

«Утверждаю»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева  
\_\_\_\_\_ В.А. Колесников

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010

г.

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **«Основы получения нанокompозитных материалов с регулируемыми свойствами»**

**для опережающей профессиональной переподготовки, ориентированных  
на инвестиционные проекты ГК «РоснаноТех» в области организации  
конкурентоспособного высокотехнологичного отечественного  
производства модифицированных слоистых наносиликатов, мастербатчей  
(прекурсоров нанокompозитов) и полимерных нанокompозиционных  
материалов нового поколения в Брянской области**

Разработчики программы:

Юртов Е.В., д.х.н., член-корр. РАН, зав. кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева

Серцова А.А., ассистент кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева

Москва 2010 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели дисциплины:

Курс "Основы получения нанокompозитных материалов с регулируемыми свойствами" предназначен для профессиональной переподготовки в области организации конкурентоспособного высокотехнологичного отечественного производства модифицированных слоистых наносиликатов, мастербатчей и полимерных нанокompозиционных материалов нового поколения.

### Задачи изучения:

состоят в ознакомлении студентов с типами нанокompозитов, их структурой, методами получения и перспективными областями применения.

### Цели и задачи дисциплины достигаются с помощью:

приобретения знаний о структуре нанокompозитах, типах матриц и наполнителей, способах получения нанокompозитов с металлической, керамической и полимерной матрицей, о природных нанокompозитах, о нанокompозитах с углеродными нанотрубками и слоистыми силикатами, о перспективных областях применения нанокompозитов.

## 2. КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В результате изучения курса слушатели должны:

### **знать:**

- основные технологические методы получения наноматериалов;
- основное оборудование для процессов получения наноматериалов;
- научные принципы получения нанокompозиционных систем на основе органических полимеров и неорганических наполнителей;

- решение проблемы термодинамически несовместимых нанокomпонентов в системах типа «полимерная матрица – неорганический наполнитель»;
- научные основы решения проблем дисагломерации наночастиц наполнителя в полимерной матрице и оптимизация состава нанокомполитов на основе промышленных полимеров и органофильных наполнителей. Требования к ним, принципиальные технологические схемы их производства;
- классификацию мезофазных и жидкокристаллических наноструктур;
- «разумные» мультифункциональные полимерные наноматериалы;
- супрамолекулярные полимерные наносистемы.

**уметь:**

- выбирать рациональные методы синтеза нанообъектов и наноматериалов;
- выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать ее эффективность;
- проводить эксперименты в области супрамолекулярной, коллоидной, физической химии.

### **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	130
Аудиторные занятия	78
Лекции:	56
Практические занятия (ПЗ)	-
Семинары (С)	-
Лабораторные работы (ЛР)	22

и (или) другие виды аудиторных занятий	-
Самостоятельная работа	52
Курсовой проект (работа)	-
Расчетно-графические работы	-
Реферат	-
и (или) другие виды самостоятельной работы	-
Подготовка к экзамену	-
Вид итогового контроля: (экзамен, зачет)	Экзамен

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Часов				
		Всего	Лек - ции	Практ и- ческие заняти я	Лабора - торные работы	Самостоя - тельная работа
1.	Введение	2	1	-		1
2.	Неорганические нанокомпозиты и наноструктурированные покрытия, стратегии получения	8	4	-		4
3.	Способы получения	8	4	-		4

	неорганических нанокомпозитов и покрытий					
4.	Нанокомпозиты с металлической матрицей	8	4	-		4
5.	Нанокомпозиты на основе керамики	8	4	-		4
6.	Нанокомпозитные покрытия	8	4	-		4
7.	Нанокомпозиты с углеродными нанотрубками	14	4	-	6	4
8.	Нанопористые структуры и нанокомпозиты на их основе	8	4	-		4
9.	Инкапсулированные нанокомпозитные системы	7	4	-		3
10.	Полимерные нанокомпозиты. Виды нанокомпозитов с полимерами.	8	4	-		4
11.	Способы получения полимерных нанокомпозитов	16	6	-	6	4
12.	Полимерные нанокомпозиты с углеродными нанотрубками	18	4	-	10	4
13.	Полимерные нанокомпозиты со слоистыми силикатами	8	4	-		4
14.	Нанокapsулирование, нанокомпозиты с дендримерами, пленки Ленгмюра-Блоджетт с	7	4	-		3

	наночастицами					
15.	Природные нанокомпозиты	2	1	-		1
	Итого по курсу:	130	56		22	52

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 1. Введение

Характеристика нанокомпозитов, нанопленок, нанопокровов. Основные способы классификации. Основные типы нанокомпозитов, перспективных для практического использования в настоящее время.

