

208

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 14 » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологические системы в нанотехнологии»

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоем- кость зач. ед, час. | Лек- ций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экз./зачет) |
|---------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--|
| 4 | 6, 216 | 36 | 36 | - | 108 | Экзамен (36ч) |
| Итого | 6, 216 | 36 | 36 | - | 108 | Экзамен (36ч) |

Владимир, 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Технологические системы в нанотехнологии» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

| Код цели | Формулировка цели |
|----------|--|
| Ц1 | Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской и инновационной деятельности</i> в области нанотехнологий и нанодиагностики, в том числе междисциплинарных областях, связанных с выбором необходимых методов исследования, модифицирования существующих и разработки новых технологий исходя из задач конкретного исследования. |
| Ц2 | Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской и проектно-технологической деятельности</i> , включающей в себя участие в составе коллектива исполнителей в проведении расчетных и проектных работ при разработке процессов нанотехнологий |

Целями освоения дисциплины «Технологические системы в нанотехнологии» является формирование современных представлений методах синтеза наночастиц и наноматериалов, способах контролируемого роста получения наночастиц требуемого размера и формы, методах синтеза пленок и покрытий, массивных наноструктурированных и микропористых материалов, самоорганизации наночастиц в пленках и объемных структурах, нанобиотехнологии; технологических систем, обеспечивающих указанные процессы.

Задачи изучения дисциплины является углубление теоретических и практических знаний для проведения производственных и сервисных работ, продолжение формирования профессиональных компетенций.

Виды учебной работы: лекции, практические занятия. Изучение дисциплины заканчивается экзаменом в 4-м семестре.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологические системы в нанотехнологии» относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Данная дисциплина по своему содержанию и логическому построению в учебном процессе подготовки бакалавра связана непосредственно с такими дисциплинами как «Физико-механические компоненты наносистем», «Основы нанотехнологий в машиностроении», «Физико-химические основы нанотехнологий», «Материаловедение наноматериалов и наносистем», и др.

На базе этих дисциплин формируются основные теоретические и методологические положения изучаемой дисциплины, и вырабатывается взгляд на процесс получения новых знаний, который реализуется с помощью научно-технической информации.

Изучение данной дисциплины необходимо для выполнения курсовых работ и проектов с использованием современных инструментальных средств, научно-исследовательских работ, и подготовки выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

Р1, Р2, Р4, Р5 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

- способностью в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов (ПК-1):

Знать: основные особенности выбора и применения контрольно-измерительной аппаратуры для определения технических характеристик макетов;

Уметь: разрабатывать программные средства;

Владеть: способностью в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей;

- способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические) (ПК-6):

Знать: существующие методики проектирования нанообъектов и формируемых на их основе изделий;

Уметь: выполнять при разработке операции необходимые расчеты технологических параметров обработки;

Владеть: навыками проведения расчетных работ при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологические системы в нанотехнологии»

4 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

| № п/ п | Раздел (тема) дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | Объем учебной работы, с примене нием интерак тивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточн ой аттестации (по семестрам) |
|--------------|--|---------|-----------------|---|----------------------|---------------------|-----|-----------------|---|--|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Курсовая работа | | |
| 1 | Раздел 1. Технологическая система – как совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения. Методы и оборудование для исследования наносистем | 4 | 1-6 | 12 | 12 | | 36 | | 24/ 100% | <i>Рейтинг-контроль №1</i> |
| 2 | Раздел 2. Технологические системы получения наночастиц и наноматериалов. | 4 | 7-12 | 12 | 12 | | 36 | | 24/ 100% | <i>Рейтинг-контроль №2</i> |
| 3 | Раздел 3. Технологические системы получения пленок и покрытий. | 4 | 13-18 | 12 | 12 | | 36 | | 24/ 100% | <i>Рейтинг-контроль №3</i> |
| | Итого за 4-й семестр 144 часа в т.ч. экзамен 36ч. | | | 36 | 36 | | 108 | | 72/100% | Экзамен |

Тематическое содержание курса

Раздел 1.

