

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию образования
_____ Е.В.Сапир

" ____ " _____ 2012 г.

**Рабочая программа дисциплины
послевузовского профессионального образования
(аспирантура)
Методы получения нанодисперсных систем
по специальности научных работников
01.04.07 Физика конденсированного состояния**

Ярославль 2012

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «**Методы получения нанодисперсных систем**» в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются:

- усвоение аспирантами знаний об основных физических и физико-химических процессах, происходящих при синтезе или разложении исходных материалов, которые приводят к получению нанодисперсных систем;
- изучение процессов образования наночастиц и нанокластеров;
- формирование у аспирантов навыков получения нанодисперсных структур с заданными свойствами.
- контроль полученных нанодисперсных структур.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы послевузовского профессионального образования

Данная дисциплина относится к разделу обязательные дисциплины (подраздел дисциплины по выбору аспиранта) образовательной составляющей образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности научных работников 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Дисциплина «**Методы получения нанодисперсных систем**» рассматривает основные методы получения нанодисперсных систем. Даная дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с другими частями ООП, а именно с обязательной дисциплиной «Специальность», курсами по выбору.

Для изучения данной дисциплины необходимы «входные» знания, умения, полученные в процессе обучения по программам специалитета или бакалавриата – магистратуры, а также при изучении дисциплины «Специальность» в аспирантуре.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины «Методы получения нанодисперсных систем»

В результате освоения дисциплины «**Методы получения нанодисперсных систем**» обучающийся должен:

знать:

основные физические процессы, происходящие при получении нанодисперсных систем; основные химические процессы, происходящие при получении нанодисперсных систем.

уметь:

применять внешние физические и химические условия для получения нанодисперсных материалов с заданными свойствами.

владеть:

технологиями и методиками получения нанодисперсных материалов с заданными свойствами.

4. Структура и содержание дисциплины «Методы получения нанодисперсных систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Курс	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах) Форма обуч.: очная/заочная					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации
				Лекций	Лабораторных	Практических	Сам. работа	Контроль сам. работы	
1	Тема 1	1	1	2/1			10/11		реферат
2	Тема 2	1	2,3				14/14		реферат
3	Тема 3	1	4,5				14/14		реферат
4	Тема 4	1	6,7				14/14		реферат
5	Тема 5	1	8,9	2/1			12/12		реферат
6	Тема 6	1	10,11				14/14		реферат
7	Тема 7	1	12,13				14/14		реферат
8	Тема 8	1	14,15	2/2			10/11		реферат
				6/4			102/104		зачет

Содержание дисциплины

Тема 1.

Предмет, цели и задачи курса. Основная терминология. Тенденция перехода от микроэлектроники к наноэлектронике. Молекулярно-атомный уровень.

Тема 2.

Методы получения островковых пленок.

Вакуумная конденсация металлического пара на холодной подложке. Особенности формирования островковых структур. Механизм зарождения и начальные стадии роста островковых пленок. Роль подложек. Методы декорирования полученных пленок.

Тема 3. «Газовое испарение» веществ.

Распределение частиц металлов по размерам. Процессы, сопровождающие конденсацию паров металлов на поверхности; адсорбция отдельных молекул или коагуляция. Основные закономерности образования аэрозольных частиц металлов.

Основные закономерности образования аэрозольных частиц металлов. Методы получения относительно большого количества порошков (аэрозольный метод).

Тема 4. Матричный метод.

Основные процессы и законы матричного метода получения кластеров металлов. Выращивание частиц металлов в стекле и внутри ионных кристаллов. Кинетика зарождения и роста частиц в матрице. Процессы, контролируемые скорости роста частиц в матрице путем адсорб-

ции одиночных атомов (реакция на поверхности, диффузия атомов через кристаллическую решетку матрицы; диффузия атомов по дислокациям и границам зерен).

Тема 5.

Имплантация ионов. Процессы, происходящие при ионной бомбардировке ионных кристаллов. Роль температуры при ионной бомбардировке. Распределение полученных кластеров по размерам. Ионная эмиссия.

Кластеры, возникающие при бомбардировке поверхности вещества ионами благородных газов.

Тема 6.

Получение углеродных кластеров, кластеров с сильной атомной связью. Получение малых углеродных кластеров (с числом атомов $n < 24$). Магические числа для малых кластеров, фуллерены-кластеры с числом атомов $n > 24$. Метод лазерного испарения, испарения графитовых электродов в электрической дуге. Метод внедрения атомов инертных газов внутрь фуллеренового ядра при высоком давлении и температуре.

