

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)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности  
\_\_\_\_\_ А.А. Панфилов  
« 29 » \_\_\_\_\_ 20 19 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**НАНОМЕТРОЛОГИЯ**

(наименование дисциплины)

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.	СР, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	3, 108	18	18	18	18	Экзамен (36 ч.)
<b>Итого</b>	3, 108	18	18	18	18	Экзамен (36 ч.)

Владимир, 20 19

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Нанометрология» 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
Ц3	Подготовка выпускников к <i>производственно-технологической деятельности</i> , обеспечивающей участие в составе коллектива исполнителей в работах по производству и контролю качества нанообъектов и изделий на их основе;
Ц4	Подготовка выпускников к эффективному использованию и интеграции знаний в области фундаментальных наук для решения исследовательских и прикладных задач применительно к профессиональной деятельности
Ц5	Подготовка выпускников к самообучению и освоению новых профессиональных знаний и умений, непрерывному профессиональному самосовершенствованию

Целью освоения дисциплины **Нанометрология** является: изучение теоретических основ нанометрологии и современных методов обеспечения единства наноизмерений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Нанометрология» изучается в 6 семестре подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 «Наноинженерия» и относится к обязательным дисциплинам по данному направлению Б1.О.27.

### 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		
	6 семестр		
	1	2	2
<b>Предшествующие дисциплины</b>			
1. Метрология, стандартизация и технические измерения	+	+	
2. Физико-химические основы нанотехнологии	+		+
<b>Последующие дисциплины</b>			
1. Методы диагностики в нанотехнологиях	+	+	+
2. Испытание изделий в наноинженерии	+	+	+
3. Выпускная квалификационная работа	+	+	+

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

**Р, Р2, Р3, Р5, Р7, Р8** (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 27.03.05).

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК-3	Частичный	<i>знать:</i> основные методы проведения измерений, обработки и представления экспериментальных данных; <i>уметь:</i> составлять отчёты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами; <i>владеть:</i> навыками формирования демонстрационного материала и представления результатов своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.
ОПК-6	Частичный	<i>знать:</i> основные стандарты, нормы и правила, используемые при разработке технической документации в области профессиональной деятельности; <i>уметь:</i> использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них.; <i>владеть:</i> навыками составления отчётов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями.
ПК-1	Частичный	<i>знать:</i> типовые методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов; <i>уметь:</i> проводить исследования структуры и свойств наноматериалов и изделий из них в соответствии с технической и эксплуатационной документацией; <i>владеть:</i> навыками комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний инновационной продукции наноиндустрии.

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (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	СР		
1	Раздел 1. Введение и терминология. Области применения «Нанометрологии».	3	1-6	6	6	6	6	9/50%	Рейтинг-контроль №1
2	Раздел 2. Техническое обеспечение нанометрологии.		7-12	6	6	6	6	9/50%	Рейтинг-контроль №2
3	Раздел 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.		13-18	6	6	6	6	9/50%	Рейтинг-контроль №3
Итого за 3 семестр:				18	18	18	18	27/50%	Экзамен (36 часов)
Итого по дисциплине:				18	18	18	18	27/50%	Экзамен (36 часов)

#### Содержание лекционных занятий

*Раздел 1. Введение и терминология. Области применения «Нанометрологии».*

Тема 1. Исторические предпосылки возникновения науки «Нанометрология».

Тема 2. Основные понятия, термины и определения.

Тема 3. Области применения «Нанометрологии».

*Раздел 2. Техническое обеспечение нанометрологии.*

Тема 1. Особенности метрологического обеспечения нанометрологии.

Тема 2. Особенности калибровки оборудования для наноизмерений.

Тема 3. Классификация наноструктур на основе наноизмерений.

*Раздел 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.*

Тема 1. Национальные стандарты проведения наноизмерений.

Тема 2. Международные стандарты проведения наноизмерений.

Тема 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.

#### Содержание практических занятий

*Раздел 1. Введение и терминология. Области применения «Нанометрологии».*

Тема 1. Исторические предпосылки возникновения науки «Нанометрология».