Технологическая система – как совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения

Тема 1.1. Основные понятия. Технологические системы в нанотехнологии.

Введение. Основные понятия. Исполнитель в технологической системе. Подсистема технологической системы. Технологический комплекс. Элемент технологической системы.

Тема 1.2. Примеры технологических систем в нанотехнологии. Перспективы технологического роста «прорывных технологий».

Тема 1.3. Методы и оборудование для исследования наносистем.

Раздел 2.

Технологические системы получения наночастиц и наноматериалов

Тема 2.1. Методы синтеза наночастиц и наноматериалов.

Тема 2.2. Способы контролируемого роста получения наночастиц требуемого размера и формы.

Тема 2.3. Основы нанотехнологий получения наноразмерных элементов и объектов.

Раздел 3.

Технологические системы получения пленок и покрытий

Тема 3.1. Методы синтеза пленок и покрытий, массивных наноструктурированных и микропористых материалов.

Тема 3.2. Методы самоорганизации наночастиц в пленках и объемных структурах.

Тема 3.3. Основы методов работы основного оборудования для процессов получения наноразмерных элементов и объектов.

Тематический план практических занятий

| № п/п | Тематика практических занятий | Трудоемкость (час.) |
|-------|--|---------------------|
| 1. | Технологические системы получения наноматериалов. | 6 |
| 2. | Технологические системы нанесения структурированных нанопокровов. | 6 |
| 3. | Определение необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для инструментов. | 6 |
| 4. | Исследование возможности внедрения нанотехнологических разработок в машиностроительном производстве. | 6 |
| 5. | Технологические системы и процессы получения новых наноматериалов. | 6 |
| 6. | Технические средства исследования нанокompозитных материалов и наноструктурированных покрытий. | 6 |
| | Итого | 36 |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях и практических занятиях используются активные формы обучения, включающие компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, проблемное изложение материала, постановку и разрешение проблем при активном участии студентов, а также такие формы активизации студентов как презентации и доклады на студенческих научных конференциях, выполнение индивидуальных заданий, участие в НИРовских работах, выполняемых на кафедре.

В качестве одной из мер, направленных на активизации академической активности при выполнении СРС используются контрольные вопросы, которые содержатся в лекциях и в методических указаниях к практическим работам.

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

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №1

1. Технологические системы в нанотехнологии.
2. Исполнитель в технологической системе.
3. Подсистема технологической системы.
4. Технологический комплекс.
5. Элемент технологической системы
6. Примеры технологических систем в нанотехнологии.
7. Перспективы технологического роста «прорывных технологий».
8. Наноматериалы – новая возможность повышения эффективности и надежности авиационно космической техники.
9. Конструкция зондов и требования к ним для туннельного и атомно силового микроскопов.
10. Основные разновидности атомно силовых микроскопов.
11. Принцип работы трехмерного атомно зондового томографа.
12. Классификация нанобъектов.
13. Фуллерены и нанотрубки. Принципы использования.
14. Объемные материалы.
15. Молекулярные и фрактальные кластеры. Закономерности раз вития фрактальных кластеров.
16. Алмазоподобные материалы. Возможные области применения.
17. Наноматериалы в электронике, компьютерных технологиях, робототехнике.
18. Наноматериалы в промышленности и космонавтике.
19. Возможности использования наноматериалов и нанотехнологий в медицине.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №2

1. Растворные методы.
2. Методы, основанные на различных вариантах смешения.
3. исходных компонентов.
4. Методы химического осаждения (соосаждения).
5. Золь – гель метод.
6. Гидротермальный метод.
7. Метод комплексонатной гомогенизации.
8. Метод замены растворителя.

9. Синтез под действием микроволнового излучения
10. Метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе (RTDS).
11. Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя.
12. Распылительная сушка.
13. Метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов (RESS)
14. Криохимический метод.
15. Метод сжигания.
16. Глицин-нитратный метод.
17. Метод Печини.
18. Целлюлозная (тканевая, бумажная) технология.
19. Пиролиз полимерно-солевых пленок.

