

**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

2025г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Программа подготовки: Процессы механической и физико-технической обработки

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоемкость<br>зач. ед./ час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|---------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 2       | 5 / 180                        | -               | 18                           | 18                          | 108          | Экзамен (36ч)                                       |
| Итого   | 5/180                          | -               | 18                           | 18                          | 108          | 36  |

Владимир 2025

*Handwritten mark*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

| Код цели | Формулировка цели  |
|----------|--|
| Ц1       | Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской деятельности</i> в области разработки и эксплуатации машиностроительных производств, объектов и технологий машиностроения, исходя из задач конкретного исследования; к <i>научно-педагогической деятельности</i> , разработке методического обеспечения и применению современных методов и методик преподавания.  |
| Ц2       | Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской деятельности</i> , обеспечивающей создание проектов машиностроительного производства и внедрение технологий изготовления машиностроительных изделий, с учетом внешних и внутренних требований к их производству и качеству, <i>внедрение и эксплуатацию</i> новых материалов, технологий, оборудования, востребованных на региональном, отечественном и зарубежном рынке. |

Целями освоения дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» являются подготовка к профессиональной деятельности в области исследований и разработок, направленных на поддержание и развитие национальной технологической среды; на создание новых и применение современных производственных процессов и машиностроительных технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Нанотехнологии в машиностроении» относится к дисциплинам базовой части и изучается во 2-ом семестре подготовки магистров по направлению 15.04.05 после обязательного прохождения дисциплин «Методы обеспечения качества машиностроительной продукции», «Методология научных исследований в машиностроении», «Информационно-измерительные системы». Дисциплина является основной в конструкторско - технологическом обеспечении современных машиностроительных производств и базовой для изучения последующих дисциплин, в том числе «Анализ точности функционирования технических и технологических систем», «Современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств» и др.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.04.05:

P1, P2 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.04.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемым компетенциям ОПОП:

способность разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-5):

*Знать:* этапы изготовления изделий с применением нанотехнологий.

*Уметь:* внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, средств и систем их сопровождения на производстве.

*Владеть:* опытом составления планов реализации эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий.

способностью осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования современных научных методов исследования, ориентироваться в постановке задач и определять пути поиска и средства их решения, применять знания о современных методах исследования, ставить и решать прикладные исследовательские задачи (ПК-15):

*Знать:* основные проблемы развития нанотехнологий в машиностроении.

*Уметь:* использовать современные научные методы исследования, диагностики при создании наноматериалов и покрытий.

*Владеть:* методами измерения, анализа, диагностики материалов и покрытий.

способностью использовать научные результаты и известные научные методы и способы для решения новых научных и технических проблем, проблемно-ориентированные методы анализа, синтеза и оптимизации конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, разрабатывать их алгоритмическое и программное обеспечение (ПК-17):

*Знать:* современные достижения нанотехнологий в России и зарубежом.

*Уметь:* формулировать технические проблемы создания технологических процессов с использованием нанотехнологий.

*Владеть:* опытом выбора материалов и инструментов для обеспечения наукоемкого технологического процесса на основе критериев оценки.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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 и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|--------------------|--------|---------|---|---|
|       |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС    | КП / КР |   |   |
| 1     | <b>Классификация и физические основы нанотехнологий.</b>                            | 2       |                 | -  | 10                   | -                   | -                  | 3<br>2 | -       | 5 / 50%   |   |
| 1.1   | Нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения.              |         |                 | -  | -                    | -                   | -                  | 4      | -       | -   | Отчеты по практическим работам, реферат   |
| 1.2   | Фуллерены, нановолокна и нанотрубки.  |         | 1-2             | -  | 4                    | -                   | -                  | 6      | -       | 2 / 50%   |   |
| 1.3   | Нанопокрывтия в машиностроении.   |         | 3               | -  | 2                    | -                   | -                  | 6      | -       | 1 / 50%   |   |
| 1.4   | Объемные и композитные наноматериалы, типы структур наноматериалов.                 |         | 4               | -  | 2                    | -                   | -                  | 6      | -       | 1 / 50%   |   |
| 1.5   | Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.                 |         | 5               | -  | 2                    | -                   | -                  | 6      | -       | 1 / 50%   |   |
|       | <i>Текущий контроль</i>   |         |                 |  |                      |                     |                    |        |         |   | <i>Рейтинг-контроль №1</i>  |
| 2     | <b>Наноизмерения и нанодиагностика.</b>   |         |                 | -  | -                    | 1<br>6              | -                  | 4<br>6 | -       | 8 / 50%   |   |
| 2.1   | Определение физико-механических свойств наноструктурированных покрытий и материалов |         | 6-7             | -  | -                    | 4                   | -                  | 1<br>4 | -       | 2 / 50%   | Отчеты по лабораторным работам, реферат   |
| 2.    | Электронная   |         | 8-              | -  | -                    | 4                   | -                  | 1      | -       | 2 / 50%   |   |

