

2013, 2014

**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 » 01 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/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 кон- троля (экз./зачет)
2	4, 144	18	-	36	90	зачет с оценкой
Итого	4, 144	18	-	36	90	зачет с оценкой

Владимир, 2016 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» 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 «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, кало- и скратч-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.3).

Дисциплина «Основы нанотехнологий в машиностроении» изучается во 2-м семестре подготовки бакалавров по направлению 28.03.02. Для успешного изучения дисциплины «Основы нанотехнологий в машиностроении» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Физика», «Химия», «Введение в наноинженерию» и «Математика».

При изучении, указанных дисциплин студенты должны хорошо усвоить основные термины и определения, а так же 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.

Основные положения дисциплины будут использованы при изучении следующих курсов «Методы получения наноструктурированных покрытий в машиностроении», «Материаловедение наноматериалов и наносистем» и «Высоковакуумные технологические процессы в наноинженерии».

## 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, Р5, Р6** (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 проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований (ПК-3):

*Знать:* основы формулирования поисковых запросов, основные информационные базы;

*Уметь:* проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований нанотехнологий;

*Владеть:* опытом оформления результатов проведенного поиска информационных источников;

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

*Знать:* основные принципы получения и анализа наноразмерных объектов, наноструктурированных материалов и покрытий;

*Уметь:* в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении технологических и измерительных работ при создании нанопокровов;

*Владеть:* опытом подбора состава покрытия для нанесения на режущую пластину.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных 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 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			
<b>1</b>	<b>Классификация и основы нанотехнологий</b>	2		<b>6</b>		<b>12</b>		<b>30</b>		<b>9 / 50%</b>		
1.1	Особенности нанотехнологий в машиностроении.		1	1					8		<i>Рейтинг-контроль №1</i>	
1.2	Принципы и методы получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок		1	1					4			
1.3	Нанопокртия в машиностроении		1-3	2		4			6			
1.4	Объемные и композитные наноматериалы		3-5	1		4			6			
1.5	Типы структур наноматериалов		5-6	1		4			6			
<b>2</b>	<b>Основы наноизмерений и нанодиагностики.</b>				<b>6</b>		<b>12</b>		<b>30</b>		<b>9 / 50%</b>	
2.1	Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов		6-8	2		4			8		<i>Рейтинг-контроль №2</i>	
2.2	Основы электронной микроскопии		8-9	1		4			8			
2.3	Основы атомно-силовой микроскопии		9-10	1		4			8			
2.4	Определение адгезионных свойств		11	2					6			
<b>3</b>	<b>Применение и тенденции развития нанотехнологий в машиностроении.</b>				<b>6</b>		<b>12</b>		<b>30</b>		<b>9 / 50%</b>	
3.1	Основы размерной нанобработки.		12-14	3		4			16		<i>Рейтинг-контроль №3</i>	
3.2	Нанопорошки и их использование.		14-18	3		8			14			
<b>Итого за 2-й семестр 144 часа</b>				<b>18</b>		<b>36</b>		<b>90</b>		<b>27 / 50</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	

## 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 лабораторных работ используются поисковый и исследовательские методы, а так же активные формы обучения, такие как

- компьютерная симуляция измерений нанообъектов с помощью наноиндентирования, калориметрии и скрачтестирования, 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 для проведения рейтинг-контроля № 1

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.

### Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 2

1. Обзор электронных микроскопов.
2. Просвечивающая электронная микроскопия.
3. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
4. Сканирующая зондовая микроскопия.
5. Обзор современных зондовых микроскопов.

6. Методы поверхностных наноизмерений.
7. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
8. Устройства для дифракционного анализа.
9. Спектральные методы оценки наноструктур.
10. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
11. Наноиндентирование и микроиндентирование.
12. Скратч-тестирование при оценке свойств наноструктурированных пленок и покрытий.
13. Калотестирование при оценке толщины пленок и покрытий.
14. Трибологические свойства наноструктурных пленок и покрытий.
15. Адгезионные свойства нанопокровтий.
16. Особенности физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.
17. Особенности диагностики многослойных наноструктурных покрытий.
18. Основы нанометрологического обеспечения измерений покрытий.
19. Сравнение международных и отечественных стандартов для оценки нанообъектов.
20. Проблемы безопасности при работе с нанообъектами.