Вопросы для проведения рейтинг-контроля №3

1. Степень легирования некоторой локальной области монокристаллического кремния составляет $5 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Сколько атомов кремния приходится на один атом легирующей примеси?
2. С помощью какого из методов избирательного легирования можно получить максимальную концентрацию примеси на поверхности кристалла?
3. Что такое степень интеграции интегральной микросхемы?
4. В чем состоит разница между топологией и вертикальным профилем легирования микросхемы?
5. В чем состоят преимущества толстопленочной технологии производства интегральных микросхем?
6. Какие легирующие элементы используются для формирования в кремнии областей n-типа проводимости?
7. Какие легирующие элементы используются для формирования в кремнии областей p-типа проводимости?
8. Какие существуют механизмы диффузии атомов легирующей примеси?
9. Что такое позитивный, а что такое негативный процессы литографии? В чем их различия?
10. Чем отличаются между собой эталонный и рабочий фотошаблоны, используемые при контактной литографии?
11. Почему алюминий, хотя и находится в 3 группе элементов таблицы Менделеева и является акцепторной примесью, не используется в качестве диффузанта?
12. Почему в процессе резки слитков кремния на пластины используется инструмент с внутренней режущей кромкой?
13. Каковы правила образования названий полупроводниковых материалов состава АПВВ?
14. Какое условие необходимо соблюсти при проведении процесса ионной имплантации чтобы получить профиль легирования близкий к распределению Гаусса?
15. Что такое гетерогенная химическая реакция? В каком технологическом процессе нанотехнологии ее наличие является необходимым условием его нормального течения?
16. В чем состоит разница между одностадийным и двухстадийным процессами диффузии?
17. Что такое отжиг? В каком случае он применяется в технологическом процессе производства интегральных микросхем?
18. Перечислите, какие способы герметизации кристаллов интегральных микросхем Вам известны? Дайте краткую характеристику области применения каждого из них.

19. От какого из примесных элементов наиболее тяжело освободиться при зонной очистке слитка кремния и почему?
20. Какой характер имеет в кремнии зависимость предельной растворимости легирующей примеси от температуры?
21. Какой из методов эпитаксии обеспечивает наиболее совершенную структуру растущей пленки?

Вопросы к экзамену

1. Технологические системы в нанотехнологии.
2. Исполнитель в технологической системе.
3. Подсистема технологической системы.
4. Технологический комплекс.
5. Элемент технологической системы.
6. Примеры технологических систем в нанотехнологии.
7. Перспективы технологического роста «прорывных технологий».
8. Наноматериалы – новая возможность повышения эффективности и надежности авиационно космической техники.
9. Конструкция зондов и требования к ним для туннельного и атомно силового микроскопов.
10. Основные разновидности атомно силовых микроскопов.
11. Принцип работы трехмерного атомно зондового томографа.
12. Классификация нанобъектов.
13. Фуллерены и нанотрубки. Принципы использования.
14. Объемные материалы.
15. Молекулярные и фрактальные кластеры. Закономерности раз вития фрактальных кластеров.
16. Алмазоподобные материалы. Возможные области применения.
17. Наноматериалы в электронике, компьютерных технологиях, робототехнике.
18. Наноматериалы в промышленности и космонавтике.
19. Возможности использования наноматериалов и нанотехнологий в медицине.
20. Растворные методы.
21. Методы, основанные на различных вариантах смешения.
22. исходных компонентов.
23. Методы химического осаждения (соосаждения).
24. Золь – гель метод.
25. Гидротермальный метод.
26. Метод комплексонатной гомогенизации.
27. Метод замены растворителя.
28. Синтез под действием микроволнового излучения
29. Метод быстрого термического разложения прекурсоров в растворе (RTDS).
30. Методы, основанные на различных вариантах удаления растворителя.
31. Распылительная сушка.
32. Метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов (RESS)
33. Криохимический метод.
34. Метод сжигания.
35. Глицин-нитратный метод.
36. Метод Печини.
37. Целлюлозная (тканевая, бумажная) технология.
38. Пиролиз полимерно-солевых пленок.
39. Степень легирования некоторой локальной области монокристаллического кремния составляет $5 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Сколько атомов кремния приходится на один атом легирующей примеси?

