

Программа
краткосрочного повышения квалификации преподавателей и научных работников
высшей школы по направлению
«Объемные конструкционные и функциональные наноструктурированные
материалы (металлы и сплавы, керамика, цементы, композиты и гибриды),
технологии их получения»
на базе учебного курса
«Наноструктурные материалы на металлической и керамической основе:
технология, структура и свойства»

Цель: формирование общих представлений о материаловедческих аспектах наноматериалов, об их классификации по составу, структуре, свойствам, назначению, о способах оценки структуры и свойств

Категория слушателей: преподаватели и научные работники высшей школы, специалисты в области нанотехнологий

Срок обучения: 36 часов

Форма обучения: очная или заочная, с применением дистанционных технологий

Режим занятий: 6-8 часов в день

Целью данного курса является освоение общих представлений о материаловедении, знаний о технологических параметрах, структуры и свойств наноматериалов на металлической и керамической основе; научить слушателей выбирать состав и технологию материалов в зависимости от требуемых свойств и областей применения; работать со справочной литературой по наноматериалам, методикам исследования их структуры; сформировать представления о связи технологических параметров с их структурой и свойствами.

Требования к уровню освоения учебного курса

Слушатели должны:

- Знать:
 - Основные типы наноматериалов, их классификацию;
 - Набор основных методов, использующихся при исследовании наноматериалов;
 - Основные методы получения наноматериалов различного типа.
- Иметь навыки:
 - Самостоятельной формулировки задачи исследования свойств наноматериалов, выбора методов исследования наноматериалов;
 - Самостоятельной подготовки образцов для получения наиболее полной информации и исключения артефактов;
 - Самостоятельной интерпретации полученных данных и формулировке выводов о составе и структуре объекта исследования.
- Иметь представление:
 - О методах исследования наноматериалов на металлической и керамической основе;
 - Об основных методах синтеза наносистем;
 - Об основных областях применения наноматериалов.

Учебный курс «Наноструктурные материалы на металлической и керамической основе: технология, структура и свойства» состоит из дистанционной и очной частей.

Дистанционная часть учебного образовательного курса обеспечивает слушателя необходимым объёмом знаний по выбранной тематике, включая подготовку слушателя к проведению лабораторного практикума. Задача дистанционной составляющей учебного курса – подготовить слушателя к очному посещению лаборатории в Томском государственном университете

В дистанционной (теоретической) части учебного курса изложены физические и химические методы получения наночастиц, способы получения объемных материалов с наноструктурой, особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц, современные методы исследования и принципы аттестации ультрадисперсных частиц, наносистемы на основе диоксида циркония; приведены примеры продукции из наноматериалов

Теоретическая часть учебного курса состоит из четырех лекций:

Лекция 1: Способы получения ультрадисперсных (нано-) частиц

Определение наноматериалов. Роль материалов в современной технике. Классификация наноматериалов. Физические и химические методы получения наночастиц. Метод конденсации паров в среде инертного газа. Формирование частиц в многокомпонентных системах. Плазмохимическая технология получения нанодисперсных оксидов. Получение наноструктурных материалов механохимическими реакциями.

Лекция 2: Способы получения объемных материалов с наноструктурой. Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц.

Кристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация. Тонкие наноструктурные пленки. Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц. Защита поверхности ультрадисперсных частиц.

Лекция 3: Современные методы исследования и принципы аттестации ультрадисперсных частиц

Общая классификация методов. Электронно-микроскопические методы. Дифракционные методы. Методы электронной спектроскопии и масс-спектрометрии.

Лекция 4: Наносистемы на основе диоксида циркония

Полиморфизм ZrO_2 . Морфология части и свойства порошков в системе ZrO_2 - MgO . Механическая обработка ультрадисперсного порошка $ZrO_2(MgO)$. Прессование нанопорошков ZrO_2 . Фазовые превращения и кинетика уплотнения нанопорошков на основе ZrO_2 при спекании. Примеры продукции из наноматериалов

Очная (экспериментальная) часть учебного курса заключается в определении на примере наноструктурного диоксида циркония и оксида алюминия размеров кристаллитов.

Основные задания на лабораторный практикум:

- Провести подготовку образца для исследования;
- Провести эксперимент по получению рентгенодифракционной картины;
- Расшифровать рентгеновские спектры и определить размеры структурных элементов.

Методические рекомендации по реализации учебной программы

На дистанционную и очную части учебного курса отводится по 18 часов соответственно. Полное содержание теоретического материала в дистанционной части учебного курса находится на сайте www.nanoobr.ru. Для контроля степени освоения теоретической части учебного курса (лекций) используются **контрольные вопросы**. Они размещены в дистанционном курсе.

Контрольные вопросы для проверки усвоения материала

- 1) Какие изменения в межатомных расстояниях наблюдаются в наноматериалах?
- 2) Какие изменения в кристаллической структуре могут наблюдаться в наноматериалах?
- 3) Какие метастабильные фазы могут появляться в наноматериалах?
- 4) Перечислить основные дифракционные методы изучения наносистем?
- 5) Как изменяется теплопроводность и электропроводность ультрадисперсных сред?
- 6) С какой целью проводят механическую активацию нанопорошков?
- 7) Метод определения прессуемости нанопорошков?
- 8) Что такое шликерное литье?
- 9) Что происходит с наноматериалами при спекании?
- 10) Как изменяется прочность наноматериалов?
- 11) Как изменяется пластичность наноматериалов?
- 12) Что такое плазмохимический синтез нанопорошков?
- 13) Что такое совместное химическое со-осаждение нанопорошков?
- 14) Какова принятая классификация наноматериалов?
- 15) Что такое CVD - метод?
- 16) Что такое PVD - метод?
- 17) В чем особенности пробоподготовки образцов для просвечивающей электронной микроскопии?
- 18) Какую информацию о наноматериалах могут дать спектральные методы?
- 19) Каковы основные возможности метода ядерной гамма-резонансной спектроскопии при изучении наноматериалов?
- 20) Каково влияние поверхности в наноматериалах?

