

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

Факультет химический
Кафедра физической химии

**Получение сложнооксидных nano- и микроматериалов методом
пиролиза полимерно-солевых композиций**

Программа специальной дисциплины

(Стандарт СД)

Екатеринбург

2008

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета

_____ В.А. Черепанов

(подпись)

(дата)

Программа дисциплины «Получение сложнооксидных нано- и микроматериалов методом пиролиза полимерно-солевых композиций» составлена в соответствии с требованиями федерального/национально-регионального (вузовского) компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки магистра по направлению

Химия, 510500; Физическая химия, 510504

по циклу СД дисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр 9

Общая трудоемкость дисциплины 48, в том числе:

лекций 18

семинаров -

лабораторных работ 18

самостоятельная работа 12

Контрольные мероприятия:

рефераты - 1

коллоквиумы -

контрольные работы -

другие - зачет

Составитель (разработчик):

Остроушко А.А., доктор химических наук, профессор, кафедра физической химии, Уральский государственный университет.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол заседания № от 2008 г.

(С) Уральский государственный университет

(С) Остроушко А.А., составление, 2008

I. Введение

1. Цель дисциплины

Основной целью курса является ознакомление студентов с методами получения и изучения строения, свойств наноматериалов, в первую очередь сложнооксидных, приобретение ими практических навыков по синтезу и инструментальным исследованиям наноматериалов. Важным моментом является понимание студентами принципов направленного воздействия на получаемые материалы для обеспечения заданных целевых свойств. Чтение данного курса дает научную базу для выполнения студентами квалификационных работ, связанных с получением и исследованием функциональных сложнооксидных материалов.

2. Задачи дисциплины

Наноматериалы и нанотехнологии – одно из самых приоритетных направлений науки и техники. Сложнооксидные материалы при этом относятся к важнейшему классу наноструктурированных систем. Технология получения и использования наноматериалов является весьма прецизионной и относится к разряду так называемых высоких технологий, а сами материалы называют интеллектуальными. Для ее реализации требуется высокая квалификация исполнителей, знание ими основных физико-химических закономерностей осуществляемых процессов, физико-химических методов изучения объектов. Задачей настоящего курса является подготовка квалифицированных специалистов, исследователей в области получения, исследования и применения функциональных наноматериалов.

3. Место дисциплины в системе высшего профессионального образования (какие дисциплины используются в качестве основы для данной и для каких используется данная дисциплина)

При получении функциональных наноматериалов, в частности сложнооксидных систем, используются в качестве исходных и промежуточных продуктов как собственно твердые реагенты, так и жидкие среды, растворы, расплавы, пленочные композиции, включающие органические соединения, в том числе полимеры. Поэтому данный курс базируется на знании основ физической химии и химии твердого тела, физики, а, кроме того неорганической, аналитической, коллоидной химии, химии высокомолекулярных соединений. В этом смысле данный курс лекций, как и само научное направление, комплексно соединяет знания, полученные по вышеназванным курсам, позволяет расширить и углубить их применительно к реальным задачам, научить студентов максимально использовать практически весь накопленный научный багаж. В курс лекций включены сведения, не рассматриваемые в других курсах, читаемых студентам химического факультета УрГУ. Рассматриваются последние достижения ученых УрГУ и их научных партнеров в области получения и функциональных наноматериалов, в первую очередь сложнооксидных.

4. Требования к уровню освоения содержания курса (приобретаемые компетенции, знания, умения, навыки)

Обучающиеся приобретают знания и навыки, необходимые для самостоятельного решения практических и фундаментальных вопросов, связанных с получением, изучением свойств и целевых характеристик, использованием наноматериалов, в первую очередь сложнооксидных.

5. Методическая новизна курса (новые методики, формы работы, авторские приемы в преподавании курса)

Курс лекций обеспечен демонстрационным материалом в виде образцов функциональных наноструктурированных материалов, микрофотографий, таблиц, графиков, схем, в т.ч. в мультимедийном виде.