40. С помощью какого из методов избирательного легирования можно получить максимальную концентрацию примеси на поверхности кристалла?
41. Что такое степень интеграции интегральной микросхемы?
42. В чем состоит разница между топологией и вертикальным профилем легирования микросхемы?
43. В чем состоят преимущества толсто пленочной технологии производства интегральных микросхем?
44. Какие легирующие элементы используются для формирования в кремнии областей n-типа проводимости?
45. Какие легирующие элементы используются для формирования в кремнии областей p-типа проводимости?
46. Какие существуют механизмы диффузии атомов легирующей примеси?
47. Что такое позитивный, а что такое негативный процессы литографии? В чем их различия?
48. Чем отличаются между собой эталонный и рабочий фотошаблоны, используемые при контактной литографии?
49. Почему алюминий, хотя и находится в 3 группе элементов таблицы Менделеева и является акцепторной примесью, не используется в качестве диффузанта?
50. Почему в процессе резки слитков кремния на пластины используется инструмент с внутренней режущей кромкой?
51. Каковы правила образования названий полупроводниковых материалов состава АПВВ?
52. Какое условие необходимо соблюсти при проведении процесса ионной имплантации чтобы получить профиль легирования близкий к распределению Гаусса?
53. Что такое гетерогенная химическая реакция? В каком технологическом процессе нанотехнологии ее наличие является необходимым условием его нормального течения?
54. В чем состоит разница между одностадийным и двухстадийным процессами диффузии?
55. Что такое отжиг? В каком случае он применяется в технологическом процессе производства интегральных микросхем?
56. Перечислите, какие способы герметизации кристаллов интегральных микросхем Вам известны? Дайте краткую характеристику области применения каждого из них.
57. От какого из примесных элементов наиболее тяжело освободиться при зонной очистке слитка кремния и почему?
58. Какой характер имеет в кремнии зависимость предельной растворимости легирующей примеси от температуры?
59. Какой из методов эпитаксии обеспечивает наиболее совершенную структуру растущей пленки?

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения и оформления по разделу 1:

Факторы, влияющие на рынок НТ в России. Стратегия, объем и структура рынка НТ в России. Участники рынка НТ. Инвестиции в НТ-НИОКР. Коммерческий рынок НТ. Продукция для НТ-исследований. НТ-трубки и НТ-материалы. НТ и энергосберегающие технологии. Спрос на НТ-продукцию. Перспективные НТ-разработки. НТ в строительстве. НТ-материалы. НТ в системах безопасности. Некоторые тенденции и перспективы развития рынка НТ в России.

Методы и оборудование для исследования наносистем:

- оборудование и методы для исследования структуры наноструктурированных материалов и покрытий;
- оборудование и методы для исследования физико-механических характеристик наноструктурированных покрытий;
- рентгенодифракционные исследования многослойных гетероструктур;
- исследования многослойных гетероструктур электронно-зондовыми методами;
- исследование наноструктур методами сканирующей зондовой микроскопии

Темы для самостоятельного изучения и оформления по разделу 2:

Особенности воздействия ультразвука на твердофазные системы. Влияние ультразвукового воздействия на твердофазный синтез. Влияние ультразвукового воздействия на дислокационную структуру кристалла. Механизм разрушения хрупких и пластичных материалов при ультразвуковом воздействии. Механизм хрупкого разрушения. Механизм хрупко-пластичного разрушения. Акустопластический эффект при пластической деформации с наложением ультразвука. Влияние кавитационного ультразвукового воздействия на диспергирование порошковых материалов.

