

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

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:  
 Директор института  
 \_\_\_\_\_ Елкин А.И.  
 « 21 августа 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

**направление подготовки / специальность**

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
 (код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Процессы механической и физико-технической обработки  
 (направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

### МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.О.08 «Нанотехнологии в машиностроении» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Пререквизиты: «Методология научных исследований в машиностроении», «Методы обеспечения качества машиностроительной продукции»

**Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

| Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |
|---|---|---|---|
|   | 2 семестр   |   |   |
|   | 1   | 2 | 3 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b>  |   |   |   |
| 1. Выпускная квалификационная работа.   | +   | + | + |
| 2. Методология научных исследований в машиностроении.                                       | +   | + | + |
| <b>Последующие дисциплины</b>   |   |   |   |
| 1. Современные проблемы инструментального обеспечения                                       | +   | + | + |
| 2. Методы получения наноструктурированных материалов и покрытий в машиностроении.           | +   | + | + |

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции  |   | Наименование оценочного средства   |
|--|---|---|--|
|  | Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине   |  |
| ОПК-2. Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы. | ОПК-2.1. Знает современные методы исследований в области машиностроения.<br>ОПК-2.2. Умеет адекватно оценивать и грамотно предоставить результаты выполненной | Знает:<br>- современные достижения нанотехнологий в России и зарубежом;<br>- основные проблемы развития нанотехнологий в машиностроении;<br>- этапы изготовления изделий с применением нанотехнологий.<br>Умеет:<br>- использовать современные научные методы исследования, диагностики при создании наноматериалов и покрытий;<br>- внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, | Тестовые вопросы<br>Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | <p>работы.<br/>ОПК-2.3.<br/>Владеет навыками разработки новых методов исследования в своей предметной области.</p> | <p>средств и систем их сопровождения на производстве;<br/>- формулировать технические проблемы создания технологических процессов с использованием нанотехнологий.<br/>Владеет:<br/>- методами измерения, анализа, диагностики материалов и покрытий;<br/>- опытом составления планов реализации эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий;<br/>- опытом выбора материалов и инструментов для обеспечения наукоемкого технологического процесса на основе критериев оценки.</p> |  |
|--|--|--|--|

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины                                       | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником |                      |                     |                                 | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--|---------|-----------------|---|----------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------|---|
|       |  |         |                 | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы | в форме практической подготовки |                        |   |
| 1     | Нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения.               | 2       | 1               | -   | -                    | -                   |                                 | 4                      | Рейтинг контроль № 1  |
| 2     | Фуллерены, нановолокна и нанотрубки.   | 2       | 1-2             | -   | 4                    | -                   |                                 | 6                      |   |
| 3     | Нанопокрывтия в машиностроении.  | 2       | 3               | -   | 2                    | -                   |                                 | 6                      |   |
| 4     | Объемные и композитные наноматериалы, типы структур наноматериалов.                  | 2       | 4               | -   | 2                    | -                   |                                 | 6                      | Рейтинг контроль № 2  |
| 5     | Перспективы нанотехнологий в системах записи и хранения информации.                  | 2       | 5               | -   | 2                    | -                   |                                 | 6                      |   |
| 6     | Определение физико-механических свойств наноструктурированных покрытий и материалов. | 2       | 6-7             | -   | -                    | 4                   |                                 | 14                     |   |
| 7     | Электронная микроскопия.   | 2       | 8-9             | -   | -                    | 4                   |                                 | 12                     | Рейтинг контроль № 3  |
| 8     | Атомно-силовая микроскопия.  | 2       | 10-11           | -   | -                    | 4                   |                                 | 12                     |   |
| 9     | Определение адгезионных свойств.   | 2       | 12-13           | -   | -                    | 4                   |                                 | 8                      |   |
| 10    | Размерная нанообработка на станках ЧПУ.  | 2       | 14-16           | -   | 4                    | 2                   |                                 | 10                     |   |

|                            |                                 |   |       |   |   |   |  |     |                 |
|----------------------------|---------------------------------|---|-------|---|---|---|--|-----|-----------------|
| 11                         | Нанопорошки и их использование. | 2 | 16-18 | - | 4 | - |  | 10  |                 |
| 12                         | Устройства для наноперемещений. | 2 |       | - | - | - |  | 10  |                 |
| Всего за 2 семестр:        |                                 |   |       |   |   |   |  | 108 | Экзамен, 36 час |
| Наличие в дисциплине КП/КР |                                 |   |       |   |   |   |  |     |                 |
| Итого по дисциплине        |                                 |   |       |   |   |   |  | 108 | Экзамен, 36 час |

### Содержание практических занятий по дисциплине

Практическая работа №1. Анализ применения нанотехнологий в различных отраслях машиностроения.

