учебной нагрузки, часов	Номер семестра	
	2	4
Зачет	2	4

## Пояснительная записка

1. Дисциплина «Функциональные наноструктурированные материалы» является дисциплиной по выбору вариативной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 18.06.01 Химические технологии (профиль направления 05.17.01 Технология неорганических веществ).

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования «Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень высшего образования «Подготовка кадров высшей квалификации». Направление подготовки 18.06.01 Химическая технология, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 883 (далее ФГОС ВО) и рабочим учебным планом подготовки аспирантов, обучающихся по соответствующей образовательной программе (далее обучающихся) по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (профиль направления 05.17.01 Технология неорганических веществ).

**2. Целью дисциплины** является подготовка обучающихся в соответствии с квалификационной характеристикой и формирование установленных ФГОС ВО компетенций.

В курсе рассматриваются наиболее существенные аспекты химии, физикохимии и физики наноматериалов в их единстве обусловленном особенностями их строения. Усвоение данной дисциплины позволяет аспиранту производить правильный выбор необходимых наноматериалов для решения задач обеспечения необходимых функциональных свойств у них, оценить возможность синтеза, требуемых наноматериалов и условий их использования применительно к различным отраслям промышленности.

### **3. Задачи дисциплины:**

- состояние и перспективы получения основных наноматериалов и их свойства;
- основные методы и закономерности получения наноматериалов;
- принципы классификации наноматериалов, их основные характеристики и особенности;
- строение отдельных микрокристаллитов, их систем и пути регулирования морфологии наноматериалов;
- основные теоретические положения, связывающие химическое строение и структуру наноразмерных материалов с основными свойствами;
- закономерности строения и свойств наноразмерных и нанопористых материалов;
- требования к наноразмерным материалам в связи с областями их применения.

### **4. Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины «Функциональные наноструктурированные материалы» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

**общепрофессиональными** компетенциями (далее ОПК)

- владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

**профессиональными** компетенциями (далее ПК):

- способность к проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области изучения строения и свойств материалов на основе синтетических и природных моно- и поликристаллических образцов (ПК-1);
- способность и готовность к теоретической и практической разработке методов оценки качества и улучшения свойств сырья для производства наноматериалов (ПК-4);
- способность и готовность к исследованиям и разработке технологий получения наноматериалов, повышения их качества, комплексного извлечения попутных элементов (ПК-5);

- способность и готовность к разработке новых подходов и к созданию новых наноматериалов различными методами (ПК-6).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:*

- основные типы функциональных наноматериалов, современную терминологию наноматериалов, требования к ним новых отраслей промышленности.

*Уметь:*

- анализировать имеющиеся данные о синтетических и природных наноразмерных и нанопористых материалах с известной структурой и на этой основе выявлять (предсказывать) у них свойства необходимые для потенциальных функциональных материалов.

*Владеть:*

- основами теоретической неорганической и физической химии, а также химической технологии и навыками работы с различными наноразмерными и нанопористыми синтетическими и природными функциональными материалами.

### **5. Перечень дисциплин и их разделов, усвоение которых необходимо обучающимся для изучения данной дисциплины.**

Программа курса предусматривает взаимосвязь дисциплин. Для успешного усвоения материала аспиранты должны иметь знания по физике, химии и математике в объеме, предусмотренном программой направления 020100.62 Химия. Данная дисциплина опирается на основные разделы общенаучных дисциплин: органической химии, физической химии, общей и неорганической химии, аналитической химии, а также физики и высшей математики.

### **6. Содержание учебной дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

**Таблица 1**

**Содержание дисциплины**

№	Наименование тем, их содержание	Объем работы в часах	
		Лекции	Самостоятельные
1.	Введение. Основные представления о наномире и наноразмерном состоянии вещества. Тип строения и свойства вещества в наномире. Супрамолекулярные структуры. Структурные особенности вещества в наномире. Роль поверхностной фазы у нанодисперсных частиц.	2	12
2	Свойства наноразмерных частиц и размерные эффекты. Некоторые особенности наномира. Слабые и сверхслабые воздействия в наномире. Особенности строения объектов наномира. Проблемы метрологии и контроля в наномире.	2	10
3	Нульмерные объекты в нанотехнологии. Общие представления о ридберговских атомах, как нульмерных объектах. Квантовые точки. Дефекты кристаллической структуры как нульразмерные объекты. Суператомы. Пылевая плазма. Нульмерные объекты как база квантового компьютера.	2	10
4	Одномерные объекты нанотехнологии. Наноразмерные нити. Наносу	2	10