Темы для самостоятельного изучения и оформления по разделу 3:

Характеристики компактирования порошков. Оценка этапов и граничных условий процесса уплотнения порошков. Распределение давления вдоль оси прессования. Оптимизация уравнения прессования. Кривые уплотнения и упругие свойства порошкового тела. Зависимость параметров прессовки от её упругих свойств. Параметры межчастичных связей. Оптимизация внешнего воздействия.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах [Электронный ресурс] / С. А. Гриднев, Ю. Е. Калинин, А. В. Ситников, О. В. Стогней. - М.: БИНОМ, 2012. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996302949.html>
2. Методы получения и свойства нанобъектов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976503267.html>
3. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] / Е.Д. Мишина. - М.: БИНОМ, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321315.html>
4. Методы компактирования и консолидации наноструктурных М54 материалов и изделий [Электронный ресурс] / О.Л. Хасанов. - М.: БИНОМ, 2013. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321247.html>
5. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение [Электронный ресурс] / под ред. У. Жу, Ж.Л. Уанга. - М.: БИНОМ, 2014. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321230.html>

б) дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Беляев, И.В. Информационный каталог современного экспериментального оборудования и научных приборов на базе научно-образовательных организаций и ведущих предприятий Владимирской области / И. В. Беляев, В. А. Кечин, Г. А. Гладкий; Владимирская область, Администрация; НОЦ "Функциональные наноматериалы и ресурсосберегающие технологии". — Владимир: Владимирский гос. университет им. А.Г. и Н.Г.Столетовых (ВлГУ), 2011. — 44 с. <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2993/1/00588.pdf>
2. Морозов В.В. Нанотехнологии в керамике: монография: в 2 ч. / В.В. Морозов, Э.П. Сысоев; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010-2011. — ISBN 978-5-9984-0075-9. Ч. 1: Наночастицы [Электронный ресурс]. — Электронные текстовые данные (1 файл: 18,5 Мб). — 2010. — 274 с.: ил. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 262-269. — Свободный доступ. — Adobe Acrobat Reader 4.0. — ISBN 978-5-9984-0056-8. — <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3076/1/00687.pdf>>.
3. Морозов В.В. Нанотехнологии в керамике: монография: в 2 ч. / В.В. Морозов, Э.П. Сысоев; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010-2011. — ISBN 978-5-9984-0075-9. Ч. 2: Нанопленки, нанопокрyтия, наномембраны, нанотрубки, наностержни, нанопроволока [Электронный ресурс]. — Электронные текстовые данные (1 файл: 24,9 Мб). — 2011. — 167 с.: ил. — В надзаг.: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 159-165. — Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки. — Adobe Acrobat Reader. — ISBN 978-5-9984-0137-4. — <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3055/1/00633.pdf>>.
4. Высокие технологии размерной обработки в машиностроении [Электронный ресурс]: Учебник для вузов / А.Д. Никифоров, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров, А.Г. Схиртладзе. - М.: Абрис, 2012. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200575.html>
5. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Головин Ю.И. - М.: Машиностроение, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756628.html>

6. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов [Электронный ресурс] / А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2. <http://znanium.com/bookread2.php?book=442144>

в) периодические издания (библиотечная система ВлГУ):

1. Наноинженерия: ежемесячный научно-технический и производственный журнал. — Москва: Машиностроение.
2. Нанотехнологии: наука и производство: информационно-аналитический журнал. — Москва: Образование плюс.
3. Нанотехнологии. Экология. Производство: научно-производственный журнал. — Санкт-Петербург: Издательский дом "Нанотех".
4. Российские нанотехнологии. — Москва: Парк-медиа.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

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

<http://www.ntsр.info/>

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

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

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

<http://www.ru-tech.ru/pub/nano>

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

<http://nano-info.ru/>

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

<http://www.nanoprom.net/>

Учебно-методические издания

1. Иванченко А.Б. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Иванченко А.Б. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Иванченко А.Б. Оценочные средства по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Иванченко А.Б.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 28.03.02 «Наноинженерия» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=169>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» предусмотрено использование следующих лабораторий кафедры ТМС.

1. Лаборатория 2D- и 3D наноструктурированных покрытий (ауд. 119-4)

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 102 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (67 кв.м), 2 этаж – учебный класс на 15 посадочных мест (36 кв.м).