*Содержание:* Анализ путей развития нанотехнологий и применения различных наноматериалов и нанопродуктов в различных отраслях.

Практическая работа №2. Роль нанотехнологий в получении новых конструкционных материалов с заданными свойствами.

*Содержание:* Анализ преимуществ применения нанотехнологий в получении новых конструкционных материалов с заданными свойствами.

Практическая работа №3. Обоснование необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для инструментов и технологической оснастки.

*Содержание:* Выбор и обоснование необходимости применения упрочняющих нанотехнологий для инструментов и технологической оснастки.

Практическая работа №4. Исследование возможности внедрения нанотехнологических разработок в машиностроительном производстве.

*Содержание:* Виды и области применения нанотехнологических разработок в машиностроительном производстве.

Практическая работа №5. Сравнение режущих свойств стандартного инструмента и инструмента, изготовленного при помощи нанотехнологий.

*Содержание:* Сравнение режущих свойств стандартного инструмента и инструмента, изготовленного при помощи нанотехнологий.

Практическая работа №6. Сравнение режущих свойств стандартных сменных пластин и пластин с нанопокрывтиями.

*Содержание:* Сравнение режущих свойств стандартных сменных пластин и пластин с нанопокрывтиями.

### Содержание лабораторных работ по дисциплине

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

*Содержание:* Изучение принципа действия и основных узлов калотестера.

Лабораторная работа №2. Электронная микроскопия.

*Содержание:* Изучение принципа действия и основных узлов электронного микроскопа.

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

*Содержание:* Изучение принципа действия и основных узлов атомно-силового микроскопа.

Лабораторная работа №4 Исследование адгезионных свойств наноструктурированных покрытий.

*Содержание:* Проведение исследования адгезионных свойств наноструктурированных покрытий.

Лабораторная работа №5. Принципы и методы получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок на установке «Таунит».

*Содержание:* Изучение принципов и методов получения фуллеренов, нановолокон и нанотрубок на установке «Таунит».

Лабораторная работа №6. Принцип работы и устройство установки для нанесения нанопокровтий UniCoat 600 SL+.

*Содержание:* Изучение принципа работы и устройства установки для нанесения нанопокровтий UniCoat 600 SL+.

Лабораторная работа №7. Типы нанопокровтий в машиностроении.

*Содержание:* Изучение различных типов нанопокровтий, применяемых в машиностроении.

Лабораторная работа №8. Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.

*Содержание:* Определение физико-механических свойств наноструктурных покрытий и материалов.

Лабораторная работа №9. Объемные и композитные наноматериалы.

*Содержание:* Изучение различных типов объемных и композитных наноматериалов.

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

**5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).** Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля успеваемости.

### **Вопросы рейтинг-контроля №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 нанопокровтий как технологическая задача.
9. Нанесение наноструктурных износостойких покрытий на обрабатывающий 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.

### **Вопросы рейтинг-контроля №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.

### **Вопросы рейтинг-контроля №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 к 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. Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
6. Роботы, 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 нанообработка – виды.
16. Индивидуальное задание: определение свойств образца материала.
17. Нанесение нанопокровтий 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 обрабатывающий 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 обрабатывающего 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.

Представленные вопросы так же могут служить основой для составления тестовых экзаменационных заданий. Тесты доступны студентам на сервере Moodle: <http://www.cs.vlsu.ru:81>

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Примерная тематика самостоятельной работы:

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.
12. Обзор электронных микроскопов.
13. Просвечивающая электронная микроскопия.
14. Растровая сканирующая электронная микроскопия.
15. Сканирующая зондовая микроскопия.
16. Методы поверхностных наноизмерений.
17. Современные устройства атомно-силовой микроскопии.
18. Устройства для дифракционного анализа.
19. Спектральные методы оценки наноструктур.
20. Рентгеновские методы оценки наноструктур.
21. Наноиндентирование.
22. Размерная нанообработка на станках ЧПУ. Классификация.
23. Обзор оборудования для размерной нанообработки.
24. Нанолитография.
25. Нанопорошки и их использование в машиностроении.
26. Основные типы устройств для наноперемещений.
27. Наноактуаторы и нанопозиционеры.
28. Нанороботы и наноманипуляторы.
29. Методы нанесения нанопокрyтий.
30. Получение алмазоподобных наноструктурированных покрyтий.
31. Наномшины.
32. Многофункциональные наноструктурированные пленки.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.



## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство   | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ   |
|---|-------------|---|
|   |             | Наличие в электронном каталоге ЭБС  |
| 1   | 2           | 3   |
| <b>Основная литература</b>  |             |   |
| 1. Наноматериалы и нанотехнологии: учебник для вузов / Е.И. Пряхин, С.А. Вологжанина, А.П. Петкова, О.Ю. Ганзуленко; под ред. Е.И. Пряхина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 372 с.   | 2022        | <a href="https://reader.lanbook.com/book/189483#1">https://reader.lanbook.com/book/189483#1</a>           |
| 2. Сергеев, А.Г. Нанометрология: монография / А.Г. Сергеев. - Москва: Логос, 2020. - 416 с. - ISBN 978-5-98704-494-0. - Текст: электронный.   | 2020        | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1212455">https://znanium.com/catalog/product/1212455</a>     |
| 3. Введение в фемтонанопонику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов: учебное пособие / С. М. Аракелян, А. О. Кучерик, В. Г. Прокошев [и др.]; под общ. ред. С. М. Аракеяна. - Москва: Логос, 2020. - 744 с. - ISBN 978-5-98704-812-2. - Текст: электронный. | 2020        | <a href="https://znanium.com/catalog/product/1211606">https://znanium.com/catalog/product/1211606</a>     |
| <b>Дополнительная литература</b>  |             |   |
| 1. Физические методы нанесения нанопокровов: учебное пособие для вузов / В. С. Мухин [и др.]; под редакцией В. С. Мухина, С. Р. Шехтмана. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 333 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13807-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].  | 2022        | <a href="https://urait.ru/bcode/494749">https://urait.ru/bcode/494749</a>                                 |
| 2. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии: учебник для вузов / В. А. Рогов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 190 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00528-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].                                    | 2022        | <a href="https://urait.ru/bcode/490806">https://urait.ru/bcode/490806</a>                                 |
| 3. Морозов В.В., Сысоев Э.П. Нанотехнологии в керамике: монография в 2-х частях. Ч.1. Наночастицы 2010 - 276 с.   | 2010        | <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2226">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2226</a> |
| 4. Морозов В.В., Сысоев Э.П. Нанотехнологии в керамике: монография: в 2 ч. Ч.2: Нанопленки, нанопокровы, наномембраны, нанотрубки, наностержни, нанопроволока. 2011 – 167 с.  | 2011        | <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2487">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2487</a> |

### 6.2. Периодические издания

| Наименование журнала            | Электронная версия издания  |
|---------------------------------|---|
| «Вестник машиностроения»        | <a href="http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mshinostroeniya/">http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mshinostroeniya/</a> |
| «Вестник нано-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/naukomki-tehnologii_v_mashinostroeniii/">http://www.mashin.ru/eshop/journals/naukomki-tehnologii_v_mashinostroeniii/</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>   |

### 6.3. 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>         |
| «Универсариум», 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. Морозов В.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Морозов В.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2022. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Морозов В.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Морозов В.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2022. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Морозов В.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Морозов В.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2022. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
4. Морозов В.В. Оценочные материалы по дисциплине «Нанотехнологии в машиностроении» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Морозов В.В.; Влад. гос. ун-

т. ТМС - Владимир, 2022. - 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: <https://op.vlsu.ru/index.php?id=4569>

**7. 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.

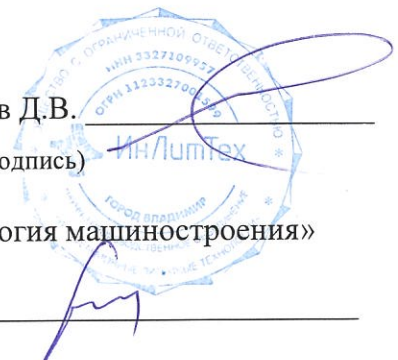
- установка ультразвуковой мойки: производитель УЗ-техника (РФ). Предназначена для предварительной очистки и подготовки режущего инструмента к напылению

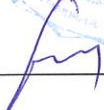
- диспергатор: производитель УЗ техника (РФ). Предназначен для разделения нанотрубок и нанопорошка и подготовки коллоидных растворов.

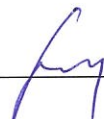
Рабочую программу составил А.П.И., профессор Морозов В.В.   
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
Генеральный директор ООО «НПО «ИнЛитТех»  
к.т.н., доцент

Сухоруков Д.В.   
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»  
Протокол № 1 от 31.08.2022 года  
Заведующий кафедрой А.П.И., 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 № 1 от 31.08.2022 года  
Председатель комиссии А.П.И., профессор Морозов В.В.   
(ФИО, должность, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_