### 2. Неорганические нанокомпозиты и наноструктурированные покрытия

Способы упрочнения нанокомпозитов. Структура и свойства нанокомпозитов с межзеренными и внутриверенными включениями.

### 3. Способы получения неорганических нанокомпозитов и покрытий

Способы классификации методов получения нанокомпозитов с неорганической матрицей и неорганическим наполнителем. Механосинтез. Прессование. Золь-гель метод. Способы получения покрытий нанометровой толщины и наноструктурированных покрытий. Напыление, как метод получения нанокомпозитных покрытий. Молекулярное наслаивание.

### 4. Нанокомпозиты с металлической матрицей

Нанокомпозиты матрицей из алюминия, титана, меди, никеля, железа и др. Наполнители - металлы, керамика, углеродные нанотрубки и нановолокна. Способы получения, структура, свойства.

### 5. Нанокомпозиты на основе керамики

Нанокомпозиты с матрицей из карбидов, нитридов, оксидов, боридов металлов. Наполнители - керамика, углеродные нанотрубки и нановолокна. Способы получения, структура, свойства.

## 6. Нанокompозитные покрытия

Структура нанокompозитных покрытий. Способы получения многослойных покрытий, нанокompозитов с наночастицами, гомогенных наноструктурированных покрытий. Высокопрочные нанокompозитные покрытия. Композитные покрытия с наноалмазами.

## 7. Нанокompозиты с углеродными нанотрубками

Структура, свойства нанокompозитов с углеродными нанотрубками. Электропроводность нанокompозитов. Порог перколяции.

## 8. Нанопористые структуры и нанокompозиты на их основе

Нанопористые структуры, нанопористый оксид алюминия, способы получения, структура. Заполнение пористых структур с формированием нанокompозитов с наполнителями в виде углеродных нановолокон и нанотрубок, нановолокон металлов. Растворение пористой матрицы с образованием нанокompозитных многослойных волокон и нанотрубок с коаксиальным расположением слоев.

## 9. Инкапсулированные нанокompозитные системы

Инкапсулирование металлов и карбидов металлов в фуллерены и углеродные нанотрубки. Нанокompозиты - углеродные нанотрубки / фуллерены.

## 10. Полимерные нанокompозиты. Виды нанокompозитов с полимерами.

Армированные пластики. Стеклопластики. Углепластики. Боропластики. Композиты полимер/полимер. Полимерный наполнитель в неорганической матрице.

## 11. Способы получения полимерных нанокompозитов

Синтез нанокompозитов на стадии полимеризации (поликонденсации), экструзия, термическое разложение прекурсоров, образование нанокompозитов в растворах полимеров, синтез в мицеллах блок-сополимеров, синтез нанокompозитов при химическом и электрохимическом осаждении в пористой

структуре полимеров, золь-гель метод синтеза полимерных нанокомпозитов, полимеризация в плазме с напылением металла.

#### 12. Полимерные нанокомпозиты с углеродными нанотрубками

Функционализация углеродных нанотрубок. Упрочнение полимерной матрицы при введении углеродных нанотрубок.

#### 13. Полимерные нанокомпозиты со слоистыми силикатами

Слоистые силикаты, структура, свойства. Типы композитов со слоистыми силикатами. Модификация слоистых силикатов с помощью поверхностно-активных веществ. Способы получения полимерных нанокомпозитов со слоистыми силикатами.

14. Нанокapsулирование, нанокомпозиты с дендримерами, пленки Ленгмюра-Блоджетт Нано- и микрокапсулы, способы получения, свойства. Дендримеры. Виды композитов дендример-наночастицы. Нанокомпозитные пленки Ленгмюра-Блоджетт, способы получения, свойства.