	и вискеры. Нановолокна. Фрактальные нити. Нанотрубки.		
5	Природные и синтетические микро- и нанопористым материалы с гетерокаркасными структурами. Области применения нанопористых материалов.	2	10
6	Исследование процессов получения прекурсоров из минеральных концентратов и синтеза на их основе нанопористых титаносиликатов.	2	10
7	Природные и синтетические слоистые двойные гидроксиды. Области применения СДГ. Методы синтеза СДГ.	2	10
8	Разработка метода гидротермального синтеза титаносиликатов. Разработка технологической схемы гидротермального синтеза аналогов природных титаносиликатов.	2	10
9	Изучение имеющихся и вновь собранных образцов природных нанопористых титаносиликатов методами электронной микроскопии, микрозондового и рентгенофазового анализов. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов новых и перспективных для дальнейшего синтеза минералов.	2	10
10	Тип строения и свойства вещества в наномире. Супрамолекулярные структуры. Структурные особенности вещества в наномире. Роль поверхностной фазы у нанодисперсных частиц.		10
11	Слабые и сверхслабые воздействия в наномире. Особенности строения объектов наномира. Проблемы метрологии и контроля в наномире.		10
12	Дефекты кристаллической структуры как нульразмерные объекты. Суператомы. Пылевая плазма.		10
13	Наноразмерные нити. Наносу и вискеры. Нановолокна. Фрактальные нити. Углеродные нанотрубки.		10
14	Природные и синтетические микро- и нанопористым материалы с гетерокаркасными структурами. Области применения нанопористых материалов.		10
15	Исследование процессов получения прекурсоров из минеральных концентратов и синтеза на их основе нанопористых титаносиликатов.		10
16	Природные и синтетические слоистые двойные гидроксиды. Области применения СДГ. Методы синтеза СДГ.		10
17	Разработка метода гидротермального синтеза титаносиликатов. Разработка технологической схемы гидротермального синтеза аналогов природных титаносиликатов.		10
18	Изучение образцов природных нанопористых титаносиликатов методами электронной микроскопии, микрозондового и рентгенофазового анализов. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов новых и перспективных для дальнейшего синтеза минералов.		10
19	Технологии получения наноматериалов, повышения их качества, комплексного извлечения попутных элементов. Методы создания новых наноматериалов.	2	10
	Всего часов:	20	192
	Контроль самостоятельной работы		4
	Итого часов:		216

\*Примечание. Обозначения: Лек. – лекции, СРС – самостоятельная работа обучающегося,

### 7. Формы контроля знаний, их содержание

Таблица 2

№ п/п	Наименование и содержание форм контроля	Темы по табл. 1	Срок выполнения (семестр)
1	Зачет	1-10	2
2	Зачет	11-19	4

### 8. Перечень технических средств, наглядных пособий и справочников для занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Колич. ед.
1.	Мультимедийный проектор для демонстрации лекционных материалов	1
2.	Аппарат типа «Лектор-2000» для проекции цветных и черно-белых прозрачных пленок формата А-4	1
3.	Приборы и оборудование для работы с наноматериалами (для наглядной демонстрации)	комплект

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Карта обеспеченности учебной дисциплины литературой

1. Примечание. Основная литература для естественно-научных дисциплин не должна быть старше 10 лет.