Тема 7.

Коллоидные кластеры. Химические реакции при образовании кластеров. Лиофильные (гидрофильные) и лиофобные (гидрофобные) кластеры. Коллоидные кластеры полупроводников. Метод термического разложения. Применение золь-гель-технологии.

Тема 8. Кластерные наносистемы и наноструктуры.

Внутрикластерная атомная динамика, межкластерная динамика, организация и самоорганизация нанокластеров в наноструктуры. Процессы первичной кластерной нуклеации. Структурно-механические, электропроводящие, оптические и магнитные свойства наносистем.

5. Образовательные технологии

В преподавании используются иллюстрации, таблицы, методические пособия и монографии. Знакомство с экспериментальными установками проводится на базе кафедры общей и экспериментальной физики (ОЭФ) и ЦКП «Диагностика микро- и наноструктур». В преподавании курса используются активные и интерактивные технологии проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой. Аспиранты имеют возможность посещать компьютерный класс, выходят в Интернет в зоне Wi-Fi, организованной в университете.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В качестве средств текущего контроля используется написание в течение семестра 1 реферата на выбранную тему. Итоговая форма контроля (зачет) дает возможность выявить уровень профессиональной подготовки аспиранта по данной дисциплине.

Темы рефератов

1. Понятие (термин) наночастица, наноструктура.
2. Методы контроля основных физических свойств кластеров, наносистем.
3. Методы получения островковых пленок. Свойства островковых пленок.
4. Получение металлических кластеров методом газового испарения.
5. Матричный метод получения нанодисперсных частиц.
6. Метод получения наночастиц методом имплантации ионов и методом ионной эмиссии.
7. Получение фуллеренов.
8. Методы получения коллоидных кластеров.

Вопросы к аттестации (зачету)

1. Методы получения островковых пленок.
2. Вакуумная конденсация металлического пара на холодной родложке.
3. Механизмы роста островковых пленок.
4. Методы декорирования поверхности.
5. Основные закономерности образования аэрозольных частиц.
6. Матричный метод получения нанодисперсных частиц.
7. Кинетика зарождения и роста частиц в матрице.
8. Методы контроля роста наночастиц.
9. Диффузия атомов по дислокациям и границам зерен.
10. Бомбардировка ионных кристаллов ионами благородных газов.
11. Роль температуры при получении кластеров методом ионной бомбардировки.
12. Ионная эмиссия.
13. Методы получения углеродных кластеров.
14. Свойства углеродных кластеров с числом атомов $n < 24$.
15. Магические числа для малых углеродных кластеров.
16. Метод лазерного испарения.
17. Испарение графитовых электродов в электрической дуге.
18. Метод внедрения атомов инертного газа внутри фуллеренового ядра при высоком давлении и температуре.
19. Коллоидные кластеры.
20. Химические реакции при образовании кластеров.
21. Коллоидные кластеры полупроводников.
22. Метод термического разложения.
23. Золь-гель технологии.
24. Процессы первичной кластерной нуклеации.
25. Методы контроля получаемых наноматериалов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2007.
- Петров Ю.И. Кластеры и малые частицы. – М.: Наука, 1986.
- Гусев С.П. Химия кластеров. –М.: Наука, 1987.

б) дополнительная литература:

- Помогайло А.Д., Розенберг А.С. и др. Наночастицы металлов в кластерах.– М.: Химия, 2000.
- Суздаев И.П. Химическая физика. т.14, с. 114 (1995).
- Гусев А.И. УФН, 168 (1). стр. 55 (1998).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- для информационного обеспечения используется Интернет.
- в качестве вспомогательных **интернет-ресурсов** по дисциплине используется электронная библиотека ЯрГУ, электронная библиотека e-library.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- компьютер и мультимедийный проектор;
- экспериментальные устройства на базе кафедры ОЭФ и ЦКП.

Программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (приказ Минобрнауки от 16.03.2011 г. № 1365) с учетом рекомендаций, изложенных в письме Минобрнауки от 22.06.2011 г. № ИБ – 733/12.

Программа одобрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
__октября 2012 г. (протокол № __)

Заведующий кафедрой

Алексеев В.П., кандидат физ.-матем. наук, доцент

Автор

Алексеев В.П., кандидат физ.-матем. наук, доцент