|          |   |  |         |   |        |        |   |         |   |                            |  |
|----------|---|--|---------|---|--------|--------|---|---------|---|----------------------------|--|
| 2        | микроскопия   |  | 9       |   |        |        | 2 |         |   |                            |  |
| 2.<br>3  | Атомно-силовая микроскопия  |  | 10<br>- | - | -      | 4      | - | 1<br>2  | - | 2 / 50%                    |  |
| 2.<br>4  | Определение адгезионных свойств   |  | 12<br>- |   |        | 4      | - | 8       |   | 2 / 50%                    |  |
|          | <i>Текущий контроль</i>   |  |         |   |        |        |   |         |   | <i>Рейтинг-контроль №2</i> |  |
| <b>3</b> | <b>Применение и тенденции развития нанотехнологий в машиностроении.</b> |  |         | - | 8      | 2      | - | 3<br>0  |   | 5 / 50%                    |  |
| 3.<br>1  | Размерная обработка на станках ЧПУ.                                     |  |         | - | 4      | 2      | - | 1<br>0  | - | 3 / 50%                    | Отчеты по лабораторным и практическим работам, реферат |
| 3.<br>2  | Нанопорошки и их использование  |  |         | - | 4      | -      | - | 1<br>0  | - | 2 / 50%                    |  |
| 3.<br>3  | Устройства для наноперемещений  |  |         | - |        |        | - | 1<br>0  | - |                            |  |
|          | <i>Текущий контроль</i>   |  |         |   |        |        |   |         |   |                            | <i>Рейтинг-контроль №3</i>                             |
| Всего    |   |  |         | - | 1<br>8 | 1<br>8 | - | 10<br>8 | - | 18 / 50%                   | Экзамен (36ч)  |

### Перечень практических работ

Практическая работа №1.

Анализ применения нанотехнологий в различных отраслях машиностроения. 2 часа.

Практическая работа №2.

Роль нанотехнологий в получении новых конструкционных материалов с заданными свойствами. 2 часа.

Практическая работа №3

Обоснование необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для инструментов и технологической оснастки. 2 часа.

Практическая работа №4.

Исследование возможности внедрения нанотехнологических разработок в машиностроительном производстве. 4 часа.

Практическая работа №5.

Сравнение режущих свойств стандартного инструмента и инструмента, изготовленного при помощи нанотехнологий. 4 часа.

Практическая работа №6.

Сравнение режущих свойств стандартных сменных пластин и пластин с нанопокрытиями. 4 часа.

### Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1.  
Определение физико-механических свойств наноструктурированных покрытий и материалов. 2 часа.

Лабораторная работа №2.  
Электронная микроскопия. 2 часа.

Лабораторная работа № 3.  
Исследования топологии поверхностей методом атомно- силовой микроскопии. 2 часа.

Лабораторная работа №4.  
Исследование адгезионных свойств наноструктурированных покрытий. 2 часа.

Лабораторная работа 5.  
Принципы и методы получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок на установке «Таунит» . 2 часа.

Лабораторная работа 6.  
Принцип работы и устройство установки для нанесения нанопокровов UniCoat 600 SL+. 2 часа.

Лабораторная работа 7.  
Типы нанопокровов в машиностроении. 2 часа.

Лабораторная работа 8.  
Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов. 2 часа.

Лабораторная работа 9.  
Объемные и композитные наноматериалы. 2 часа.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебно-методические материалы по дисциплине доступны для студентов на образовательном сервере ВлГУ:

<http://www.cs.vlsu.ru:81/course/view.php?id=1174>

Для лабораторных работ:

А) компьютерная симуляция измерений нанообъектов с помощью наноиндентирования, атомно-силовой микроскопии;

Б) мультимедийные тренинги по устройству электронных и атомно-силовых микроскопов, имитации работы с нанообъектами.

Для практических работ:

Предусмотрен мастер-класс со специалистами в области наноизмерений (атомно-силовая и электронная микроскопия, наноиндентирование), получения нанотрубок и нановолокон, наноструктурных покрытий.