II. Содержание курса

1. Введение. История развития нанотехнологий, предпосылки бурного “нанотехнологического” скачка.
2. Основные виды наноматериалов и способы их получения.
3. Методы анализа структуры наноматериалов и активного воздействия на них.
4. Свойства наноматериалов.
5. Области применения наноматериалов. Наноустройства.
6. Оксидные наноматериалы. Получение сложнооксидных материалов методом пиролиза полимерно-солевых композиций.
 - 6.1. Общая характеристика полимерно-солевых композиций.
 - 6.2. Свойства полимерно-солевых композиций на основе неионогенных водорастворимых полимеров.
 - 6.3. Взаимодействия между полимерными и солевыми компонентами для солей с катионными и анионными формами ионов, содержащих металлы.
 - 6.4. Процессы, сопровождающие синтез оксидных материалов из полимерно-солевых композиций (диаграммы фазового состояния, процессы термодеструкции, формирования сложнооксидных фаз).
 - 6.5. Каталитическое воздействие неорганических ионов на окислительно-восстановительные процессы в ходе синтеза сложных оксидов.
 - 6.6. Термохимическое генерирование зарядов в полимерно-солевых пленках.
 - 6.7. Процессы агрегации и текстурирования частиц в ходе синтеза сложнооксидных материалов
 - 6.8. Механизм образования примесных фаз при синтезе сложных оксидов.
 - 6.9. Перспективы в области синтеза и использования сложнооксидных наноматериалов.
7. Наноккомпозиты.
8. Наноматериалы на основе полиоксометаллатов.
9. Крейзирование полимеров.
10. Пленочные наноматериалы.

11. Новые области исследований, связанные с нанотехнологиями, перспективы развития направления.

III Лабораторные работы

1. Синтез образцов сложнооксидных наноматериалов методом пиролиза полимерно-солевых композиций.
2. Измерение гранулометрического состава полученных сложнооксидных порошков.
3. Измерение удельной поверхности полученных сложнооксидных порошков.
4. Изучение процессов синтеза сложнооксидных материалов с использованием методик дифференциальной сканирующей калориметрии и масс-спектрометрии.
5. Изучение процессов спекания и измерение коэффициента термического расширения компактных сложнооксидных образцов.
6. Изучение кислородной нестехиометрии сложнооксидных материалов методом безиндикаторного потенциометрического титрования.
7. Рентгенофазовый и микроскопический анализ полученных сложнооксидных образцов.

IV Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Каковы основные предпосылки современного скачка развития представлений о наноразмерных объектах?
2. Какие основные виды наноматериалов вы знаете?.
3. Как получают фуллерены, углеродные нанотрубки?
4. Каким образом можно изменить физические свойства углеродных нанотрубок?
5. Что такое эндоэдральные и экзоэдральные заместители и как они изменяют свойства фуллеренов?

8. Приведите примеры наноустройств с указанием их назначения.
9. Что такое размерный эффект и в чем он проявляется?
10. Назовите основные методы изучения наноматериалов.
11. Чем отличаются свойства сложнооксидных наноматериалов от сложных оксидов, содержащих более крупные частицы?
12. Какими методами могут быть получены сложнооксидные материалы, состоящие из наночастиц и каковы преимущества метода пиролиза полимерно-солевых композиций?
13. Каковы основные черты диаграмм фазового состояния полимерно-солевых систем, определяющие характеристики получаемых сложнооксидных продуктов?
14. Чем обусловлено протекание пиролитических процессов?
15. Назовите основные стадии получения сложнооксидных материалов и процессы в полимерно-солевых композициях, протекающие на этих стадиях.
16. Как влияют каталитические свойства материалов на осуществление процессов пиролиза полимерно-солевых композиций?
17. Что такое термохимическое генерирование зарядов в полимерно-солевых композициях и как это явление может влиять на ход получения сложных оксидов?
18. Охарактеризуйте возможные процессы агрегации и текстурирования сложных оксидов в ходе синтеза?
19. Назовите основные причины возможного появления фазовых примесей в процессе полимерно-солевого синтеза сложных оксидов.
20. Что такое нанокompозиты, каковы их свойства и области применения?
21. Каковы особенности строения и свойств нанокластеров на основе полиоксометаллатов, композиций на их основе, и перспективы применения таких материалов?
22. Что такое крейзинг полимеров, каковы свойства и назначение крейзированных полимерных материалов?