Содержание занятий: Изучение исторических предпосылок возникновения науки «Нанометрология».

Тема 2. Основные понятия, термины и определения.

Содержание занятий: Анализ понятий, терминов и определений. Поиск альтернативных понятий определения «Нанометрология».

Тема 3. Области применения «Нанометрологии».

Содержание занятий: Оценка перспектив развития нанометрологических измерений.

*Раздел 2. Техническое обеспечение нанометрологии.*

Тема 1. Особенности метрологического обеспечения нанометрологии.  
Содержание занятий: Изучение особенностей проведения нанометрологических измерений на оборудовании разного функционального назначения.  
Тема 2. Особенности калибровки оборудования для наноизмерений.  
Содержание занятий: Анализ факторов влияющих на точность проведения нанометрологических измерений.  
Тема 3. Классификация наноструктур на основе наноизмерений.  
Содержание занятий: Определение площади поверхности.  
*Раздел 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.*  
Тема 1. Национальные стандарты проведения наноизмерений.  
Содержание занятий: Поиск и анализ национальных стандартов проведения наноизмерений  
Тема 2. Международные стандарты проведения наноизмерений.  
Содержание занятий: Поиск и анализ международных стандартов проведения наноизмерений  
Тема 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.  
Содержание занятий: Методики оценки единства проведения наноизмерений.

### **Содержание лабораторных занятий**

*Раздел 1. Введение и терминология. Области применения «Нанометрологии».*  
Тема 1. Исторические предпосылки возникновения науки «Нанометрология».  
Содержание занятий: Изучение исторических предпосылок возникновения науки «Нанометрология».  
Тема 2. Основные понятия, термины и определения.  
Содержание занятий: Анализ понятий, терминов и определений. Поиск альтернативных понятий определения «Нанометрология».  
Тема 3. Области применения «Нанометрологии».  
Содержание занятий: Оценка перспектив развития нанометрологических измерений.  
*Раздел 2. Техническое обеспечение нанометрологии.*  
Тема 1. Особенности метрологического обеспечения нанометрологии.  
Содержание занятий: Изучение особенностей проведения нанометрологических измерений на оборудовании разного функционального назначения.  
Тема 2. Особенности калибровки оборудования для наноизмерений.  
Содержание занятий: Анализ факторов влияющих на точность проведения нанометрологических измерений.  
Тема 3. Классификация наноструктур на основе наноизмерений.  
Содержание занятий: Определение площади поверхности.  
*Раздел 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.*  
Тема 1. Национальные стандарты проведения наноизмерений.  
Содержание занятий: Поиск и анализ национальных стандартов проведения наноизмерений  
Тема 2. Международные стандарты проведения наноизмерений.  
Содержание занятий: Поиск и анализ международных стандартов проведения наноизмерений  
Тема 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.  
Содержание занятий: Методики оценки единства проведения наноизмерений.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Нанометрология» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №1.1; 1.3; 3.2.);*
- *Групповая дискуссия (тема № 1.2; 3.1; 2.2.);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема № 2.1; 3.3; 2.3).*

## **Методы активного и практического (экспериментального) обучения**

Методы активного обучения применяются с целью вовлечения студентов непосредственно в процесс размышления и решения задач. В активном обучении меньше внимания уделяется пассивной передаче информации и больше – практике управления, применения, анализа и оценки идей. Понимание повышает мотивацию студентов к выполнению задания и формирует навык обучения в течение всей жизни.

Активное обучение трансформируется в практическое (экспериментальное), при котором студенты пробуют себя в смоделированных профессиональных ситуациях, например, выполняя проекты, имитируя или анализируя реальные случаи из инженерной практики.

