

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)



Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 10 » 11 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Направление подготовки 44.03.04 «Профессиональное образование»
Профиль/программа подготовки «Машиностроение»
Уровень высшего образования бакалавриат
Форма обучения заочная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
9	6/216	8	10		198	Зачет с оценкой
Итого	6/216	8	10		198	Зачет с оценкой

Владимир 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» являются:

- изучение теоретических основ построения и технологий получения наноразмерных объектов;
- получение практических навыков работы с приборами зарубежных и отечественных фирм в области наноизмерений и нанодиагностики, в том числе нано- и микроиндентирования, калориметрии и скрапч-тестирования, электронной и атомно-силовой микроскопии;
- обоснование современных тенденций развития нанотехнологий и использования наноразмерных объектов и технологий в машиностроении.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы нанотехнологий в машиностроении» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.9). Для успешного изучения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Физика», «Химия», «Математика», «Теория конструкционных материалов», «Материаловедение».

При изучении, указанных дисциплин студенты должны хорошо усвоить основные термины и определения, а также разделы, посвященные описанию основных видов химических соединений, физико-химических свойств различных классов веществ и основы взаимодействия наноразмерных объектов, основные физико-химические процессы, лежащие в основе получения наноматериалов, применяемых в машиностроении, решению дифференциальных, интегральных и уравнений с частными производными. Это необходимо для дальнейшего понимания специфики разработки и применения наноматериалов и подходов к использованию нанотехнологий в машиностроении.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» обучающийся должен обладать готовностью к конструированию, эксплуатации и техническому обслуживанию учебно-технологической среды для рабочих, служащих и специалистов среднего звена (ПК-28), а именно:

Знать основные принципы получения и анализа наноразмерных объектов, наноструктурированных материалов и покрытий, физико-химические основы взаимодействия наноразмерных объектов, а также особенности построения наноразмерных объектов, состав и структуру систем для наноразмерных перемещений.

Уметь проводить разработку технологий размерной нанообработки и внедрять нанотехнологии в различные области машиностроения.

Владеть навыками проведения измерений и диагностики наноразмерных объектов и материалов, применяемых в различные области машиностроения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов

№ п/п	Раздел (тема)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)						Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раздел 1. Классификация и основы нанотехнологий											
1.	Особенности нанотехнологий в машиностроении.	9						18			
2.	Принципы и методы получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок	9						18			
3.	Нанопокрyтия в машиностроении	9		2				18		1/50	
4.	Объемные и композитные наноматериалы	9			2			18		1/50	
5.	Типы структур наноматериалов	9						18			
Раздел 2. Основы наноизмерений и нанодиагностики.											
6.	Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов	9		2				18		1/50	
7.	Основы электронной микроскопии	9			2			18		1/50	
8.	Основы атомно-силовой микроскопии	9						18			
9.	Определение адгезионных свойств	9			2			18		1/50	
Раздел 3. Применение и тенденции развития нанотехнологий в машиностроении.											
10.	Основы размерной нанообработки.	9		2	2			18		2/50	
11.	Нанопорошки и их использование.	9		2	2			18		2/50	
Итого:					8	10		198		9/50	
Промежуточная аттестация											Зачёт с оценкой

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

При чтении лекций используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятий.

При проведении практических работ используются поисковый и исследовательские методы, а также активные формы обучения, такие как

- компьютерная симуляция измерений нанообъектов с помощью наноиндентирования, кало- и скратчтестирования, атомно-силовой и электронной микроскопии;
- мультимедийные тренинги по устройству электронных и атомно-силовых микроскопов, имитации работы с нанообъектами;
- мастер-класс со специалистами в области наноизмерений (атомно-силовая и электронная микроскопия, наноиндентирование), получения нанотрубок и нановолокон, наноструктурных покрытий.
- встречи с представителями российских компаний, работающих в области нанотехнологий и наноматериалов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах – составляет 50% аудиторных занятий.

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

Вопросы к зачету с оценкой

1. Классификация нанотехнологий.
2. Классификация и перспективы развития наноразмерных объектов и наноматериалов.
3. Состояние и перспективы применения нанотехнологий для машиностроения.
4. Фуллерены.
5. Нановолокна и нанотрубки.
6. Особенности квантовых точек.
7. Перспективы использования графена.
8. Физические особенности наноматериалов.
9. Ограничения по использованию наноматериалов и нанопокровтий.
10. Нанопокровтия в изделиях машиностроения.
11. Объемные наноматериалы в машиностроении.
12. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
13. Типы структур наноматериалов.
14. Композитные наноматериалы.
15. Методы порошковой металлургии при получении наноматериалов.
16. Методы получения наноматериалов с использованием аморфизации.
17. Методы получения наноматериалов интенсивной пластической деформацией.
18. Методы спекания нанопорошков для получения материалов.
19. Компактирование при производстве наноматериалов.

20. Химические основы получения наноматериалов.
21. Обзор электронных микроскопов.
22. Просвечивающая электронная микроскопия.
23. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
24. Сканирующая зондовая микроскопия.
25. Обзор современных зондовых микроскопов.
26. Методы поверхностных наноизмерений.
27. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
28. Устройства для дифракционного анализа.
29. Спектральные методы оценки наноструктур.
30. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
31. Наноиндентирование и микроиндентирование.
32. Скратч-тестирование при оценке свойств наноструктурированных пленок и покрытий.
33. Калотестирование при оценке толщины пленок и покрытий.
34. Трибологические свойства наноструктурных пленок и покрытий.
35. Адгезионные свойства нанопокровтий.
36. Особенности физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.
37. Особенности диагностики многослойных наноструктурных покрытий.
38. Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.
39. Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
40. Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.
41. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
42. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
43. Нанолитография.
44. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
45. Основные типы устройств для наноперемещений.
46. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
47. Нанороботы и наноманипуляторы.
48. Методы нанесения нанопокровтий.
49. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
50. Наномшины и их использование.
51. Многофункциональные наноструктурированные пленки.
52. Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий.
53. PVD-методы получения наноструктурных пленок.
54. CVD-технологии получения нанопокровтий.
55. PECVD-технологии получения покрытий.
56. Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий.
57. Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покрытий.
58. Многофункциональные наноструктурные покрытия.
59. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
60. Метод катодного распыления для получения покрытий.

