

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

2015 г.

« 13 » 10

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Лазерные микро- и нанотехнологии
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Программа подготовки: «Инженерно-физические технологии в nanoиндустрии»

Уровень образования: магистр
 (бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная
 (очная, очно-заочная, заочная, сокращенная)

Семестр	Трудоём- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	4/144	18	-	36	54	экзамен (36)
Итого	4/144	18	-	36	54	экзамен (36)

Владимир
 2015 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа предназначена для подготовки магистров по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника. Курс направлен на ознакомление с понятием размерных эффектов и свойствами нанобъектов, методов их получения, приобретение навыков работы с лазерными установками и общее расширение компетенции студентов в области нанотехнологий и взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с научными и производственными принципами лазерного упорядочивания наноструктур «сверху-вниз» и «снизу-вверх», опираясь на различия в лазерных и аналоговых методах.

Задачи дисциплины:

- формирование понятий о размерных эффектах, характерных особенностях и свойств наноматериалов;
- получение представлений о физико-химических процессах формирования наноструктурированных материалов;
- ознакомление с методами получения наночастиц и упорядоченных наноструктур, сравнительная оценка лазерных и нелазерных методов;
- приобретение навыков работы в научном коллективе: от постановки задачи до реализации лазерного эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП. Изучение дисциплины предполагает наличие у студентов профессиональных навыков в области, микроэлектроники и микромеханики, методов диагностики микро- и наноматериалов и обработки изображений, которые могут быть получены в рамках дисциплин базовой части: «Компьютерные технологии в научных исследованиях», «История и методология науки и техники в области нанотехнологии»; дисциплин по выбору «Физико-химические методы получения композитов»; а также ряда дисциплин, изучаемых в рамках программ бакалавриата: «Физические основы микро- и наносистемной техники», «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем», «Микрооптика и фотоника». Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены для написания выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- 1) способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

1) **Знать:** основные методы получения наночастиц и упорядоченных наноструктур лазерным и нелазерным способами, физико-химические процессы формирования наноструктурированных материалов (ОПК-4).

2) **Уметь:** осуществлять лазерный эксперимент по синтезу наноматериалов методом лазерной абляции (ОПК-4).

3) **Владеть:** методами атомно-силовой и растровой микроскопии для диагностики поверхностей, подвергаемых лазерному воздействию (ОПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Связь размеров объектов и их свойств.	3	1-6	6	-	-	-	-	17	-	2/33	Рейтинг-контроль №1
2	Физико-химия получения наноматериалов.	3	6-12	6	-	-	-	-	23	-	5/83	Рейтинг-контроль №2
3	Методы получения наночастиц и упорядоченных наноструктур	3	12-18	6	-	-	-	-	24	-	3/42	Рейтинг-контроль №3
4	Постановка лазерного эксперимента по получению наноматериалов	3	1-18	-	-	-	36	-	-	-	-	
Всего		3	18	18	-	-	36	-	54	-	10/22	Экзамен 36ч

Содержание дисциплины

Лекции

Раздел 1. Связь размеров объектов и их свойств.

Лекция 1. Классификация нанообъектов и их характерные особенности: кристаллическая, геометрическая, электронная структуры. 3ч.

Лекция 2. Размерные зависимости физико-химических свойств материалов в классическом и квантовом приближениях. 3ч.

Раздел 2. Физико-химия получения наноматериалов.

Лекция 1. Формирование материалов по механизму «снизу-вверх». 3ч.

Лекция 2. Формирование материалов по механизму «сверху-вниз». 3ч.

Раздел 3. Методы получения наночастиц и упорядоченных наноструктур.

Лекция 1. Методы механического диспергирования. 1ч.

Лекция 2. Методы физического диспергирования. Схемы с участием лазерных источников. 2ч.

Лекция 3. Методы химического диспергирования. Схемы с участием лазерных источников. 2ч.

Лекция 4. Искусственное наноморфообразование: пучковые и зондовые методы литографии. 1ч.

Лабораторные занятия

Раздел 4. Постановка лазерного эксперимента по получению наноматериалов.

- | | |
|--|-----|
| 1. Определение класса опасности лазерных комплексов | 2ч. |
| 2. Свойства лазерного излучения. Определение длины волны лазера | 2ч. |
| 3. Получение тонких пленок методом лазерной абляции. Сравнительный анализ кольцевых зон в атмосфере воздуха и в вакууме | 6ч. |
| 4. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Диагностика зерен тонкой пленки | 4ч. |
| 5. Получение наночастиц методом лазерной абляции в жидкость | 4ч. |
| 6. Метод динамического рассеяния света для анализа дисперсного состава коллоидного раствора | 2ч. |
| 7. Изучение влияния поляризации лазерного луча на лазерную модификацию поверхности тонких пленок | 4ч. |
| 8. Определение ближнего/дальнего порядка наноструктурирования поверхности по результатам растровой электронной микроскопии | 4ч. |
| 9. Статистическая обработка результатов экспериментов | 2ч. |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках лекционного курса:

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы).

5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению индивидуальной домашней работы, к практическим занятиям. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, подготовка отчета по лабораторному практикуму.

5.3. Мультимедийные технологии обучения

Некоторые из лекционных и практических занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций, а также организуются мастер-классы, предполагающие демонстрацию приемов, технологий, методов обработки и анализа изображений исследуемых нанообразцов на конкретных задачах.