Оборудование:

1. Установка для нанесения наноструктурированных покрытий UniCoat 600SL+; производитель – РФ, год выпуска - 2008.

Установка для нанесения покрытий методом PVD с максимальной толщиной многослойного сэндвич-покрытия до 20 мкм на весь диапазон используемого концевой инструмента с системой визуализации, управления и термометрирования технологического процесса в течение всего цикла изготовления. Основные типы покрытий: традиционные покрытия – TiN, TiCN, Ti-C:H; 3D-нанокompозитные покрытия; 2D-нанокompозитные покрытия и пленки (в том числе алмазоподобные)- суперлаттики.

2. Стационарная установка для измерения микротвердости HVS 1000, производитель – Тайвань.

Предназначен для измерения микротвердости в том числе и покрытий.

3. Испытательная система на растяжение термокамерой WDW-100.

Жесткость силовой рамы: 100 кН/мм, Наибольшая предельная нагрузка: 100 кН (10 тс); Тип привода: электромеханический, Точность измерения нагрузки: $\pm 1,0\%$ (по заказу 0,5%), Диапазон измерения нагрузки: 400 Н ~ 100 кН; (0.4%-100% полной шкалы, автоматически переключаемые шкалы), 6 шкал, Разрешение нагрузки: 0,001% FS , Диапазон измерения деформации: 2 – 100%, Точность измерения деформации: $\pm 1,0\%$.

4. Калотестер CSM CAT (Модель CAT-S-AE), производитель: CSM (Швейцария).

5. Микрокомбитестер CSM MCT Производитель: CSM (Швейцария).

6. Трибометр CSM (Модель TRB-S-CE-000) Производитель: CSM (Швейцария).

2. Ауд.104-3. Лаборатория электронной микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ).

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 52 кв.м., климат-контроль, число посадочных мест – 3.

Оборудование: сканирующий электронный микроскоп Quanta 200-3D, производитель FEI (Нидерланды).

Позволяет производить широкий диапазон метрологических исследований. Имея уникальное поле сканирования до нескольких см, он позволяет, благодаря современной системе фокусировки электронного луча, получать разрешения до 3 нм. Применение данного комплекса дает возможность существенно расширить измерительную линейку аналитической техники.

3. Лаборатория зондовой микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ, ауд.419-3).

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 52 кв.м., климат-контроль, число посадочных мест – 6.

Оборудование:

сканирующая зондовая нанолаборатория «Интегра Аура», производитель НТ-МДТ (РФ).

Уникальный комплексный прибор, реализующий все основные методики AFM (атомно-силовой) сканирующей микроскопии. Дополнительно реализован режим отражательной SNOM (ближнеполевой) микроскопии. Комплекс позволяет проводить измерения в условиях вакуума до 10^{-2} Торр, что предоставляет целый ряд преимуществ. Это относится как к повышению чувствительности измерений за счет повышения добротности колебаний кантилевера, так и к возможности проведения измерений без вредного влияния поверхностного адсорбата.

4. Лаборатория получения и исследования углеродных нанотрубок (ауд. 108а-4).

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 102 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (67 кв.м), 2 этаж – исследовательская лаборатория на 6 посадочных мест (36 кв.м).

Оборудование:

установка для получения углеродных нанотрубок и волокон «Гаунит», производитель – РФ, год выпуска – 2008. Промышленный реактор для получения углеродных нанотрубок, нановолокон в объеме 2000 кг в год.

- установка ультразвуковой мойки, производитель УЗ техника (РФ). Предназначена для предварительной очистки и подготовки режущего инструмента к напылению.

- диспергатор, производитель УЗ техника (РФ). Предназначен для разделения нанотрубок и нанопорошка и подготовки коллоидных растворов.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС
ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»

Рабочую программу составил к.т.н., доцента Иванченко А.Б. АИИ-
(ФИО, подпись)

Рецензент:

(представитель работодателя) ООО «Металл Групп», технический директор

Деев М.А.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.

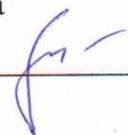
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 7 от 6.08.2017 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____



Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. _____