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

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

### **Вопросы для проведения текущего контроля успеваемости студентов**

#### **Рейтинг-контроль 1.**

1. Нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения.
2. Использование нанотехнологий для создания высокоэффективных технологических процессов.
3. РОСНАНО: стратегия развития машиностроительных отраслей.
4. Фуллерены – технологии получения, применяемое оборудование.
5. Нановолокна – технологии получения, применяемое оборудование.
6. Нанотрубки – технологии получения, применяемое оборудование.
7. Получение наноматериалов как технологическая задача.
8. Нанесение нанопокровов как технологическая задача.
9. Нанесение наноструктурных износостойких покрытий на обрабатываемый инструмент.
10. Нанесение покрытий на алмазный порошок.
11. Нанесение декоративно-защитных покрытий на корпуса инструмента.
12. Изготовление катодов и мишеней для нанесения наноструктурных покрытий.
13. Наномодификация поверхностного слоя.
14. Наноразмерная обработка режущих кромок и переходных элементов обрабатываемого инструмента.
15. Неразъемное соединение наноструктурных поверхностей рабочей части и корпуса инструмента.
16. Объемные и композитные наноматериалы.
17. Штамповые стали и твердые сплавы в режущих инструментах.
18. Режущие и керамические материалы.
19. Поликристаллические алмазы и кубический нитрид бора.
20. Создание «идеального» режущего материала.
21. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.

#### **Рейтинг-контроль 2**

1. Наноизмерения и нанодиагностика – основные понятия.
2. Оборудование для проведения наноизмерений.
3. Методика проведения наноизмерений.
4. Оборудование для проведения нанодиагностики.
5. Методика проведения нанодиагностики.
6. Определение физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.
7. Определение физико-механических свойств наноструктурированных материалов.
8. Электронная микроскопия – принцип работы, оборудование.
9. Атомно-силовая микроскопия - принцип работы, оборудование.

#### **Рейтинг-контроль 3**

1. Современные мировые тенденции развития нанотехнологий в машиностроении.
2. Стратегия развития нанотехнологий в России.
3. Размерная нанобработка – виды.
4. Сверхточные станки для нанобработки.
5. Создание сверхмалых копий существующих макрообъектов.
6. Разработка образцов, не имеющих традиционных аналогов.

7. Нанопорошки и их использование.
8. Нанопорошки. Оксиды металлов. Смеси и сложные оксиды.
9. Компактирование нанопорошков.
10. Устройства наноперемещений для технологических операций.
11. Роботы, манипуляторы для наноперемещений.
12. Наноэлектромеханические системы.

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации студентов – экзамену**

- 1 Нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения.
- 2 Наноэлектромеханические системы.
- 3 Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 4 Использование нанотехнологий для создания высокоэффективных технологических процессов.
- 5 Роботы, Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 6 манипуляторы для наноперемещений.
- 7 Индивидуальное задание: составление технологического процесса нанесения покрытия на инструмент.
- 8 Фуллерены – технологии получения, применяемое оборудование.
- 9 Устройства наноперемещений для технологических операций.
- 10 Индивидуальное задание: выбор методов измерения нанесенного покрытия.
- 11 Нанотрубки и нановолокна – технологии получения, применяемое оборудование.
- 12 Сверхточные станки для нанобработки.
- 13 Индивидуальное задание: оценка характеристик режущего инструмента с покрытием и без на основе установленных критериев.
- 14 Получение наноматериалов как технологическая задача.
- 15 Размерная нанобработка – виды.
- 16 Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 17 Нанесение нанопокровов как технологическая задача.
- 18 Стратегия развития нанотехнологий в России.
- 19 Индивидуальное задание: составление технологического процесса нанесения покрытия на инструмент.
- 20 Нанесение наноструктурных износостойких покрытий на обрабатываемый инструмент.
- 21 Электронная микроскопия – принцип работы, оборудование.
- 22 Индивидуальное задание: выбор методов измерения нанесенного покрытия.
- 23 Методика проведения наноизмерений.
- 24 Нанесение покрытий на алмазный порошок.
- 25 Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 26 Нанесение декоративно-защитных покрытий на корпуса инструмента.
- 27 Атомно-силовая микроскопия - принцип работы, оборудование.
- 28 Индивидуальное задание: составление технологического процесса нанесения покрытия на инструмент.
- 29 Изготовление катодов и мишеней для нанесения наноструктурных покрытий.
- 30 Разработка образцов, не имеющих традиционных аналогов.
- 31 Индивидуальное задание: выбор методов измерения нанесенного покрытия.
- 32 Современные мировые тенденции развития нанотехнологий в машиностроении.
- 33 Наномодификация поверхностного слоя.
- 34 Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 35 Наноразмерная обработка режущих кромок и переходных элементов обрабатываемого инструмента.
- 36 Методика проведения нанодиагностики.
- 37 Индивидуальное задание: составление технологического процесса нанесения покрытия на инструмент.