5.4. Рейтинг-контроль

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: баллы на контрольных занятиях; качество выполнения домашних типовых заданий, рассматриваемых на практических занятиях. Распределение баллов по контрольным мероприятиям определяется лектором, ведущим дисциплину.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

а) Вопросы рейтинг-контроля:

1. Изменение фазовых равновесий в наноразмерных системах;
2. Изменение температуры плавления в наноматериалах;
3. Поверхностная доля в наноматериалах;
4. Изменение длины свободного пробега электронов в наноматериалах;
5. Процесс зарождения новой фазы. Условия зародышеобразования для наносред;
6. Изменение энергии Гиббса при формировании наноматериалов по механизму «снизу-вверх»;
7. Схемы лазерного получения микро- и наноматериалов по методу испарение-конденсация;

8. Лазерного восстановления металлов из электролитов;
9. Лазерное осаждение наночастиц из коллоидных растворов;
10. Лазерная репликация наноструктур.

б) Экзаменационные вопросы по дисциплине:

1. Размерные зависимости термодинамических и тепловых свойств наноматериалов;
2. Размерные зависимости структурных свойств наноматериалов;
3. Взаимосвязь размерных характеристик наноматериалов;
4. Размерные зависимости электрических и магнитных свойств наноматериалов;
5. Оптические характеристики наносред;
6. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование;
7. Кинетика роста зародышей и методы подавления роста частиц;
8. Физика получения наноматериалов по методу «сверху-вниз»;
9. Физические методы получения наноматериалов с применением лазерных источников;
10. Химические методы получения наноматериалов с применением лазерных источников.

в) вопросы для контроля самостоятельной работы:

1. Классификация нанообъектов;
2. Оптические характеристики наносред;
3. Функциональные и конструкционные наноматериалы;
4. Механизмы роста пленок из пара;
5. Особенности методов консолидации наноматериалов;
6. Лазерная наномодификация поверхности;
7. Методы зондовой технологии для создания наноматериалов;
8. Методы изучения свойств наноматериалов;
9. Лазерная абляция твердых материалов.

г) темы рефератов:

1. Особенности взаимодействия лазерного излучения с веществом при облучении ультракороткими импульсами;
2. Математическое моделирование процессов образования и роста кластеров при лазерной абляции твердых тел;
3. Влияние температуры и шероховатости подложки в методе испарение-конденсация;
4. Роль буферного газа в схемах лазерного получения тонкопленочных покрытий;
5. Сравнение дисперсных размеров частиц при прямом и обратном осаждении из лазерного факела;
6. Квантовые точки и квантовая проволока. Получение и применение;
7. Способы внешнего управления разлетом частиц из парогазового облака, индуцированного лазерным излучением.
8. Сравнительная характеристика процесса массоперенос аблированных частиц в вакууме и в атмосфере воздуха.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур// А. Сигов – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.- 184с.
2. Практика прецизионной лазерной обработки// Вакс Е. Д., Миленький М. Н., Сапрыкин —М.: Техносфера, 2013— 710 с.— ISBN: 978-5-94836-339-4.
3. Электротехнологии нового поколения в производстве неорганических материалов: экология, энергосбережение, качество// Туманов Ю.Н. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 816 с. - ISBN 978-5-9221-1516-2.

Дополнительная литература:

1. Взаимодействие лазерного излучения с веществом // Вейко В. П., Либенсон М. Н., Червяков Г. Г., Яковлев Е. Б. — М.: Физматлит, 2008—308с.— ISBN: 978-5-9221-0934-5.
2. Харанжевский Е.В. Писарева Т.А. Лазерный синтез поверхностных наноструктурных покрытий систем Al-C / Вестник Удмуртского университета. Серия 4. Физика и химия, Вып. 1, 2011
3. Бармина Е.В., Стратакис Э., Фотакис К., Шафеев Г.А. Генерация наноструктур при лазерной абляции металлов в жидкостях: новые результаты // Квантовая электроника. – 2010. – 40. – №11. – С. 1012–1020.

Интернет-ресурсы:

1. Список публикаций сотрудников ООО «Активная оптика НайтН» // Режим доступа: http://www.nightn.ru/files/publications/publications_ru.htm
2. Публикации сотрудников ФИАН // Режим доступа: <http://www.fian.smr.ru/rp/public.html>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Занятия по темам «Определение класса опасности лазерных комплексов», «Получение тонких пленок методом лазерной абляции» проводятся в научных лабораториях миллисекундной и фемтосекундной лазерной техники (107а-3, 107-3). Для проведения занятий по теме «Диагностика зерен тонкой пленки. Метод атомно-силовой микроскопии» используется лаборатория нанотехнологий и зондовой микроскопии Ntegra Aura (419-3), по теме «Определение ближнего/дальнего порядка наноструктурирования поверхности по результатам растровой электронной микроскопии» – учебно-научная лаборатория растровой электронной микроскопии (104-3).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», программа "Инженерно-физические технологии в nanoиндустрии".

Рабочую программу составил старший преподаватель каф. ФиПМ Горшков К.А.
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) и. спец. научно-исслед. отдела ФКПТ "ГАП Тольятти"
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 2А от 13.10.15 года

Заведующий кафедрой _____

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.04.01

Протокол № 2А от 13.10.15 года

Председатель комиссии _____

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____