

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 УМР  
А.А.Панфилов  
« 07 » 04 20 15 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Введение в нанотехнологию  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Программа подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	2/72	18	-	18	36	Зачет
<b>Итого</b>	2/72	18	-	18	36	Зачет

г.Владимир 201 5 г.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Введение в нанотехнологию» является приобретение студентами знаний в терминологии, материаловедении и практических применений наноматериалов, позволяющих ориентироваться в основных приложениях нанотехнологий/нанонауки. **Задача** учебного курса – ознакомление с основными классификациями наноструктурированных материалов и принципами работы диагностического оборудования.

Разнообразие явлений наблюдаемых в наноструктурированных материалах требует от исследователя знаний, как структуры исследуемых материалов, так и методов диагностики, физических основ их реализации и области применимости. В рамках данного курса обучающиеся получают знания и навыки, позволяющие им в дальнейшем эффективно справляться с задачами изучения свойств и характеристики наноструктурированных объектов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Введение в нанотехнологию» относится к обязательным дисциплинам вариативной части. Программа предназначена для подготовки бакалавров по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника». Курс «Введение в нанотехнологию» читается во 2 семестре и базируется на ранее полученных знаниях студентов, приобретенных в курсах общей физики. Он направлен на ознакомление размерных эффектов и свойств нанобъектов, методов их получения, приобретению навыков работы с установками по получению и диагностики наноматериалов, на общее расширение компетенции студентов в области нанотехнологий.

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 результаты образования:

**Знать:** основные виды и свойства нанобъектов, наноматериалов, приборов и устройств на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементарную базу, а также типовое оборудование (ОПК-1,2).

**Уметь:** применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ОПК-1);

применять справочный аппарат по выбору требуемых материалов, компонентов нано- и микросистемной техники, процессов нанотехнологий и методов нанодиагностики для решения конкретных задач (ОПК-1,2).

**Владеть:** способностью проводить наладку, настройку, юстировку и опытную проверку лазерных приборов и систем в лабораторных условиях и на объектах (ОПК-1,2).

В результате изучения дисциплины формируются следующие обще профессиональные компетенции:

способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);



способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 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	Классификация наноматериалов. Размерный эффект.	2	1-2	2	-	-	2	-	4	-	2/50	
2	История развития нанонауки и нанотехнологии	2	3-4	4	-	-	-	-	2	-		Рейтинг-контроль №1
3	Технологии получения наноматериалов. Нанобезопасность.	2	5-13	6	-	-	8	-	14	-	7/50	Рейтинг-контроль №2
4	Методы диагностики и свойства наноматериалов.	2	14-17	4	-	-	8	-	14	-	6/50	
5	Применения наноструктур в производстве и науке.	2	18	2	-	-	-	-	2	-		Рейтинг-контроль №3
Всего		2	18	18	-	-	18	-	36	-	15/41	Зачет

#### СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Лекции

**Раздел 1.** Классификация наноматериалов. Размерный эффект.

Лекция 1. Классификация нанообъектов и их характерные особенности: кристаллическая, геометрическая, электронная структуры. Размерные зависимости физико-химических свойств материалов в классическом и квантовом приближениях.

**Раздел 2.** История развития нанонауки и нанотехнологии.

Лекция 1. Древние цивилизации и нанотехнологии. Ричард Фейнман и наномир. Современное состояние нанонауки и присуждение Нобелевских премий по физике

**Раздел 3.** Технологии получения наноматериалов. Нанобезопасность.

Лекция 1. Формирование материалов по механизму «снизу-вверх» и «сверху-вниз».

Лекция 2. Методы механического и физического диспергирования

Лекция 3. Методы химического диспергирования. Биологические методы получения материалов

Лекция 4. Искусственное наноморфообразование: пучковые и зондовые методы литографии. Особенности техники безопасности при работе с нанообъектами

#### **Раздел 4. Методы диагностики и свойства наноматериалов.**

Лекция 1. Методы определения дисперсности наноматериалов и определения элементного состава

Лекция 2. Методы анализа фазового состава и исследования поверхности материалов

#### **Раздел 5. Применения наноструктур в производстве и науке.**

Лекция 1. Применения наноматериалов в промышленных технологиях, в медицине, в робототехнике, в строительных технологиях; Математическое моделирование в нанотехнологиях.

#### **Лабораторные работы**

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

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

#### **Активные и интерактивные формы обучения**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

#### **Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и методическим указаниям для самостоятельной работы, решение выданных преподавателем практики задач.

#### **Мультимедийные технологии обучения**

Некоторые из лекционных и практических занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории (например, ауд. 420-3) с использованием компьютерного проектора.

#### **Лекции приглашенных специалистов**

Планируется проведение лекций приглашенных специалистов.

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

#### **а) Вопросы рейтинг-контроля:**

##### ***К рейтинг-контролю 1***

1. Дайте определение понятиям наночастица, нанотрубка, графен;



2. Дайте определение размерному эффекту;
3. Отнесите нанопорошки по размерности к нужной группе:

- одномерные;
- двумерные;
- трехмерные;
- многомерные;

и дисперсности к нужной группе:

- нульмерные;
- одномерные;
- двумерные;
- трехмерные.

### ***К рейтинг-контролю 2***

1. Приведите пример дисперсных сред, в которых дисперсная фаза находится в жидком состоянии, а среда – в газовом;
2. В чем заключается принцип формирования наноматериалов по механизму «сверху-вниз». Какими методами можно это осуществить?