- 38 Неразъемное соединение наноструктурных поверхностей рабочей части и корпуса инструмента.
- 39 Создание сверхмалых копий существующих макрообъектов.
- 40 Индивидуальное задание: выбор методов измерения нанесенного покрытия.
- 41 Объемные и композитные наноматериалы.
- 42 Определение физико-механических свойств наноструктурированных покрытий.
- 43 Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 44 Штамповые стали и твердые сплавы в режущих инструментах.
- 45 Компактирование нанопорошков.
- 46 Индивидуальное задание: составление технологического процесса нанесения покрытия на инструмент.
- 47 Оборудование для проведения наноизмерений.
- 48 Режущие и керамические материалы.
- 49 Индивидуальное задание: выбор методов измерения нанесенного покрытия.
- 50 Наноизмерения и нанодиагностика – основные понятия.
- 51 Поликристаллические алмазы и кубический нитрид бора.
- 52 Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 53 Нанопорошки. Оксиды металлов. Смеси и сложные оксиды.
- 54 Определение физико-механических свойств наноструктурированных материалов.
- 55 Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
- 56 Создание «идеального» режущего материала.
- 57 Методика проведения нанодиагностики.
- 58 Индивидуальное задание: составление технологического процесса нанесения покрытия на инструмент.
- 59 Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
- 60 Нанопорошки и их использование.
- 61 Индивидуальное задание: выбор методов измерения нанесенного покрытия.

### **Задания для контроля самостоятельной работы студентов**

Тема 1. Темы рефератов по теме 1:

1. Классификация нанотехнологий и наноразмерных объектов
2. Состояние и перспективы применения нанотехнологий для машиностроения.
3. Фуллерены.
4. Нановолокна и нанотрубки.
5. Перспективы использования графена.
6. Нанопокрyтия для режущего инструмента.
7. Нанопокрyтия в изделиях машиностроения.
8. Объемные наноматериалы в машиностроении.
9. Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.
10. Типы структур наноматериалов.
11. Композитные наноматериалы.

Тема 2. Темы рефератов по теме 2:

1. Обзор электронных микроскопов.
2. Просвечивающая электронная микроскопия.
3. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
4. Сканирующая зондовая микроскопия.
5. Методы поверхностных наноизмерений.
6. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
7. Устройства для дифракционного анализа.
8. Спектральные методы оценки наноструктур.

9. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
10. Наноиндентирование.

Тема 3. Темы рефератов по теме 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 нанопокровов.
9. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрытий.
10. Наномашин.
11. Многофункциональные наноструктурированные пленки.

#### ***Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов***

Основой для самостоятельной работы студентов является наличие Интернет-ресурсов различного уровня для выполнения самостоятельной работы.

На уровне ВлГУ – это электронная библиотека; на уровне выпускающей кафедры ТМС - размещенный на сервере ЦДО учебно-методический комплекс, позволяющий ежедневно консультировать и сопровождать самостоятельную работу студентов в удобной для них форме.

На уровне России – известные открытые образовательные ресурсы: общедоступная универсальная интернет-энциклопедия Википедия <http://www.wikipedia.org>. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" ([window.edu.ru](http://window.edu.ru)) и другие порталы, отвечающие специфике дисциплины.

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

*а) основная литература (библиотечный фонд 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. Карпунин, 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 "Наукоемкие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А.Г. Сулов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Сулова. - М.: Машиностроение, 2012." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756192.html>.

б) дополнительная литература (библиотечный фонд 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, нанопокрyтия, наномембраны, нанотрубки, наностержни, нанопроволока. 2011 – 167 с. <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2487>.

в) периодические издания:

| <i>Печатное издание (фонд библиотеки ВлГУ)</i> | <i>Электронная версия издания</i>   |
|--|---|
| «Вестник машиностроения»                       | <a href="http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/">http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/</a>                             |
| «Вестник nano-технологий»                      | <a href="http://i.uran.ru/webcab/journals/journals/944">http://i.uran.ru/webcab/journals/journals/944</a>   |
| «Нано-и микросистемная техника»                | <a href="http://www.microsystems.ru/">http://www.microsystems.ru/</a>   |
| «Наноиндустрия»                                | <a href="http://www.nanoindustry.su/">http://www.nanoindustry.su/</a>   |
| «Наноматериалы и наноструктуры»                | <a href="http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr18">http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr18</a>   |
| «Нанотехнологии: Наука и производство»         | <a href="http://i.uran.ru/webcab/journals/journals/524">http://i.uran.ru/webcab/journals/journals/524</a>   |
| «Наукоёмкие технологии в машиностроении»       | <a href="http://www.mashin.ru/eshop/journals/naukomkie_tehnologii_v_mashinostroenii/">http://www.mashin.ru/eshop/journals/naukomkie_tehnologii_v_mashinostroenii/</a> |
| «Проблемы машиностроения и надежность машин»   | <a href="http://www.imash.ru/publishing/journal1/">http://www.imash.ru/publishing/journal1/</a>   |
| «Современные наукоёмкие технологии»            | <a href="http://top-technologies.ru/ru">http://top-technologies.ru/ru</a>   |
| «Технология машиностроения»                    | <a href="http://www.ic-tm.ru/info/tekhnologiya_mashinostroeniya">http://www.ic-tm.ru/info/tekhnologiya_mashinostroeniya</a>   |

