



УТВЕРЖДАЮ

Проректор-директор ИФВТ ТПУ

А.Н. Яковлев

« ___ » _____ 2013 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

**ПЦ.В.1.4.0 ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА И МОДИФИЦИРОВАНИЯ
НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

НАПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) ООП

150100 Материаловедение и технологии материалов

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ, ПРОГРАММА)

Наноструктурные материалы

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ) **бакалавр**

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА **2013 – 2014 уч. г.**

КУРС **4** СЕМЕСТР **8**

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ **3**

ПРЕРЕКВИЗИТЫ **Физика, химия, математика, Дифракционные, спектроскопические и зондовые методы исследования наноматериалов**

КОРЕКВИЗИТЫ **Порошковые технологии изготовления наноматериалов; Технологические процессы консолидации объемных наноматериалов и производства изделий**

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ **20 час.**

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ **20 час.**

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА **48 час.**

ИТОГО **88 час.**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ **очная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ **зачет**

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ **кафедра НМНТ ИФВТ**

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ

_____ О.Л. Хасанов

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП

_____ Б.Б. Овечкин

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

_____ А.А. Панина

2013 г.



СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели освоения дисциплины	3
2.	Место дисциплины в структуре ООП	3
3.	Результаты освоения дисциплины	3
4.	Структура и содержание дисциплины	5
4.1.	Аннотированное содержание разделов дисциплины	5
4.2.	Структура дисциплины по разделам и видам учебной деятельности	6
5.	Образовательные технологии	7
6.	Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	7
6.1.	Текущая и творческая проблемно-ориентированная СРС	7
6.2.	Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине	8
6.3.	Контроль самостоятельной работы	8
6.4.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	9
7.	Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины	11
8.	Рейтинг качества освоения дисциплины	11
9.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
10.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	17



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины – получить представление о физических методах синтеза различных материалов с нанокристаллической структурой, овладеть теоретическими и практическими знаниями основных процессов получения наноматериалов, необходимых студентам для формирования их профессиональных компетенций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Модуль (дисциплина) относится к вариативной части профессионального цикла общеобразовательной программы. В рамках дисциплины будут рассматриваться основные подходы и представления физических методов синтеза материалов с нанокристаллической структурой. Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо владеть базовыми знаниями по химии, физике и математике. Иметь опыт работы в приложениях Microsoft Office. **Пререквизитами** данного курса являются дисциплины *химия, физика, математика и Дифракционные, спектроскопические и зондовые методы исследования наноматериалов.*

Дисциплина «Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов» является вспомогательной для освоения дисциплин профессионального цикла, ориентированных на технологии изготовления наноматериалов, в частности курсов: «Порошковые технологии изготовления наноматериалов» и «Технология изготовления объемных наноматериалов».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения дисциплины студент должен знать:

- структуру и основное содержание курса, а также взаимосвязь частей курса между собой;
- классификацию физические методы модифицирования и получения наноматериалов;
- принципы физических методов получения нанокристаллических материалов, пленок, покрытий, нанокомпозитов и нанопористых материалов, их преимущества и ограничения;
- формулировать научно-техническую проблему в области разработки и изготовления наноматериалов с использованием физических методов;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по изучаемой дисциплине;
- представлять итоги самостоятельной работы в виде отчетов, докладов на семинарах, с использованием компьютерных презентаций.

После изучения дисциплины студент должен уметь:

- классифицировать наноматериалы по их назначению, способам получения и свойствам;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по изучаемой дисциплине;



- представлять итоги самостоятельной работы в виде отчетов, докладов на семинарах, с использованием компьютерных презентаций.

После изучения дисциплины студент должен владеть:

- методами подготовки данных для составления обзоров, отчетов и докладов о научно-исследовательской работе;
- методами организации Интернет-ресурсов для сбора междисциплинарных знаний в области современной науки о наноматериалах, квалифицированного обобщения научных данных;
- основам физического получения наноматериалов (испарение и конденсация, высокоэнергетическое разрушение)

В результате изучения дисциплины студент должен развить следующие компетенции:

- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области химии и физики (ОК-1);
- способность использовать базовые теоретические знания по химии, физике и математике для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способность применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- способность эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование (ПК-3);
- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-4);
- способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10).