### ***К рейтинг-контролю 3***

1. Использование наноматериалов в древних цивилизациях: какие материалы и для каких применений;
2. Назовите методы определения дисперсности и метода определения структуры наноматериалов;
3. Техника безопасности при работе с наноматериалами.

### **б) вопросы к зачету по дисциплине:**

1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию;
2. Классификация дисперсных систем по размерам;
3. Методы механического диспергирования;
4. Методы физического диспергирования;
5. Методы химического диспергирования;
6. Принцип формирования материалов «снизу-вверх»;
7. Структура наноразмерных материалов;
8. Размерный эффект;
9. Исследование элементного состава наноматериалов;
10. Исследование фазового состава наноматериалов;
11. Методы изучения поверхности;
12. Применения наноматериалов в промышленных технологиях;
13. Применения наноматериалов в медицине;
14. Применения наноматериалов в науке;
15. Применения наноматериалов в робототехнике;
16. Применения наноматериалов в строительных технологиях;
17. Математическое моделирование в нанотехнологиях.

### **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. Ричард Фейнман и наномир;
2. Нобелевская премия по физике за 2010 А. К. Гейма и К. С. Новосёлова;
3. Древние цивилизации и нанотехнологии;
4. Разработка Роберта Фулла (Robert Full) из Беркли;
5. Фантастические применения: нанокружка, нанолифт, нанопиллюли;
6. ДНК- и РНК-нанотехнологии;
7. Промышленный синтез молекул лекарств и фармакологических препаратов четко определенной формы (био-пептиды);
8. Применение нанотехнологий в компьютерной технике: центральные процессоры;
9. Применение нанотехнологий в компьютерной технике: жёсткие диски (GMR-эффекта);
10. Гибкие тонкие экраны (гибкие контакты на наноуглероде);
11. Применение нанотехнологий в технике для передачи огромных объёмов информации;
12. Квантовые компьютеры, нанотехнологии и наноплазмоника;
13. Нанотехнологии и робототехника;
14. Нанороботы репликаторы и их создание;
15. Атомно-силовая микроскопия;
16. Магнитно-силовая микроскопия;
17. Сканирующая электронная микроскопия;
18. Микроскопия ближнего поля;
19. Просвечивающая электронная микроскопия;
20. Малоугловое рассеяние и динамическое рассеяние света;
21. Анализ траекторий наночастиц, динамическое светорассеяние, седиментационный анализ, ультразвуковые методы;
22. Рентгенодифракционные методы;
23. Электронная спектроскопия;
24. Колебательная микроскопия;
25. Оже-спектроскопия;
26. Нейтронная дифрактометрия;
27. Магнитная нейтронография;
28. Воздействие нанообъектов на живые организмы;
29. Токсичность наноматериалов;
30. Мониторинг воздействия наноматериалов на живую и неживую природу;
31. Результаты научного проекта 7 рамочной европейской программы по нанобезопасности.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература:**

1. Аракелян С.М. Введение в фемтонофотонику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материа-



лов : учебное пособие по направлениям подготовки бакалавриата 200400 (200200) "Оптика", 200500 "Лазерная техника и лазерные технологии", 200700 (200600) "Фотоника и оптоинформатика" и специальностям 200200 "Оптика" и 200201 "Лазерная техника и лазерные технологии" / С. М. Аракелян [и др.] ; под общ. ред. С. М. Аракеляна .— Москва : Логос, 2015 .— 743 с. : ил., табл. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (211 Мб) .— Библиогр. в конце ч. — С. М. Аракелян, А. О. Кучерик, В. Г. Прокошев, В. Г. Рау, А. Г. Сергеев - преподаватели ВлГУ .— ISBN 978-5-98704-812-2. Библиотека ВлГУ

2. Неволин В.К. Квантовая физика и нанотехнологии [Электронный ресурс]/ Неволин В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 128 с.

3. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Старостин В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 432 с.

б) дополнительная литература:

1. Аракелян С.М. Микроструктуры, наноструктуры и гидродинамические неустойчивости, индуцированные лазерным излучением на поверхности твердых тел : монография / С. М. Аракелян [и др.] ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010 .— 144 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 133-144.— Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки .— Adobe Acrobat Reader .— ISBN 978-5-9984-0094-0 . Библиотека ВлГУ

2. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. – Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7.

3. Горохов В. А. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009531-8, 500 экз.

4. Горохов В. А. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 2.: Учебник / В.А. Горохов и др; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 533 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009532-5, 500 экз.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://www.ntmdt.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные аудитории, оснащённые доской для мела.

Аудитория для проведения лекционных занятий, оснащена современным проектором и ноутбуком, научные лаборатории (104-3, 419-3, 107а-3, 107-3), где размещены АСМ Smena В и зондовая нанолaborатория Ntegra Aura, миллисекундная и фемтосекундная лазерные установки, растровый электронный микроскоп Quanta 200 3D.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Рабочую программу составил доц. каф. ФиПМ С.В. Кутровская



Рецензент(ы): ФКИТ, РАИТ, Ровуза "кач.обсужда Аилков А.К.  
(Фамилия И.О)



(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 11 от « 07 » 04 2015 года.

Заведующий кафедрой ФиПМ



С.М. Аракелян

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Протокол № 11 от « 07 » 04 2015 года.

Заведующий кафедрой ФиПМ



С.М. Аракелян



**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 \_\_\_\_\_