23. Разработайте наиболее рациональную схему получения тонких пленок железо-иттриевого граната (ЖИГ), исходным материалом для синтеза является (ЖИГ).
24. Разработайте наиболее рациональную схему получения каталитического покрытия из кобальтата лантана-стронция на алюмооксидном носителе, исходными материалами для синтеза являются нитрат лантана, карбонат стронция, ацетат кобальта.
25. Разработайте наиболее рациональную схему получения гермика купрата бария-иттрия, исходными материалами для синтеза являются металлическая медь, карбонат бария, оксид иттрия.
26. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок CaMoO_4 , исходными материалами для синтеза являются CaCO_3 , $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
27. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики LiNbO_3 , исходными материалами для синтеза являются LiCl , SrNb_2O_6 .
28. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $\text{Zn}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$, исходными материалами для синтеза являются Zn , Fe , Ni в виде металлов.
29. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{O}$, исходными материалами для синтеза являются Cd и Zn металлические.
30. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид стронция, ацетат железа.
31. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстых пленок BaTiO_3 , исходными материалами для синтеза являются TiCl_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.
32. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстопленочных полосковые электроды из CuWO_4 , исходными материалами для синтеза являются $(\text{NH}_4)_{10}\text{W}_{12}\text{O}_{41} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, Cu_2O .

33. Разработайте наиболее рациональную схему получения толсто пленочных покрытий из ЖИГ, исходными материалами для синтеза являются Ацетат железа, нитрат иттрия.
34. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики манганита лантана-бария, исходными материалами для синтеза являются металлический марганец, карбонат бария, оксид лантана.
35. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок LaVO_4 , исходными материалами для синтеза являются La_2O_3 , NH_4VO_3 .
36. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $\text{Zn}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$, исходными материалами для синтеза являются Zn, Fe, Ni в виде хлоридов.
37. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок In_2O_3 , допированных SnO_2 , исходными материалами для синтеза являются In и Sn металлические.
38. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид иттрия, сульфат алюминия.
39. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстых пленок $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{TiO}_3$, исходными материалами для синтеза являются TiCl_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, карбонат стронция.
40. Разработайте наиболее рациональную схему получения толсто пленочных покрытия из никелата лантана, исходными материалами для синтеза являются ацетат лантана, нитрат никеля.
41. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики кобальтита лантана-стронция, исходными материалами для синтеза являются металлический кобальт, карбонат стронция, оксид лантана.
42. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок PbMoO_4 , исходными материалами для синтеза являются PbO , $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

43. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $\text{Ni}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$, исходными материалами для синтеза являются Mn, Fe, Ni в виде металлов.
44. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид алюминия, сульфат иттрия.
45. Разработайте наиболее рациональную схему получения толсто пленочных полосковых световодов из GdVO_4 , Gd_2O_3 , V_2O_5 , исходными материалами для синтеза являются Gd_2O_3 , V_2O_5 .
46. Какие новые научные направления возникли в ходе современного развития нанотехнологий?
47. Каким образом можно измерить размеры микро- и наночастиц?
48. Как определяют химический состав сложнооксидных материалов?
49. каковы перспективы использования наноматериалов и технологий в медицине?
50. Каковы основные черты нанокластеров полиоксометаллатов?

IV Примерная тематика рефератов, курсовых работ.