Темы для самостоятельного изучения и оформления:

- Фуллерены.
- Нановолокна и нанотрубки.
- Особенности квантовых точек.

Перспективы использования графена.
Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
Особенности диагностики многослойных наноструктурных покрытий.
Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.
Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.
Нанолитография.
Основные типы устройств для наноперемещений.
Наноактуаторы и нанопозиционеры.
Нанороботы и наноманипуляторы. Наномашины и их использование.
Многофункциональные наноструктурированные пленки.
Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий.
PVD-методы получения наноструктурных пленок.
CVD-технологии получения нанопокровов.
PECVD-технологии получения покрытий.
Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий.
Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покрытий.
Многофункциональные наноструктурные покрытия. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
Метод катодного распыления для получения покрытий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Особенности электропроводности наноструктурированных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Аракелян [и др.]; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ). — Электронные текстовые данные (1 файл: 1,5 Мб). — Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2015. — 108 с.: ил. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 102-107. — Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки. — Adobe Acrobat Reader. — ISBN 978-5-9984-0585-3. — [URL: http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4346/1/01453.pdf](http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4346/1/01453.pdf).
2. Атомно-силовая микроскопия [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / С.Д. Карпунин, Ю.А. Быков. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0215.html.
3. "Наукоемкие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова. - М.: Машиностроение, 2012." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756192.html>.

б) Дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Нанотехнологии в машиностроении: учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Ю.Н. Полянчиков [и др.]. — Старый Оскол: ТНТ (Тонкие наукоемкие технологии), 2014. — 91 с.: ил., табл. — Библиогр.: с. 90-91. — ISBN 978-5-94178-318-2.
2. Ковшов А.Н. Основы нанотехнологии в технике: учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и "Автоматизированные технологии и производства" / А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимов. — 2-е изд., стер. — Москва: Академия, 2011. — 239 с.: ил., табл. — (Высшее профессиональное образование, Машиностроение). — Библиогр.: с. 238. — ISBN 978-5-7695-8040-6.

3. Морозов В.В., Сысоев Э.П. Нанотехнологии в керамике: монография: в 2 ч. Ч.2: Нанопленки, нанопокрyтия, наномембраны, нанотрубки, наностержни, нанопроволока. 2011 – 167 с. <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2487>.

в) Периодические издания:

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

г) Интернет-ресурсы:

- | | |
|---|---|
| http://www.portalnano.ru/ | http://www.ru-tech.ru/pub/nano |
| http://www.ntsр.info/ | http://www.nanotech.ru/ |
| http://www.nanonewsnet.ru/ | http://nano-info.ru/ |
| http://www.rusnanoforum.ru/ | http://www.iacnano.ru/ |
| http://www.nanometer.ru/ | http://www.nanoprom.net/ |
| www.rusnano.com | http://www.nanobusiness.fi/ |

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» ВлГУ располагает необходимым материально-техническим обеспечением:

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

Оборудование:

1. Установка для нанесения наноструктурированных покрытий UniCoat 600SL+;
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-N; 3D-нанокompозитные покрытия; 2D-нанокompозитные покрытия и пленки (в том числе алмазоподобные)- суперлаттики.
2. Стационарная установка для измерения микротвердости HVS 1000. Предназначен для измерения микротвердости в том числе и покрытий.
3. Испытательная система на растяжение с термокамерой WDW-100.
4. Калотестер CSM CAT (Модель CAT-S-AE).
5. Микрокомбитестер CSM MCT.
6. Трибометр CSM (Модель TRB-S-CE-000).

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

Оборудование: сканирующий электронный микроскоп Quanta 200-3D.

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

Оборудование: сканирующая зондовая нанолaborатория «Интегра Аура».

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

Оборудование:

- установка для получения углеродных нанотрубок и волокон «Таунит». Промышленный реактор для получения углеродных нанотрубок, нановолокон.
- установка ультразвуковой мойки, производитель УЗ техника (РФ).
- диспергатор, производитель УЗ техника (РФ).

Кроме того, для проведения лекционных занятий используются наборы слайдов и кинофильмы, позволяющие студентам приобрести навыки компьютерной симуляции измерений нанообъектов.

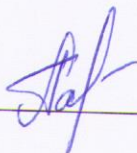
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО
по направлению 44.03.04 «Профессиональное обучение»
Рабочую программу составил доцент кафедры технологии машиностроения

Жданов Алексей Валерьевич



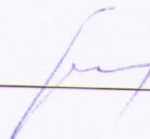
Рецензент: директор МБОУ «Лицей-интернат № 1» г. Владимира

Пасынков И.А.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии машиностроения
протокол № 3/3 от 09.11 2015 г.

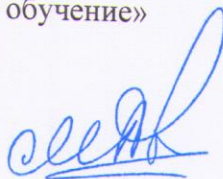
Заведующий кафедрой ТМС



В.В. Морозов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 44.03.04 «Профессиональное обучение»
протокол № 2 от 10.11 2015 г.

Председатель комиссии



М.В. Артамонова

директор педагогического института