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

*Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).*

### **Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Что такое нанометрология и область ее применения?
2. Дайте характеристику диапазона наноизмерений.
3. Что такое фуллерен?
4. Приведите основные явления и эффекты в нанодиапазоне.
5. Каковы этапы становления нанометрологии за рубежом?
6. Назовите группы стандартов в сфере нанотехнологии.
7. В чем состоит концепция нанотехнологии в России?
8. Оцените перспективные направления развития нанотехнологии и наноматериалов.
9. В чем заключается особенность концепции развития нанометрологии.
10. Дайте характеристику методам и средствам интерференционных измерений.
11. Приведите принципы оптической микроскопии в нанометрологии.
12. Назовите принципы электронной микроскопии в нанометрологии.
13. Приведите виды сканирующей зондовой микроскопии.
14. Изложите принцип действия сканирующего туннельного микроскопа (СТМ).
15. Дайте характеристику режимам работы СТМ.
16. Изложите принцип действия атомно-силового микроскопа (АСМ).
17. Дайте характеристику режимам работы АСМ.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Что такое ближнепольная микроскопия в наноизмерениях.
2. Что такое магнитно-силовая микроскопия?
3. Назовите особенности электростатического силового микроскопа.
4. Назовите принципы спектроскопии в нанометрологии.
5. В чем состоит классификация основных методов спектрального анализа в нанометрологии?
6. Дайте анализ атомным спектральным методам анализа в наноизмерениях.
7. Назовите принципы атомно-эмиссионной спектроскопии.
8. Назовите принципы атомно-абсорбционной спектроскопии.
9. Назовите принципы атомно-флуоресцентной спектроскопии.
10. Что такое масс-спектрометрия?
11. В чем заключается молекулярный спектральный анализ?
12. Что такое Фурье-спектроскопия?
13. Что такое колебательная спектроскопия?
14. Что такое рамановская спектроскопия?

15. Назовите основные принципы радиоспектроскопии.
16. В чем заключается электронный парамагнитный резонанс?
17. Что такое ядерный магнитный резонанс?
18. Что такое ядерный квадрупольный резонанс?

### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. В чем состоит особенность мессбауэровской спектроскопии?
2. На каком принципе основана оже-спектроскопия?
3. Назовите принципы фотолюминесцентной спектроскопии.
4. Назовите принципы электролюминесцентной спектроскопии.
5. В чем заключается особенность рентгеноспектроскопии?
6. Что такое лазерная спектроскопия?
7. В чем заключается специфика хроматографии в наноизмерениях?
8. Назовите основные этапы жидкостной хроматографии.
9. Приведите методологию газовой хроматографии.
10. Дать сравнительный анализ технических средств в наноизмерениях.
11. Дать понятие нанопозиционирования.
12. Что такое рельефные структуры нанообъектов?
13. Приведите характеристики точности наноразмеров.
14. Как оценить погрешности в измерении длин волн и частоты лазера?
15. Что такое нестабильность мощности излучения лазера?
16. Что такое разрешающая способность растрового электронного микроскопа?
17. Каковы особенности наноизмерений на атомно-силовом микроскопе?
18. Дать понятие неопределенности наноизмерений.

*Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины в форме зачета.*

### **Вопросы к экзамену**

1. Что такое нанометрология и область ее применения?
2. Дайте характеристику диапазона наноизмерений.
3. Что такое фуллерен?
4. Приведите основные явления и эффекты в нанодиапазоне.
5. Каковы этапы становления нанометрологии за рубежом?
6. Назовите группы стандартов в сфере нанотехнологии.
7. В чем состоит концепция нанотехнологии в России?
8. Оцените перспективные направления развития нанотехнологии и наноматериалов.
9. В чем заключается особенность концепции развития нанометрологии.
10. Дайте характеристику методам и средствам интерференционных измерений.
11. Приведите принципы оптической микроскопии в нанометрологии.
12. Назовите принципы электронной микроскопии в нанометрологии.
13. Приведите виды сканирующей зондовой микроскопии.
14. Изложите принцип действия сканирующего туннельного микроскопа (СТМ).
15. Дайте характеристику режимам работы СТМ.
16. Изложите принцип действия атомно-силового микроскопа (АСМ).
17. Дайте характеристику режимам работы АСМ.
18. Что такое ближнепольная микроскопия в наноизмерениях.
19. Что такое магнитно-силовая микроскопия?
20. Назовите особенности электростатического силового микроскопа.
21. Назовите принципы спектроскопии в нанометрологии.
22. В чем состоит классификация основных методов спектрального анализа в нанометрологии?
23. Дайте анализ атомным спектральным методам анализа в наноизмерениях.
24. Назовите принципы атомно-эмиссионной спектроскопии.