1. Получение и свойства фуллеренов и углеродных нанотрубок.
2. Нанопустройства.
3. Крейзинг полимеров.
4. Получение сложнооксидных наноматериалов с использованием солевых форм исходных веществ.
5. Наноструктурированные катализаторы.
6. Применение наноматериалов в медицине.
7. Использование наноматериалов в машиностроении и строительстве.
8. Квантовые точки.
9. Пленочные наноматериалы.
10. Нанокластеры, полиоксометаллаты.

V Примерный перечень вопросов к зачету.

Билет 1.

1. Получение, свойства и использование нанокомпозитов.
2. Эффект термохимического генерирования зарядов в полимерно-солевых пленках и его влияние на свойства получаемых продуктов.

Билет 2.

1. Отличительные черты нанокластеров, получение нанокластерных полиоксометаллатов.
2. Каковы основные предпосылки современного скачка развития представлений о наноразмерных объектах?

Билет 3.

1. Основные виды наноматериалов.
2. Причины появления фазовых примесей при пиролитическом синтезе сложнооксидных материалов.

Билет 4.

1. Процессы агрегирования и структурирования сложнооксидных материалов.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения толсто пленочных полосковых световодов из GdVO_4 , Gd_2O_3 , V_2O_5 , исходными материалами для синтеза являются Gd_2O_3 , V_2O_5 .

Билет 5.

1. Крейзирование полимеров.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид алюминия, сульфат иттрия.

Билет 6.

1. Изучение наноматериалов с использованием зондовых методов.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $\text{Ni}_x\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$, исходными материалами для синтеза являются Mn, Fe, Ni в виде металлов.

Билет 6.

1. Квантовые точки и их использование в технике.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок PbMoO_4 , исходными материалами для синтеза являются PbO , $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Билет 7.

1. Пленочные наноматериалы.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики кобальтита лантана-стронция, исходными материалами для синтеза являются металлический кобальт, карбонат стронция, оксид лантана.

Билет 8.

1. Методы химического и физического воздействия на фуллерены и углеродные нанотрубки для формирования целевых свойств.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения толсто пленочных покрытия из никелата лантана, исходными материалами для синтеза являются ацетат лантана, нитрат никеля.

Билет 9.

1. Влияние каталитических свойств материалов на процесс пиролиза полимерно-солевых композиций.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстых пленок $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{TiO}_3$, исходными материалами для синтеза являются TiCl_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, карбонат стронция.

Билет 10.

1. Наноструктурированные катализаторы.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид иттрия, сульфат алюминия.

Билет 11.

1. Спектроскопические методы изучения наноматериалов.

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок In_2O_3 , допированных SnO_2 , исходными материалами для синтеза являются In и Sn металлические.

Билет 12.

1. Взаимодействие полимерных и солевых компонентов полимерно-солевых композиций, его влияние на ход синтеза сложнооксидных материалов.

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $\text{Zn}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$, исходными материалами для синтеза являются Zn, Fe, Ni в виде хлоридов.

Билет 13.

1. Примеры сенсорных устройств на основе наноматериалов.

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок LaVO_4 , исходными материалами для синтеза являются La_2O_3 , NH_4VO_3 .

Билет 14.

1. Диаграммы фазового состояния полимерно-солевых систем и их использование при синтезе сложных оксидов.

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики манганита лантана-бария, исходными материалами для синтеза являются металлический марганец, карбонат бария, оксид лантана.

Билет 15.

1. Чем обусловлены процессы пиролиза полимерно-солевых композиций?

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения толсто пленочных покрытий из ЖИГ, исходными материалами для синтеза являются Ацетат железа, нитрат иттрия.

Билет 16.

1. Основные процессы, протекающие при синтезе сложных оксидов методом пиролиза полимерно-солевых композиций.

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения толсто пленочных полосковые электроды из CuWO_4 , исходными материалами для синтеза являются $(\text{NH}_4)_{10}\text{W}_{12}\text{O}_{41} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, Cu_2O .