4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Аннотированное содержание разделов дисциплины

4.1.1. Содержание лекций

(Всего – 20 часов; 1 лекция – 2 часа)

№ лекции	СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ
1	Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Особенности получения наноматериалов с использованием высокоэнергетического воздействия на материалы, конденсации и испарения. Осаждение из коллоидных растворов (золь-гель метод). Распылительная сушка. Распылительный пиролиз. Сублимационная (криогенная) сушка. Термическое разложение и восстановление. Газофазный синтез (испарение паров).
2	Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Особенности получения наноматериалов с использованием высокоэнергетического воздействия на материалы, конденсации и испарения. Плазмохимический синтез. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Синтез с использованием микроволнового нагрева. Детонационный синтез и электровзрыв. Размол в мельницах. Механосинтез
3	Получение нанокристаллических покрытий. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза. Термическое испарение. Испарение электронным пучком. Плазменное нанесение покрытий. Катодное распыление. Магнетронное распыление.
4	Получение нанокристаллических покрытий. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза. Ионное осаждение. Электролитическое осаждение. Физическое осаждение из газовой фазы (PVD). Электроосаждение.
5	Получение нанокристаллических покрытий. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Газотранспортные реакции. Эпитаксиальные методы нанесения покрытий. Получение слоистых наноматериалов. Метод многократной прокатки.
6	Синтез объемных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация. Кручение под квазигидростатическим давлением. Наковальни Бриджмена. Равноканальное угловое прессование. Установка Сегала. Прокатка, волочение.
7	Синтез объемных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация. Всесторонняя ковка, штамповка. Кристаллизация из аморфного состояния. Влияние специальных примесей, времени отжига и температуры на скорость и рекристаллизации. Влияние типа химической связи на степень рекристаллизации.
8	Синтез в наночастиц/нанокластеров в различных матрицах. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза. Высокочастотный индукционный нагрев. Импульсные лазерные методы. Ионная имплантация.



№ лекции	СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ
9	Получение наноматериалов путем воздействия различных излучений. Радиационной воздействие: особенности и преимущества. Основы радиационного воздействия на материалы.
10	Термодинамические аспекты поверхности. Модификация поверхностных свойств материалов. Манипуляции с поверхностью. Поверхность твердых тел. Микроскопические аспекты. Структура поверхности и межфазных границ. Примесные атомы на поверхности, поверхность металлов и оксидов металлов.

4.1.2. Содержание практических занятий

(Всего – 15 часов)

№ ПЗ	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Час.
1	Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Физические методы получения порошков	2
2	Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Химические и механические методы получения порошков	2
3	Изучение свойств нанопорошков, полученных разными методами синтеза	2
4	Методы синтеза наноструктурированных покрытий. Физическое осаждение из газовой фазы (PVD)	2
5	Методы синтеза наноструктурированных покрытий. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD).	2
6	Синтез объемных наноматериалов. Методы пластической деформации. Получение наноматериалов из аморфного состояния	2
7	Основные подходы к синтезу наночастиц/нанокластеров в различных по природе матрицах (металлы, керамика, полимеры). Ионная имплантация – метод синтеза наноразмерных соединений	2
8	Получение наноматериалов путем воздействия различных излучений	2
9	Атомные манипуляции с поверхностью. Создание наноструктур на поверхности твердых тел.	2
10	Плазменный синтез фуллеренов	2

4.2. Структура дисциплины по разделам и видам учебной деятельности

Таблица 1.

*Структура модуля (дисциплины)
по разделам и формам организации обучения*

Название раздела	Аудиторная работа (час)		СРС (час)	Итого
	Лекции	Практ. зан.		
Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков	4	6	12	22
Получение нанокристаллических покрытий/слоистых наноматериалов	6	4	12	22



Синтез объемных наноматериалов	4	2	8	14
Синтез в наночастиц/нанокластеров в различных матрицах	2	2	4	8
Получение наноматериалов путем воздействия различных излучений	2	2	4	8
Термодинамические аспекты поверхности	2	2	4	8
Плазменный синтез фуллеренов	0	2	4	6
Итого	20	20	48	88

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица 2.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	Лекции	Практические занятия	СРС
Методы			
IT-методы	+	+	+
Работа в команде		+	
Case-study			+
Игра			
Методы проблемного обучения	+	+	+
Обучение на основе опыта			
Опережающая самостоятельная работа		+	+
Проектный метод			
Поисковый метод		+	+
Исследовательский метод		+	

6. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Текущая и творческая проблемно-ориентированная СРС

При изучении дисциплины «Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов» предусмотрено несколько типов внеаудиторной (самостоятельной) работы:

Текущая самостоятельная работа

1. Подготовка к лекции включает работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса (опережающая самостоятельная работа).
2. Подготовка к практическим занятиям включает проработку лекционного мате-



риала, и изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовку к тестам по изучаемым темам.