в) интернет-ресурсы:

| <i>Название портала</i>                                      | <i>ссылка</i>   |
|--|---|
| Федеральный интернет портал «Нанотехнологии и наноматериалы» | <a href="http://www.portalnano.ru/">http://www.portalnano.ru/</a> |

|   |   |
|---|---|
| АО «РОСНАНО»  | <a href="http://www.rusnano.com/">http://www.rusnano.com/</a>             |
| Автономная некоммерческая организация «Электронное образование для nanoиндустрии»   | <a href="http://www.edunano.ru">http://www.edunano.ru</a>                 |
| RusNanoNet.ru - информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети   | <a href="http://www.rusnanonet.ru/">http://www.rusnanonet.ru/</a>         |
| Интерактивный словарь нанотехнологический терминов  | <a href="http://thesaurus.rusnano.com/">http://thesaurus.rusnano.com/</a> |
| «Единое окно» доступа к образовательным ресурсам  | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                 |
| Сайт научного общества «Нанометр»   | <a href="http://www.nanometer.ru/">http://www.nanometer.ru/</a>           |
| Сайт о нанотехнологиях в России   | <a href="http://www.nanonewsnet.ru/">http://www.nanonewsnet.ru/</a>       |
| Междисциплинарное обучение  | <a href="http://www.nano-obr.ru/">http://www.nano-obr.ru/</a>             |
| «Лекториум», образовательные курсы нового поколения (Massive Open Online Course), подготовленные ведущими вузами России специально для онлайн образования | <a href="https://www.lektorium.tv/">https://www.lektorium.tv/</a>         |
| «Универсарий», межвузовская площадка открытого электронного образования   | <a href="http://universarium.org/">http://universarium.org/</a>           |
| «OpenEdu», открытое образование, курсы ведущих вузов России   | <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>                     |

#### **Учебно-методические издания**

1. Новикова Е.А. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [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 указания к лабораторным работам по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [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. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [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/>
4. Новикова Е.А. Оценочные средства по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [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 Образовательная программа 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=56>

## МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 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). Соответствуют нормам СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.4.3.1186-03, ППБ 01-03, СНИП 21-01-97, СНИП 23-05, НПБ 104-03

#### *Оборудование:*

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

2. Стационарная установка для измерения микротвердости HVS 1000: производитель – Тайвань. Предназначена 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. Соответствуют нормам СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.4.3.1186-03, ППБ 01-03, СНИП 21-01-97, СНИП 23-05, НПБ 104-03

#### *Оборудование:*

- токарно-фрезерный станок EMCO CONCEPT TURN 155 с приводными Сканирующий электронный микроскоп Quanta 200-3D: производитель FEI (Нидерланды).

### 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. Соответствуют нормам СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.4.3.1186-03, ППБ 01-03, СНИП 21-01-97, СНИП 23-05, НПБ 104-03

#### *Оборудование:*

Сканирующая зондовая нанолaborатория «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.

### 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). Соответствуют нормам СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН

2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.4.3.1186-03, ППБ 01-03, СнИП 21-01-97, СнИП 23-05, НПБ 104-03.

*Оборудование:*

- установка для получения углеродных нанотрубок и волокон «Таунит»: 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 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Рабочую программу составил Новикова С. Н., доцент кафедры ТМС  
(ФИО, подпись)

Рецензент:  
(представитель работодателя) ООО «Конструкторское бюро технологий машиностроения», генеральный директор

Дарсалия Р.Т.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 6 от 9.02.2015 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Протокол № 6 от 9.02.2015 года

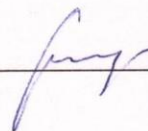
Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.  
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9/1 от 21.04.2016 года

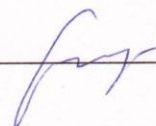
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2017 года

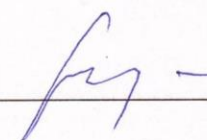
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

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



Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2019 года

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