В конце очной части учебного курса слушатели готовят отчеты по **темам контрольных рефератов**, которые используются для контроля степени усвоения всего учебного курса на базе экспериментальных результатов и их обработки с применением знаний из дистанционной части курса.

Темы контрольных рефератов по курсу

«Наноструктурные материалы на металлической и керамической основе: технология, структура и свойства»

1. Физические и химические методы получения наночастиц.
2. Электронно-микроскопические методы исследования наночастиц.
3. Дифракционные методы исследования наночастиц.
4. Физические свойства наночастиц.
5. Изменения структуры и физических свойств материалов в наносостоянии.

6. Основные методы и методики переработки нанопорошков для подготовки их к формованию.
7. Механическая активация нанопорошков.
8. Основные способы синтеза компактов.
9. Прочность и пластичность наноматериалов.
10. Основные направления применения наноматериалов.

Учебно-тематический план

№	Название учебного курса и лекций	Всего, час.	в том числе (указать часы)			Форма контроля
			Дистанционные лекции (самостоятельное изучение, дистанционное общение с преподавателем, вопросы-ответы через email, форум, чат и др.)	Самостоятельная работа. Подготовка ответов на тестовые и контрольные вопросы	Очный практикум или другое практическое задание	
	«Наноструктурные материалы на металлической и керамической основе: технология, структура и свойства»	36 ч.	16 ч.	4 ч.	18 ч.	Контрольные вопросы (электронная зачётка) Реферат, защита реферата.
1.	Лекция 1: Способы получения ультрадисперсных (нано-) частиц		4 ч.	1 ч.		
2.	Лекция 2: Способы получения объемных материалов с наноструктурой. Особенности структуры и свойств, связанные с малым размером частиц		4 ч.	1 ч.		
3.	Лекция 3: Современные методы исследования и принципы аттестации ультрадисперсных частиц		4 ч.	1 ч.		

4.	Лекция 4: Наносистемы на основе диоксида циркония		4 ч.	1 ч.	
8.	Лабораторная работа: «Определение размеров кристаллитов в нанопорошках»				18 ч
	Итоговый контроль			Контрольные вопросы (электронная зачётка)	Реферат, защита реферата в режиме видеоконференции.

Список литературы

и др. дополнительных источников информации

1. Rathner M.J. Industrial production of multicomponent ceramic powders (metal oxides) by means of the spray roasting technique // Ceramic powder / Ed. by. P. Vincenzini. – Amsterdam: Elsevier, 1983. – P. 515–531.
2. Zhang S.C., Messing Synthesis G.L., of solid, spherical zirconia particles by spray pyrolysis // J. Amer. Ceram. Soc. – 1990. – V. 73. – № 1. – P. 61–67.
3. Никитин Д.С., Жуков В.А., Перков В.В., Буякова С.П., Кульков С.Н. Получение и структура пористой керамики из нанокристаллического диоксида циркония // Неорганические материалы. – 2004. – Т. 40. – № 7. – С. 869–872.
4. Буякова С.П., Хлусов И.А., Кульков С.Н. Пористая циркониевая керамика для эндопротезирования костной ткани // Физическая мезомеханика. – 2004. – № 7. – Спец. выпуск, ч. 1. – С. 127–130.
5. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. – 224 с.
6. Болдырев В.В. Механохимия и механическая активация твердых веществ // Успехи химии. – 2006. – Т. 75. – № 3. – С. 203–216.
7. Практические методы электронной микроскопии / Под ред. Одри М. Глоэра / Л.: Машиностроение, 1980. – 375 с.
8. Рыбалкина М.А. Нанотехнологии для всех. Большое - в малом. – М.: Nanotechnology News Network, 2005. – 444 с.
9. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005. – 192 с.
10. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
11. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000. – 272 с.
12. Nanocomposite Science and Technology / Edited by P.M. Ajayan, L.S. Schadler, P.V. Braun. – WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.
13. Физическая мезомеханика и компьютерное конструирование материалов: В 2 т. / В.Е. Панин, В.Е. Егорушкин, П.В. Макаров и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1995. – Т. 1. – 298 с.
14. Физическая мезомеханика и компьютерное конструирование материалов: В 2 т. / В.Е. Панин, П.В. Макаров, С.Г. Псахье и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1995. – Т. 2. – 320 с.

15. Кульков С.Н., Полетика Т.М. Гетерофазные материалы со сдвиговой неустойчивостью: структурные уровни пластической деформации и разрушения // Структурные уровни пластической деформации и разрушения. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 187–204.

Ссылки на сайты по нанотехнологиям в Российском Интернете

<http://www.nanometer.ru/> сайт Нанотехнологического сообщества

<http://www.nanometer.ru/2007/03/03/nanotechnology.html> ПРОЕКТ «Нанотехнология. Азбука для всех» Факультета Наук о Материалах МГУ им.М.В.Ломоносова

<http://www.nanonewsnet.ru/> Аналитическое агентство «Nanotechnology News Network»

www.nanonewsnet.com

www.nanobot.ru

www.microbot.ru

www.mno.ru

Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса на сайте www.nanoobr.ru