3. Подготовка к зачету включает работу с лекционным материалом, задачам рассмотренным на практических занятиях и материалов, выносимым на самостоятельное изучение.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

1. Подготовка устного сообщения. Выполняется по выбранной преподавателем теме. Проводится с использованием ресурсов Internet, научно-технической библиотеки и библиотечного фонда кафедры. Студент делает сообщение на практике с использованием компьютерной презентации, выполненной в формате Microsoft Power Point. Включает поиск, анализ, структурирование и презентацию информации.
2. Конспект (реферат). Выполняется по отдельным темам, которые не рассматриваются на лекции. Проводится с использованием ресурсов научно-технической библиотеки ТПУ и библиотечного фонда кафедры НМНТ. Включает анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Материал, выносимый на самостоятельную проработку, представляется в виде устного сообщения и компьютерной презентации на практических занятиях с последующим его обсуждением. Оформление материала предполагает проработку литературы, рекомендуемой преподавателем. У каждого студента в конце семестра должна быть собрана информация по всем темам.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Таблица 3

Виды контроля СРС

Тип контроля	Способ осуществления и тип самостоятельной работы
Самостоятельные работы	Проводятся в виде теоретических вопросов на каждом практическом занятии (10 минут). Позволяют контролировать качество проработки лекционного материала, уровень усвоения тем, выносимых на самостоятельное изучение; уровень опережающей самостоятельной работы.
Устное сообщение	Проводится на практических занятиях. Позволяет контролировать качество выполнения индивидуального задания; оценить способность студента к поиску, анализу, структурированию и презентации информации, например, научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
Проверка конспектов	Проводится на каждом занятии. Позволяет контролировать качество проработки тем, выносимых на самостоятельное изучение.



6.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Основная литература

1. Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. – Ин-т металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН. – М.: Наука, 2007. – 169 с.
2. Процессы порошковой металлургии: Учебник в 2 т. / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. — М.: МИСиС, 2001 - Т. 1: Производство металлических порошков. - 2001. - 368 с.: ил..
3. Процессы порошковой металлургии: Учебник в 2 т. / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. — М.: МИСиС, 2001 - Т. 2: Формование и спекание. - 2002. - 320 с.: ил..
4. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. - М.: Логос, 2000. – 272 с.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТ, 2005. – 2005. – 416 с.
6. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М: Издат центр «Академия», 2005.– 192 с.

Дополнительная литература

7. Сергеев, Г.Б. Нанохимия. Химия - М.: Книжный дом университет, 2006. – 333 с.
8. Перспективные материалы. Структура и методы исследования Учеб. пособие / Под ред. Д. Л. Меерсона. – Тольятти: ТГУ, МИСиС, 2006. – 536 с.
9. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2004. – 328 с.
10. Комаров Ф.Ф. Ионная имплантация в металлы. - М.: Металлургия, 1990. - 216 с.
11. Быковский Ю.А, Неволин В.Н., Фоминский В.Ю. Ионная и лазерная имплантация металлических материалов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 237 с.
12. Белый А.В., Макушок Е.М., Поболь И.Л. Поверхностная упрочняющая обработка с применением концентрированных потоков энергии. - Минск: Наука и техника, 1990. – 78 с.
13. Гусева М.И., Мартыненко Ю.В.. Взаимодействие частиц плазмы с поверхностью. // Итоги науки и техники. Серия: физика плазмы. / Под ред. В.Д. Шафранова. - М.: ВИНТИ, 1990. – Т. 11 - С. 150-190.
14. Праттон М. Введение в физику поверхности. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 256 с.
15. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. –М.: Наука, 2006. – 490 с.

