

«Утверждаю»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ В.А. Колесников

« _____ » _____ 2010

г.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физикохимия наноматериалов и наноструктур»

для опережающей профессиональной переподготовки, ориентированных на инвестиционные проекты ГК «РоснаноТех» в области организации конкурентоспособного высокотехнологичного отечественного производства модифицированных слоистых наносиликатов, мастербатчей (прекурсоров нанокомпозитов) и полимерных нанокомпозиционных 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

Москва 2010 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели дисциплины:

Курс "Физикохимия наноматериалов и наноструктур" предназначен для профессиональной переподготовки в области организации конкурентоспособного высокотехнологичного отечественного производства модифицированных слоистых наносиликатов, мастербатчей и полимерных нанокomпозиционных материалов нового поколения.

Задачи изучения:

Основной задачей курса является ознакомление с основными классами наночастиц и наноматериалов, их физико-химическими свойствами, а также со сложившимися и перспективными областями применения наноматериалов.

Цели и задачи дисциплины достигаются с помощью:

Наряду с основными теоретическими разделами, дисциплина предусматривает знакомство с прикладными аспектами использования физико-химических свойств наноматериалов, что даст возможность слушателям более эффективно применять полученные знания на практике.

2. КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В результате изучения курса слушатели должны

знать:

- основные типы наноматериалов и наноструктур;
- основные физические и химические свойства наноматериалов;
- основные перспективные области применения различных видов наноматериалов.

уметь:

- выбирать необходимые виды наноматериалов и наноструктур;
- видеть перспективы возможного применения новых наноматериалов и наносистем;
- самостоятельно ориентироваться в литературе, посвященной различным наноматериалам и наноструктурам.

владеть:

- методами представления литературных и экспериментальных сведений о свойствах, методах получения и областях применения наноматериалов и наноструктур в виде рефератов, отчетов, докладов и презентаций.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	60
Аудиторные занятия	36
Лекции	24
Практические занятия (ПЗ)	-
Семинары (С)	-
Лабораторные работы (ЛР)	12
и (или) другие виды аудиторных занятий	-
Самостоятельная работа	24
Курсовой проект (работа)	-
Расчетно-графические работы	-
Реферат	-

и (или) другие виды самостоятельной работы	-
Вид итогового контроля: (экзамен, зачет)	Экзамен

В первой графе таблицы указываются виды аудиторных и самостоятельных занятий студентов. Во второй графе указывается общая трудоемкость дисциплины в часах, объем аудиторных и объем самостоятельных занятий – в соответствии с учебным планом. Вид итогового контроля по дисциплине пишется словами «зачет» или «экзамен».

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов				
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Введение. Основные понятия о наноматериалах и нанотехнологии	2	1			1
2.	Общие свойства и типы нанобъектов	2	1			1
3.	Методы визуализации и анализа нанобъектов	10	2		6	2
4.	Наноструктуры в электронике	4	2			2
5.	Порошки и объемные наноструктурные материалы	4	2			2

6.	Углеродные наноструктуры	4	2			2
7.	Кластеры	4	2			2
8.	Наноструктуры в жидкостях	10	2		6	2
9.	Мембраны и пористые тела	4	2			2
10.	Композиционные материалы	4	2			2
11.	Наноструктурные пленки и поверхностные слои	4	2			2
12.	Супрамолекулярные структуры	2	1			1
13.	Биологические наноструктуры и биомиметики	2	1			1
14.	Наноструктуры в окружающей среде	2	1			1
15.	Заключение	2	1			1
16.	Итого по курсу:	60	24	-	12	24

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Основные понятия о наноматериалах и нанотехнологии. Что такое «нано». Определение нанообъекта. Определение нанотехнологии. Основные причины особых свойств нанообъектов. Размерный эффект. Наноматериалы. История развития науки о наноструктурах и наноматериалах. Особые свойства наноматериалов. Нанотехнология. Задачи и возможности нанотехнологии на современном этапе. Анализ научно-технической информации и инноватика в области наноматериалов и нанотехнологии.

2. Общие свойства и типы нанобъектов. Классификация нанобъектов. Нанобъекты в твердом веществе, в жидкостях и газах. Особые физические и химические свойства нанобъектов и наноструктурированных систем. Основные закономерности изменения свойств наноматериалов. Границы раздела фаз. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов. Зависимость свойств от размера частиц. Электронные свойства наночастиц. Особенности термодинамики нанобъектов. Квазиравновесие в наносистемах. Устойчивость нанобъектов. Кинетика процессов в наносистемах. Физические, химические свойства нанобъектов: наночастиц, нанотрубок и нанопроволок, аморфных неорганических наноструктур. Фракталы в описании свойств наноматериалов.