#### 15. Природные нанокомпозиты

Природные нанокомпозиты, типы, отличия от искусственно созданных нанокомпозитов. Биомиметики. Основные стратегии синтеза нанокомпозитов со структурой и свойствами, сходными с природными нанокомпозитами.

### **5. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	7	Определение размеров наночастиц дисперсного наполнителя в жидких средах
2	11	Получение нановолокнистых материалов методом электросаждения

3	12	Получение полимерного композита с наночастицами
---	----	---

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 6.1. Примерный перечень тем рефератов

1. Основы классификации нанокomпозиционных материалов (по типу матрицы, по способу получения, по наполнителю, по структуре и пр.).
2. Традиционные способы получения композиционных наноматериалов.
3. Особенности получения нанокomпозиционных материалов *in situ*.
4. Использование золь-гель метода в промышленных технологиях получения нанокomпозитов и покрытий.
5. Прогрессивное оборудование для композитного производства.
6. Нанотехнология молекулярного наслаивания.
7. Свойства нанокomпозиционных материалов с металлической матрицей.
8. Высокоэффективные нанопористые композиты.
9. Методы совмещения полимерных матриц и нанодисперстных компонентов.
10. Органо-неорганические полимерные нанокomпозиты
11. Металлокompозиты упрочненные волокнами бора, углерода, карбида кремния
12. Сверхтвердые материалы на основе наноструктур
13. Магнитная и электротехническая керамика.
14. Полимерные нанокomпозиты на основе слоистых силикатов
15. Влияние углеродных нанотрубок на функциональные свойства полимерных нанокomпозитов.

16. Многоступенчатый процесс формирования нанокomпозиционных материалов в растворах полимеров.
17. Гетерогенные композиционные наноматериалы
18. Разнообразие архитектурных решений таких самоорганизованных систем
19. Нанокomпозитов на основе дендритных полимеров.
20. Самоорганизованные гибридные нанокomпозиционные материалы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

А) Основная литература:

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., Физматлит, 2007, 416 с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр «Академия», 2005, 192с.
3. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия. 2000. - 672 с.
4. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ "Академкнига", 2006, 325 с.
5. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006, 309 с.
6. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: Учебное пособие. М.: Издательство: Бином. Лаборатория знаний, 2008, 365 с.
7. Малыгин А. А. Химия поверхности и нанотехнология: взаимосвязь и перспективы // Соросовский образовательный ж., 2004, Т. 8, № 1, с. 32-37

Б) Дополнительная литература:

1. Мержанов А.Г., Мукасян А.С. Твердопламенное горение. Москва: Торус Пресс, 2007, 336 с.
2. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. М.: Академкнига, 2007, 398 с.
3. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 208 с.
4. Пул Ч.П. мл., Оуэнс Ф.Дж. Нанотехнологии. М: Техносфера, 2006, 336 с.
5. Морохов И.Д., Трусков Л.Д., Лаповок В.И. Физические явления в ультрадисперсных средах.- М.:Наука,1984.- 472 с.
6. Сидоров Л.Н., Юровская М.А., Борщевский А.Я., Трушкова И.В., Иоффе И.Н. Фуллерены. М.: Экзамен, 2005. – 688 с.
7. П.Харрис Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М.: Техносфера. 2003. – 336с.
8. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.-293 с.
9. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены. Учебное пособие. - М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 376 с.
- 10.Захарова Г.С., Волков В.Л., Ивановская В.В., Ивановский А.Л. Нанотрубки и родственные структуры оксидов металлов. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. - 240 с.
- 11.Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры: Пер. с англ. / Под ред. Ж.И. Алферова, Ю.В. Шмарцева. М.: Мир, 1989.

## 7.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

- - видеозаписи лекций ведущих ученых со Всероссийской школы-семинара «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества».

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Нанодзетасайзер, лабораторный экструдер, установка электроспиннинга.

## 9. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов программы

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
1 - 7	30 баллов	Контрольная работа № 1
8 - 15	30 баллов	Контрольная работа № 2
1-15	20 баллов	Реферат
Весь курс	60 баллов	Экзамен