

«Утверждаю»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

\_\_\_\_\_ В.А. Колесников

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010

г.

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **"Технологии производства и переработки сверхвысоконаполненных нанокompозитов"**

**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**

Разработчик программы:

Доктор технических наук, профессор Осипчиком В.С., заведующий кафедрой  
технологии переработки пластмасс

Москва, 2010 г.

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Основной целью курса является изучение современных методов синтеза и технологии производства нанокompозитов. В задачи курса входит изучение химии нанокаталитических полимеризационных процессов, технических методов синтеза, технологии получения, структуры, свойств, процессов переработки и применения конструкционных наноматериалов.

Курс базируется на комплекс знаний, полученных на предшествующих курсах “Органическая химия”, “Физическая химия”, “Процессы и аппараты технологии материалов”, “Поверхностные явления и дисперсионные системы. Изучение курса заканчивается экзаменом.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№№ п/п	Наименование раздела	Часы	
		Лекции	Самост. работа
1	Введение	2	2
2	Условная классификация наноматериалов	2	2
3	Виды нанонаполнителей для полимеров. Монтмориллонит: структура и свойства. Модификация монтмориллонита. Понятия интеркаляции и эксфолиации монтмориллонита.	4	4
4	Наноплёнки, углеродные и силикатные нанотрубки	4	4

5	Наноалмазы и другие нанонаполнители	2	2
6	Методы получения нанокомпозитов: смешение в растворе, смешение в расплаве	2	2
7	Методы получения нанокомпозитов. Матричный синтез	2	2
8	Интеркаляционная полимеризация <i>in situ</i>	2	2
9	Направленный синтез радикальной полимеризации полимеров с заданными свойствами в присутствии нанокатализаторов.	2	2
10	Направленный синтез полимеров с заданными свойствами по механизму ионно-координационной полимеризации в присутствии нанокатализаторов.	2	2
11	Получение нанокомпозитов на основе термопластов	6	6
12	Получение нанокомпозитов на основе реактопластов	4	4
11	Наноконпозиционные материалы на основе блоксополимеров	2	2
12	Интенсификация процессов совмещения компонентов нанокомпозита	2	2
13	Дисперсионнонаполненные композиционные наноматериалы	2	2
14	Волокнистые композиционные наноматериалы	2	2

15	Слоистые нанокompозиты	2	2
17	Технология переработки и свойства полимерсиликатных нанокompозитов	2	2
	Свойства нанокompозитов	4	4
3	Методы исследования нанокompозиционных материалов	6	6
18	Области применения наноматериалов	2	2
	<b>Итого</b>	<b>58</b>	<b>58</b>

## 2.2. Содержание разделов дисциплины.

### 1. Введение

Композиционный материал. Наполнители композиционного материала. Возрастание роли полимерных композиционных материалов для современной цивилизации. Основные преимущества полимерных композиционных материалов. Наночастица, наноматериалы и нанотехнологии. Влияние наноразмерных компонентов на свойства композиционных материалов.

### 2. Структура наноматериалов

Особенность структуры наноматериалов.

Критические размеры существования наноструктур. Описание свойств наноматериалов законами квантовой физики. Квантовые размерные эффекты и их влияние на электро- и теплопроводность. Роль поверхностей раздела в формировании свойств наноматериалов. Возникновение кластеров. Влияние поверхностных атомов на физико-химические свойства и термодинамические характеристики материалов.

Условная классификация наноматериалов.

Нанопорошки, нанопроволоки, нановолокна, тонкие плёнки, углеродные

и силикатные нанотрубки. Наноалмазы. Методы получения однослойных и многослойных углеродных и нанотрубок, силикатных нанотрубок и наноалмазов. Другие виды нанонаполнителей.

### 3. Полимерсиликатные нанокомпозиты

Монтмориллонит: структура и свойства.

Строение кристаллической решётки монтмориллонита. Емкость катионного обмена. Свойства монтмориллонита. Понятия интеркаляции и эксфолиации монтмориллонита.

Модификация монтмориллонита.

Цель создания органофильных слоев на поверхности монтмориллонита.