Билет 17.

1. Размерный эффект и его проявления.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстых пленок BaTiO_3 , исходными материалами для синтеза являются TiCl_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

Билет 18.

1. Привести примеры наноустройств.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид стронция, ацетат железа.

Билет 19.

1. Методы измерения размеров микро- и наночастиц.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{O}$, исходными материалами для синтеза являются Cd и Zn металлические.

Билет 20.

1. Методы определения химического состава сложнооксидных материалов.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $\text{Zn}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$, исходными материалами для синтеза являются Zn , Fe , Ni в виде металлов.

Билет 21.

1. Перспективы использования наноматериалов и технологий в медицине
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики LiNbO_3 , исходными материалами для синтеза являются LiCl , SrNb_2O_6 .

Билет 22.

1. Основные черты нанокластеров полиоксометаллатов
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок CaMoO_4 , исходными материалами для синтеза являются CaCO_3 , $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Билет 23.

1. Перспективы использования наноматериалов в строительной индустрии.

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамика купрата бария-иттрия, исходными материалами для синтеза являются металлическая медь, карбонат бария, оксид иттрия.

Билет 24.

1. Особенности получения и свойства наноструктурированных каталитических материалов

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения каталитического покрытия из кобальтата лантана-стронция на алюмооксидном носителе, исходными материалами для синтеза являются нитрат лантана, карбонат стронция, ацетат кобальта.

Билет 25.

1. Дайте определение понятия “квантовая точка”. Области применения КТ.

2. Разработайте наиболее рациональную схему получения тонких пленок железо-иттриевого граната (ЖИГ), исходным материалом для синтеза является (ЖИГ).

VI Форма итогового контроля

Зачёт.

VII Учебно-методическое обеспечение курса

Рекомендуемая литература.

I. Основная.

1. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М. 2005.
2. Шабанова Н. А., Попов В. В., Саркисов П. Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. М. 2006.
3. Гусев А. И., Ремпель А. А. Нанокристаллические материалы. М. 2000.
4. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М. 2005.
5. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М. 2005.
6. Волынский А.Л., Бакеев Н. Ф. Структурная самоорганизация аморфных полимеров. М. 2005.

7. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. М. 2005.
8. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. М. 2002.
9. Суздалев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М. 2006.
10. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология. Простое объяснение очередной гениальной идеи. М. 2004.
11. Неволин В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике. М. 2005.
12. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М. 2003.
13. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники. Новосибирск. 2000.
14. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники. М. 2006.
15. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Большое в малом. М. 2005.
16. Еленин Г. Г. Нанотехнологии, наноматериалы, наноустройства. Обзор. М. 2001.
17. Анциферов В.Н., Макаров А.М., Остроушко А.А. Высокопористые проницаемые ячеистые материалы – перспективные носители катализаторов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 227с.
18. Анциферов В.Н., Остроушко А.А., Макаров А.М. Синтез, свойства и применение катализаторов окисления сажи на основе модифицированных высокопористых ячеистых материалов. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 64с.
19. Остроушко А.А. Физико-химические основы получения сложных оксидов из полимерно-солевых композиций. Автореферат дисс. ... докт. хим. наук. М., 1996.
20. Müller A., Krickemeyer E., Bögge H., Schmidtman M., Peters F. // *Angew. Chem. Int. Ed.* 1998. V.37, №24. p.p.3360-3363.
21. Müller A., Fedin V.P., Kuhlmann C., Bögge H., Schmidtman M.A. // *Chem. Commun.* 1999. p.p.927–928.