Электронные ресурсы

16. Сайт о нанотехнологиях в России [Электронный ресурс]: <http://www.nanoware.ru/>
17. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]: www.nanometer.ru
18. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://nanodigest.ru/>
19. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. [Электронный ресурс]: <http://www.nanorf.ru/>



20. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://nano-info.ru/>
21. Нанотехнологии: сегодня и будущее. [Электронный ресурс]: <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina/>



7. СРЕДСТВА (ФОС) ТЕКУЩЕЙ И ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Вопросы для зачета по дисциплине

1. Золь-гель метод
2. Термическое разложение и восстановление
3. Плазмохимический синтез
4. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез
5. Детонационный синтез и электровзрыв
6. Механосинтез
7. Магнетронное распыление
8. Электролитическое осаждение
9. Физическое осаждение из газовой фазы
10. Метод многократной прокатки
11. Равноканальное угловое прессование
12. Всесторонняя ковка, штамповка
13. Кристаллизация из аморфного состояния
14. Импульсные лазерные методы
15. Синтез наночастиц в различных матрицах
16. Ионная имплантация
17. Радиационное воздействие: особенности и преимущества
18. Модификация поверхностных свойств материалов
19. Получение магнитных композиционных наноматериалов
20. Создание наноструктурированной поверхности металлических материалов

8. РЕЙТИНГ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена или зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.



Рейтинг-план освоения модуля (дисциплины) в течение семестра

Недели	Текущий контроль								
	Теоретический материал		Практическая деятельность						Итого
	Темы лекций	Балл	Название практических занятий	Балл	Конспект	Балл	Тесты	Балл	Балл
1	<p>Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Особенности получения наноматериалов с использованием высокоэнергетического воздействия на материалы, конденсации и испарения. Осаждение из коллоидных растворов (золь-гель метод). Распылительная сушка. Распылительный пиролиз. Сублимационная (криогенная) сушка. Термическое разложение и восстановление. Газофазный синтез (испарение паров).</p>		<p>Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Физические методы получения порошков</p>	3					
2	<p>Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Особенности получения наноматериалов с использованием высокоэнергетического воздействия на материалы, конденсации и испарения. Плазмохимический синтез. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Синтез с использованием микроволнового нагрева. Детонационный синтез и электровзрыв. Размол в мельницах. Механосинтез</p>		<p>Основные понятия и особенности физических методов синтеза нанопорошков. Химические и механические методы получения порошков</p>	3					



3	<p>Получение нанокристаллических покрытий. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза.</p> <p>Термическое испарение. Испарение электронным пучком. Плазменное нанесение покрытий. Катодное распыление. Магнетронное распыление.</p>		Изучение свойств нанопорошков, полученных разными методами синтеза	3	Применение материалов с нанопокрывтиями	5	Опрос №1	1	
4	<p>Получение нанокристаллических покрытий. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза.</p> <p>Ионное осаждение. Электролитическое осаждение. Физическое осаждение из газовой фазы (PVD). Электроосаждение.</p>		Методы синтеза наноструктурированных покрытий. Физическое осаждение из газовой фазы (PVD)	3					
5	<p>Получение нанокристаллических покрытий. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза.</p> <p>Химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Газотранспортные реакции. Эпитаксиальные методы нанесения покрытий.</p> <p>Получение слоистых наноматериалов. Метод многократной прокатки.</p>		Методы синтеза наноструктурированных покрытий. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD).	3	Получение магнитных композиционных материалов	5	Опрос №2	1	
6	<p>Синтез объемных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация.</p> <p>Кручение под квазигидростатическим давлением. Наковальни Бриджмена. Равноканальное угловое прессование. Установка Сегала. Прокатка, волочение.</p>		Синтез объемных наноматериалов. Методы пластической деформации. Получение наноматериалов из аморфного состояния	3					



7	<p>Синтез объемных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация. Всесторонняя ковка, штамповка.</p> <p>Кристаллизация из аморфного состояния.</p> <p>Влияние специальных примесей, времени отжига и температуры на скорость и рекристаллизации. Влияние типа химической связи на степень рекристаллизации.</p>							
8			<p>Основные подходы к синтезу наночастиц/нанокластеров в различных по природе матрицах (металлы, керамика, полимеры). Ионная имплантация – метод синтеза наноразмерных соединений</p>	3	Получение высокодемпфирующих сплавов	5	Опрос №3	1
9	<p>Синтез в наночастиц/нанокластеров в различных матрицах. Основные физико-химические характеристики полученных материалов в зависимости от способа синтеза.</p> <p>Высокочастотный индукционный нагрев. Импульсные лазерные методы. Ионная имплантация.</p>							
10			Получение наноматериалов путем воздействия различных излучений	3	Получение электродных материалов	5	Опрос №4	1
11	<p>Получение наноматериалов путем воздействия различных излучений. Радиаци-</p>							