3. Методы визуализации и анализа нанобъектов. Создание и основы зондовой микроскопии (сканирующий туннельный и атомно-силовой микроскопы). Специальные методы исследования нанобъектов.

4. Наноструктуры в электронике. Полупроводниковые наноструктуры: квантовые ямы, нити и точки. Искусственный атом, Получение квантовых точек. Литография. Квантовый лазер.

5. Порошки и объемные наноструктурные материалы. Ультрадисперсные материалы. Классификация порошков. Методы получения нанопорошков. Консолидированные наноматериалы. Поведение наночастиц при спекании. Методы получения объемных наноструктурных материалов. Свойства наноструктур, полученных различными методами.

6. Углеродные наноструктуры. Фуллерены и их свойства. Открытие нанотрубок. Нанотрубки и нановолокна. Основные пути получения нанотрубок и нановолокон. Физические и химические свойства нанобъектов: наночастиц, фуллеренов, нанотрубок, нановолокон. Области их применения.

7. Кластеры. Определение. Виды кластеров. Многоядерные комплексные соединения. Молекулярные кластеры. Кластерные материалы. Особые свойства

кластеров. Неуглеродные тубулярные наноструктуры. Кластеры – как элементы наноразмерных объектов.

8. Композиционные материалы. Классификация композиционных материалов. Основные типы структур композиционных материалов. Характеристика наполнителей. Физические и химические свойства неорганических и органических композиционных материалов. Нанокерамика.

9. Наноструктуры в жидкостях. Мицеллы, микроэмульсии, нанодисперсии. Наноструктурированные гели. Кластеры в растворах. Коллоидные частицы металлов. Магнитные жидкости. Наноструктурированные стекла. Физические и химические свойства тонких пленок и поверхностных слоев, мицеллярных систем и микроэмульсий, жидких кристаллов, аэрозолей, золь, гелей.

10. Наноструктурные пленки и поверхностные слои. Наноструктурированные покрытия. Композитные покрытия. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Метод молекулярного наслаивания.

11. Мембраны и пористые тела Физические и химические свойства нанообъектов - нанопористых тел, молекулярных сит. Номенклатура размеров пор. Классификация мембран. Молекулярные сита. Трековые мембраны. Использование трековых мембран, как матрицы для синтеза наноструктур.

12. Супрамолекулярные структуры. Молекулярное распознавание, информация, комплементарность. Мембранные процессы. Процессы переноса с носителями. Молекулярные и супрамолекулярные устройства. Самосборка и самоорганизация запрограммированных супрамолекулярных систем. Физические и химические свойства нанообъектов - супрамолекулярных ансамблей и устройств.

13. Нанообъекты в окружающей среде. Природные нанообъекты. «Черные курильщики». Шунгит. Роль наночастиц в миграции химических элементов в окружающей среде.

14. Биологические наноструктуры. Биомиметики. Липосомы. Везикулы. Физические и химические свойства липосом, биомембран и других нанообъектов биологического происхождения. Матричный синтез ДНК (репликация), и РНК (транскрипция) как работа природного ассемблера. Синтез белка на рибосоме. Молекулярное распознавание и катализ при действии ферментов. Преобразование электрического сигнала в химический на примере работы нервно-мышечного синапса. Вирусы и искусственные вирусы.

15. Заключение. Перспективы и проблемы использования наноматериалов и нанотехнологии в различных областях. Ассемблеры и молекулярные машины. Сложившиеся и перспективные области применения наноматериалов в различных отраслях.

5. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	3	Изучение свойств нанодисперсий оксидов железа в жидких средах с помощью нанодзетасайзера
2	8	Свойства наноструктурированных жидких систем

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

6.1. Примерный перечень тем рефератов

1. Особые свойства наноматериалов.
2. Размерный эффект в свойствах наноматериалов и нанотехнологии.
3. Основные типы и свойства квантовых наноструктур.
4. Зернограничная диффузия

5. Особенности физико-химических свойств нанопорошков.
6. Объемные наноструктурированные материалы.
7. Фуллерены.
8. Нанотрубки и нановолокна.
9. Самоорганизация и самосборка наноструктур.
10. Основы получения композиционных наноматериалов и покрытий.
11. Нанокерамика. Особые свойства нанокерамики.
12. Магнитные жидкости.
13. Наноструктурированные гели.
14. Коллоидные частицы металлов.
15. Тонкие пленки. Свойства и методы получения.
16. Пленки Ленгмюра-Блоджет. История, свойства и получение.
17. Кластеры.
18. Молекулярные и супрамолекулярные устройства.
19. Нанотехнология и медицина.
20. Особенности токсичности наноматериалов.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: КДУ, 2006, 336 с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр «Академия», 2005, 192с.

3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., Физматлит, 2007, 416 с.
4. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: Учебное пособие. М.: Издательство: Бином. Лаборатория знаний, 2008, 365 с.
5. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М.: Техносфера, 2003, 336с.
6. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применение. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006, 293 с.
7. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены. Учебное пособие. - М.: Университетская книга, Логос, 2006, 376 с.
8. Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М: Техносфера, 2004, 384с.
9. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. М.: Академкнига, 2007, 398 с.
10. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы / Под. ред. Лучинина В.В., Таирова Ю.М. – М. Физматлит, 2006, 552 с.

Б) Дополнительная литература:

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. В 10 томах. М.: Мир. 1977-1978 г.
2. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия. 2000, 672 с.
3. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 208 с.
4. Шабанова Н.А., Попов В.В., Саркисов П.Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006, 309 с.

5. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига. 2006, 589 с.
6. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: Учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ "Академкнига", 2006, 325 с.
7. Мержанов А.Г., Мукасян А.С. Твердопламенное горение. Москва: Торус Пресс, 2007, 336 с.
8. Пул Ч.П. мл., Оуэнс Ф.Дж. Нанотехнологии. М: Техносфера, 2006, 336 с.
9. Рамбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. М.: Физматлит, 2008, 456 с.
10. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Дж.Уайтсайдс, Д.Эйглер, Р.Андерс и др./ Под.ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса и П.Аливисатоса. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002, 292с.
11. Морохов И.Д., Трусков Л.Д., Лаповок В.И. Физические явления в ультрадисперсных средах.- М.:Наука,1984, 472 с.
12. Сидоров Л.Н., Юровская М.А., Борщевский А.Я., Трушкова И.В., Иоффе И.Н. Фуллерены. М.: Экзамен, 2005, 688 с.
13. Захарова Г.С., Волков В.Л., Ивановская В.В., Ивановский А.Л. Нанотрубки и родственные структуры оксидов металлов. Екатеринбург: УрО РАН, 2005, 240 с.
14. Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия: Концепции и перспективы. Пер. с англ. - Новосибирск: Наука, Сиб. Предприятие РАН, 1998, 334 с.
15. Губин С.П. Химия кластеров. Основы классификации и строение. – М.: Наука. 1987, 263с.
16. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. — М.: Мир, 1976, 781 с.
17. Сидоров Л.Н., Юровская М.А., Борщевский А.Я., Трушкова И.В., Иоффе И.Н. Фуллерены. М.: Экзамен, 2005, 688 с.

18. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры: Пер. с англ. / Под ред. Ж.И. Алферова, Ю.В. Шмарцева. М.: Мир, 1989, 582 с
19. Морохов И.Д., Трусов Л.Д., Лаповок В.И. Физические явления в ультрадисперсных средах.- М.:Наука,1984, 472 с.
20. Журнал «Российские нанотехнологии», 2006 и далее.
21. Биннинг Г., Рорер Г. Сканирующая туннельная микроскопия – от рождения к юности. Нобелевская лекция по физике 1986 г., Успехи физических наук, 1988, т.154, вып.2, С. 261-278
22. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979, 512 с.
23. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит, 2001, 234 с.
24. Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов/ Ю.Р. Колобов, Р.З. Валиев, Г.П. Грабовецкая и др. – Новосибирск: Наука, 2001, 232 с.

7.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Компьютерные программы по изучению и моделированию зернограничной диффузии.
2. Видеолекции Всероссийской школы «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества», Москва, РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2010 г.
3. Средства дистанционного обучения и контроля на сайте кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Средства мультимедийного обеспечения лекционных занятий.

2. Нанодзетасайзер.
3. Поляризационный микроскоп.
4. Ротационный вискозиметр.

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