Таблица 3

№ п/п	Название учебников, учебных пособий и других источников	Авторы (под ред.)	Издательство	Год издания	Фактическое наличие	
					Библиотека	Электронные ресурсы
1	2	3	4	5	6	
<b>Основная литература</b>						
1.	Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии.	Гусев А.И.	М.: ФИЗМАТЛИТ	2009	8	
2.	Физические и химические основы синтеза наноразмерных объектов	Жабрев В.А., Калинин В.Т., Марголин В.И., Николаев А.И., Тупик В.А.	Апатиты, С.-Пб.: Изд-во «ЭЛМОР»	2012	30	
3.	Функциональные наноматериалы	Елисеев А.А., Лукашин А.В.	М.: ФИЗМАТЛИТ	2010	2	
4.	Нанотехнология. Наука, инновации и возможности.	Фостер Л.	М.: Техносфера	2008	2	
5.	.Основы золь-гель технологии нанокompозитов.	Максимов А.И., Мошников В.А., Таиров Ю.М., Шилова О.А.	СПб.: ООО «Техномедиа» / Изд-во «Элмор».	2008		
6.	Наноматериалы	Под ред. А.Б. Ярославцева	М.: Научный мир	2014		
7.	Инновационные кластеры nanoиндустрии	Г.Л.Азоев, В.Я.Афанасьев, А.А.Балякин и др.	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.	2012		
<b>Дополнительная литература</b>						
8.	Физическая химия	Стромберг А.Г., Семченко Д.П.	М.: Высшая школа	2001	10	
9.	Проблема развития нанотехнологий в России и за рубежом	Третьяков Ю.Д...	Вестник РАН	2007	2	
10.	Белая книга по нанотехнологиям.	Калинников В.Т. и др.	М.: Изд-во ЛКИ,	2008	2	
11.	Плазмонапылённые материалы и покрытия. Свойства, технология, оборудование и применение:	Лясников В.Н., Протасова.В. Н., Толмачёв К.С.	Уч. пособие. Саратов: Саратов. гос. тех. ун-т,	2012	1	

12.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применения	под ред. У.Жу, Ж.Л.Уанга; пер. с англ	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,	2013		
13.	Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление.	Халл М., Боумен Д.	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний.	2013	1	ЭБС
14.	Nanotechnology Research Directions. IWGN Workshop Report. Vision for Nanotechnology un the Next Decade.	Edited by V.C.Roco, R.,S.Williams and P. Alivistos	Kluwer Academic Publishers.	2001	1	ЭБС
15.	Новые функциональные материалы на основе синтетических аналогов иванюкита и кукисвумита	Г.О.Калашникова, Н.Ю.Яничева	Вестник КНЦ РАН	2014. №4 (19).	10	
16.	Электросинтез наноструктур и наноматериалов	О.А.Петрий	Успехи химии.	2015. Т.84. №2	2	
17.	Нанокристаллический диоксид церия	В.К.Иванов, А.Б. Щербаков, А.Е. Баранчиков, В.В. Козик	Томск. Изд-во ТГУ	2013	2	

**б) программное обеспечение:**

Microsoft Office 2003/2007  
 CorelDRAW Graphics Suite X5 Classroom  
 MathCAD Education - University Edition

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

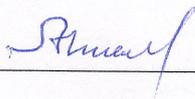
Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>  
 электронные ресурсы Springer, <http://www.springer.com/gp/>  
 электронные ресурсы Wiley, <http://onlinelibrary.wiley.com>  
 ЭБС Издательства «Лань», <http://e.lanbook.com/> ;  
 ЭБС IQlib<http://www.iqlib.ru/>,  
 ЭБС «Национальный цифровой ресурс "Руконт"»<http://www.rucont.ru/>

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Оборудование на базе лабораторий института.

Лист согласования

Разработчик  
Зав. лаб., д.т.н., проф..

  
\_\_\_\_\_

Николаев.А.И.

Рабочая программа согласована

Ученый секретарь

  
\_\_\_\_\_

Васильева Т.Н.

Зав. отделом кадров и аспирантуры

  
\_\_\_\_\_

Поваляева О.В.

### Лист переутверждения

Рабочая программа переутверждена на 2015 / 2016 учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Ученого совета Васильева Т.М., протокол № 17 от «30» октября 2015 г.

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Ученого совета \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ г.

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Ученого совета \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ г.

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Ученого совета \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ г.

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Секретарь Ученого совета \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ г.

**Лист, изменений, вносимых в рабочую программу**

В рабочую программу вносятся следующие изменения и дополнения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Дополнения и изменения внесены и одобрены на заседании Ученого совета  
ИХТРЭМС КНЦ РАН

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.