	онной воздействию: особенности и преимущества. Основы радиационного воздействия на материалы.								
12			Атомные манипуляции с поверхностью. Создание наноструктур на поверхности твердых тел.	3	Создание наноструктурированной поверхности металлических материалов.	5	Опрос №5	1	
13	Термодинамические аспекты поверхности. Модификация поверхностных свойств материалов. Манипуляции с поверхностью. Поверхность твердых тел. Микроскопические аспекты. Структура поверхности и межфазных границ. Примесные атомы на поверхности, поверхность металлов и оксидов металлов.								
14			Плазменный синтез фуллеренов	3					
15									
Сумма баллов в семестре				30		25		5	60
Зачет									40
Всего									100



9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. – Ин-т металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН. – М.: Наука, 2007. – 169 с.
2. Процессы порошковой металлургии: Учебник в 2 т. / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. — М.: МИСиС, 2001 - Т. 1: Производство металлических порошков. - 2001. - 368 с.: ил..
3. Процессы порошковой металлургии: Учебник в 2 т. / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий. — М.: МИСиС, 2001 - Т. 2: Формование и спекание. - 2002. - 320 с.: ил..
4. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. - М.: Логос, 2000. – 272 с.
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТ, 2005. – 2005. – 416 с.
6. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М: Издат центр «Академия», 2005.– 192 с. Перспективные материалы. Структура и методы исследования Учеб. пособие / Под ред. Д. Л. Меерсона. – Тольятти: ТГУ, МИСиС, 2006. – 536 с.

Дополнительная литература

7. Сергеев, Г.Б. Нанохимия. Химия - М.: Книжный дом университет, 2006. – 333 с.
8. Перспективные материалы. Структура и методы исследования Учеб. пособие / Под ред. Д. Л. Меерсона. – Тольятти: ТГУ, МИСиС, 2006. – 536 с.
9. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2004. – 328 с.
10. Комаров Ф.Ф. Ионная имплантация в металлы. - М.: Металлургия, 1990. - 216 с.
11. Быковский Ю.А, Неволин В.Н., Фоминский В.Ю. Ионная и лазерная имплантация металлических материалов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 237 с.
12. Белый А.В., Макушок Е.М., Поболь И.Л. Поверхностная упрочняющая обработка с применением концентрированных потоков энергии. - Минск: Наука и техника, 1990. – 78 с.
13. Гусева М.И., Мартыненко Ю.В.. Взаимодействие частиц плазмы с поверхностью. // Итоги науки и техники. Серия: физика плазмы. / Под ред. В.Д. Шафранова. - М.: ВИНТИ, 1990. – Т. 11 - С. 150-190.
14. Праттон М. Введение в физику поверхности. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 256 с.
15. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. –М.: Наука, 2006. – 490 с.

Электронные ресурсы

16. Сайт о нанотехнологиях в России [Электронный ресурс]: <http://www.nanoware.ru/>
17. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]: www.nanometer.ru



18. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://nanodigest.ru/>
19. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. [Электронный ресурс]: <http://www.nanorf.ru/>
20. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://nano-info.ru/>
21. Нанотехнологии: сегодня и будущее. [Электронный ресурс]: <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina/>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов» полностью обеспечена материально-техническими средствами. Лекции читаются в специализированной аудитории, оснащенной компьютерной техникой. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оснащенный интернет ресурсами и необходимыми компьютерными программами для анализа литературных данных и оформления тестов по текущему материалу.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 150100 Материаловедение и технологии материалов.

Программа одобрена на заседании

Учебно-методического семинара кафедры НМНТ ИФВТ

(протокол № ____ от «31» августа 2013 г.).

Автор доцент, к.х.н.

А.А. Панина

Рецензенты доцент, к.х.н.

Г.В. Лямина