II. Дополнительная.

- 1 Остроушко А.А., Федин В.П., Тонкушина М.О. и др. Изучение полимерных наноконпозиций, включающих полиоксометаллаты – букиболы Mo132 // Сб. статей. “Полифункциональные химические материалы и технологии”. Материалы Общеросс. с междунар. участием научн конф. Томск. 23-25 мая 2007. Томск: Томск. гос. ун-т, 2007. Т.2. С.14-17.
2. Ostroushko A.A., Fedin V.P., Tonkushina M.O. et al Complexing and Properties of Systems Polymer – Mo132 // XVI International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia (RCCT 2007). X International Conference on the Problem of Solvation and Complex Formation in Solutions. Suzdal, Juny 1-6 2007. Abstracts. V.II. 5/S-642.
- 3 Остроушко А.А., Федин В.П., Тонкушина М.О. и др. Изучение композиций содержащих нанокластерное соединение типа кеплерата Mo132 // Тезисы докладов XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Москва, 23-28 сентября 2007. М.: Граница, 2007. Т.2. С.436.
- 4 Остроушко А.А., Удилов А.Е. Некоторые особенности процессов формирования сложнооксидных продуктов методом пиролиза полимерно-солевых композиций // Известия ВУЗов. 2007. Т.50. Вып.10. С.118-122.
- 5 Остроушко А.А., Сенников М.Ю. Термохимическое генерирование зарядов в полимерно-солевых пленках // Журн. неорган. химии. 2005. Т.50. №6. С.1013-1017.
- 6 Остроушко А.А. Полимерно-солевые композиции на основе неионогенных водорастворимых полимеров и получение из них оксидных материалов // Российск. химич. журн. (Журн. ВХО им.Д.И.Менделеева) 1998. Т.XLII. Вып.1-2. С.123-133.

VIII Ресурсное обеспечение

Для чтения спецкурса и самостоятельных занятий студентов используется оборудование для синтеза наноструктурированных сложных оксидов и изучения их свойств, установленное на кафедре физической химии (лаб. 316,

318, 320, 417, 412): печное оборудование с терморегуляторами; лазерный анализатор распределения частиц по радиусам SALD-7101; измеритель удельной поверхности Сорби-4, фирма ЗАО «МЕТА»; дилатометр DIL 402C, фирма Netzsch; синхронный термоанализатор STA 409 PC, фирма Netzsch; планетарная мельница Pulverizette 7, фирма Fritch; оптические микроскопы BX-51 и CX-41, фирма Olympus; газовый хроматограф-квадрупольный масс-спектрометр Perkin Elmer GS/MS 600 D; автоматический потенциометрический титратор АТП-02 (Аквилон).

Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Наименование разделов и тем	Учебный план, часов			
		Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	Итого по темам
		лекции	практические		
1.	Введение	1			1
2.	Основные виды наноматериалов и способы их получения.	2		2	4
3.	Методы анализа структуры наноматериалов и активного воздействия на них.	2		2	4
4.	Свойства наноматериалов.	2		2	4
5.	Области применения наноматериалов. Наноустройства.	2		2	4
6.	Оксидные наноматериалы. Получение сложнооксидных материалов методом пиролиза полимерно-солевых композиций.	4		2	6
7.	Нанокompозиты.	1			1
8.	Наноматериалы на основе полиоксометаллатов.	2			2
9.	Крекирование полимеров.	1			1
10	Пленочные наноматериалы.	1			1

11	Новые области исследований, связанные с нанотехнологиями, перспективы развития направления.	2		2	4
12	Синтез образцов сложнооксидных наноматериалов методом пиролиза полимерно-солевых композиций.		4		4
13	Измерение гранулометрического состава полученных сложнооксидных порошков. Измерение удельной поверхности полученных сложнооксидных порошков.		2		2
14	Изучение процессов синтеза сложнооксидных материалов с использованием методик дифференциальной сканирующей калориметрии и масс-спектрометрии.		4		4
15	Изучение кислородной нестехиометрии сложнооксидных материалов методом безиндикаторного потенциометрического титрования.		4		4
16	Микроскопический анализ полученных сложнооксидных образцов.		4		4
	<i>Всего:</i>	18	18	12	48