### **Вопросы для проведения рейтинг-контроля № 3**

1. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
2. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
3. Нанолитография.
4. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
5. Основные типы устройств для наноперемещений.
6. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
7. Нанороботы и наноманипуляторы.
8. Методы нанесения нанопокровтий.
9. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
10. Наномашины и их использование.
11. Многофункциональные наноструктурированные пленки.
12. Ионная имплантация и плакирование при получении заданных свойств покрытий.
13. PVD-методы получения наноструктурных пленок.
14. CVD-технологии получения нанопокровтий.
15. PECVD-технологии получения покрытий.
16. Лазерная абляция при получении наноструктурированных покрытий.
17. Методы световой и ионной литографии для получения наноструктурированных покрытий.
18. Многофункциональные наноструктурные покрытия.
19. 2D- и 3D-наноструктурированные покрытия.
20. Метод катодного распыления для получения покрытий.

### **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. Наномашины 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 нанопокровтий.  
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>>.
2. Атомно-силовая микроскопия [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / С.Д. Карпухин, Ю.А. Быков. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0215.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0215.html).
3. "Научно-технологические 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. Поляничков [и др.]. — Старый Оскол: ТНТ (Тонкие наукоемкие технологии), 2014. — 91 с.: ил., табл. — Библиогр.: с. 90-91. — ISBN 978-5-94178-318-2.
2. Пул, Чарльз П. (младший). Нанотехнологии: учебное пособие по направлению "Нанотехнологии": пер. с англ. / Ч.П. Пул-мл., Ф.Дж. Оуэнс. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Техносфера, 2009. — 335 с.: ил., цв. ил. — (Мир материалов и технологий). — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-94836-201-4.
3. Ковшов А.Н. Основы нанотехнологии в технике: учебное пособие для вузов по направлениям "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.
4. Сергеев, А. Г. Нанометрология: монография / А.Г. Сергеев. — М.: Логос, 2011. — 416 с. — ISBN 978-5-98704-494-0. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469008>.
5. [Морозов В.В.](#), Сысоев Э.П. Нанотехнологии в керамике: монография в 2-х частях. Ч.1. Наночастицы 2010 - 276 с. <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2226>.
6. [Морозов В.В.](#), Сысоев Э.П. Нанотехнологии в керамике: монография: в 2 ч. Ч.2: Нанопленки, нанопокртытия, наномембраны, нанотрубки, наностержни, нанопроволока. 2011 – 167 с. <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2487>.

*в) периодические издания (библиотечная система ВлГУ):*

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.

*в) Интернет-ресурсы:*

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

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

<a href="http://www.nts.info/">http://www.nts.info/</a>	<a href="http://www.nanotech.ru/">http://www.nanotech.ru/</a>
<a href="http://www.nanonewsnet.ru/">http://www.nanonewsnet.ru/</a>	<a href="http://nano-info.ru/">http://nano-info.ru/</a>
<a href="http://www.rusnanoforum.ru/">http://www.rusnanoforum.ru/</a>	<a href="http://www.iacnano.ru/">http://www.iacnano.ru/</a>
<a href="http://www.nanometer.ru/">http://www.nanometer.ru/</a>	<a href="http://www.nanoprom.net/">http://www.nanoprom.net/</a>
<a href="http://www.rusnano.com">www.rusnano.com</a>	<a href="http://www.nanobusiness.fi/">http://www.nanobusiness.fi/</a>

### Учебно-методические издания

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

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

Рабочую программу составил к.т.н., доцент Новикова Е.А.   
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
ЗАО «Рост-Плюс», генеральный директор

Заморников А.А.

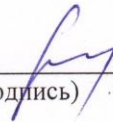
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 5/1 от 14.01.2016 года

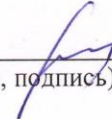
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.

  
(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)