Взаимодействие четвертичных алкиламмониевых катионов с межслоевыми катионами. Влияние емкости катионного обмена на процессы модификации. Модели агрегации алкильных цепей модификатора в слоистых силикатах.

Полимерсиликатные нанокомпозиты с использованием силикатных нанотрубок.

Структура полимерсиликатных нанокомпозитов.

Фазоразделенный микрокомпозит, интеркалированный нанокомпозит, эксфолиированный нанокомпозит. Флокулированные нанокомпозиты.

Свойства и применение полимерсиликатных нанокомпозитов

Дисперсионнонаполненные, волокнистые и слоистые полимерсиликатные нанокомпозиты. Получение, свойства, технология переработки.

### 4. Технология получения полимерсиликатных нанокомпозитов

Смешение в растворе полимера.

Влияние растворителя и химической природы полимера на расслаивание силиката. Модели полученных структур.

Интеркаляционная полимеризация *in situ*.

Образование полимера между слоями силиката, инициируемое нагреванием или излучением. Имобилизация инициатора в межслойном пространстве силиката.

Получение суперконцентратов для композиционных наносистем.

Получение нанокомпозитов на основе термопластов. Смешение в расплаве полимера. Варианты смешения в расплаве: полимер смешивается с предварительно модифицированной глиной или непосредственное одностадийное смешение полимера, модификатора и глины («one-pot process»), смешение в режиме «срыва» и др.

Получение нанокомпозитов на основе реактопластов. Методы введения монтмориллонита, нанотрубок и наноалмазов в олигомерные системы. Зависимость свойств нанокомпозитов на основе реактопластов от способа введения нанонаполнителей различных видов.

## 5. Интенсификация процессов совмещения компонентов нанокомпозита

Ультразвуковая технология.

Звуковая волна. Движение частиц при распространении звуковой волны. Характеристики ультразвуковых колебательных систем. Типовые ультразвуковые системы.

Акустическая кавитация.

Явление кавитации. Физико – химические процессы, происходящие при кавитации.

## 6. Нанокатализ

Направленный синтез полимеров с заданными свойствами. Радикальная и ионно-координационная разновидности полимеризации. Получение блоксополимеров.

## 7. Анализ технологических схем получения полимерных нанокомпозитов и конструкций на их основе

Контактное формование. Вибрационное формование. Автоклавное формование. Термокомпрессионное формование. Намотка.

8. Свойства нанокомпозитов. Возрастание прочностных и деформационных свойств, ударных характеристик, барьерных свойств (газо- и водопроницаемости), снижение горючести и т.д.

## 9. Методы исследования нанокомпозиционных материалов

Общая классификация методов. Электронные микроскопы. Сканирующая туннельная микроскопия. Оптические методы. Рентгеноструктурный анализ. Реологические методы.

## 10. Области применения наноматериалов

Авиационная и космическая техника

Автомобильная промышленность

Нанокомпозиционные материалы с памятью формы

Механизм эффекта памяти формы. Технологии наноконструирования материала с эффектом памяти формы.

Наноэлектроника и вычислительная техника.

Здравоохранение и защита окружающей среды.

Военная техника

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

### **7.1. Рекомендуемая литература.**

А) Основная литература:

1. Гуль В.Е. Структура и прочность полимеров. М.: Химия, 1978, 328 с.

2. Кобелев А.Г. Материаловедение и технология композиционных материалов. М.: Интермет Инжиниринг, 2006. 134 с.
3. Рыжонков Д.И. Наноматериалы/ Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 365 с.
4. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. Нанотехнологии и специальные материалы/ Учебное пособие. СПб.:ХИМИЗДАТ, 2009. 336 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005, 192 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2007. 414 с.
3. Кабаяси Н. Введение в нанотехнологию: Пер.с японск. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 365 с.
4. Нанокompозиты: исследования, производство, применение/ Прд ред. А.А. Берлина, И.Г. Ассовского. М.: Торус Пресс, 2004. 224 с.
5. Пул Ч, Оуэнс Ф. Нанотехнологии: Пер. с англ. М.: Техносфера, 2006. 336 с.