25. Назовите принципы атомно-абсорбционной спектроскопии.
26. Назовите принципы атомно-флуоресцентной спектроскопии.
27. Что такое масс-спектрометрия?
19. В чем заключается молекулярный спектральный анализ?
28. Что такое Фурье-спектроскопия?
29. Что такое колебательная спектроскопия?
30. Что такое рамановская спектроскопия?
31. Назовите основные принципы радиоспектроскопии.
32. В чем заключается электронный парамагнитный резонанс?
33. Что такое ядерный магнитный резонанс?
34. Что такое ядерный квадрупольный резонанс?
35. В чем состоит особенность мессбауэровской спектроскопии?
36. На каком принципе основана оже-спектроскопия?
37. Назовите принципы фотолюминесцентной спектроскопии.
38. Назовите принципы электролюминесцентной спектроскопии.
39. В чем заключается особенность рентгеноспектроскопии?
40. Что такое лазерная спектроскопия?
41. В чем заключается специфика хроматографии в наноизмерениях?
42. Назовите основные этапы жидкостной хроматографии.
43. Приведите методологию газовой хроматографии.
44. Дать сравнительный анализ технических средств в наноизмерениях.
45. Дать понятие нанопозиционирования.
46. Что такое рельефные структуры нанообъектов?
47. Приведите характеристики точности наноразмеров.
48. Как оценить погрешности в измерении длин волн и частоты лазера?
49. Что такое нестабильность мощности излучения лазера?
50. Что такое разрешающая способность растрового электронного микроскопа?
51. Каковы особенности наноизмерений на атомно-силовом микроскопе?
52. Дать понятие неопределенности наноизмерений.

### *Самостоятельная работа*

*Раздел 1. Введение и терминология. Области применения «Нанометрологии».*

Тема 1. Приведите основные явления и эффекты в нанодиапазоне.

Тема 2. Оцените перспективные направления развития нанотехнологии и наноматериалов.

Тема 3. Назовите принципы электронной микроскопии в нанометрологии.

*Раздел 2. Техническое обеспечение нанометрологии.*

Тема 1. Принципы атомно-эмиссионной спектроскопии.

Тема 2. Фурье-спектроскопия.

Тема 3. Электронный парамагнитный резонанс.

*Раздел 3. Современные технологии обеспечения единства наноизмерений.*

Тема 1. Методология газовой хроматографии.

Тема 2. Оже-спектроскопия.

Тема 3. Методы и подходы к оценке погрешности в измерении длин волн и частоты лазера

### **Учебно-методическое обеспечение СР**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов приводится в методических рекомендациях по выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нанометрология».

## 7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М - 589 с. ISBN 978-5-16-009531-8	2018		<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=446097">http://znanium.com/bookread2.php?book=446097</a>
2. Применение интеллект. материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин: монография/В.А.Зорин, Н.И.Баурова, 2 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, - 110 с. ISBN 978-5-16-010801-8	2017		<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=502576">http://znanium.com/bookread2.php?book=502576</a>
3. Покрyтия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, - 144 с. ISBN 978-5-98281-355-8, 522	2017		<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=415572">http://znanium.com/bookread2.php?book=415572</a>
Дополнительная литература			
1. Лепешев, А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов [Электронный ресурс] / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, - 328 с. - ISBN 978-5-7638-2502-2.	2017		<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=442144">http://znanium.com/bookread2.php?book=442144</a>
2. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II/ВеличкоА.А., ФилимоноваН.И. - Новосибир.: НГТУ, - 227 с.: ISBN 978-5-7782-2534-3	2016		<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=546528">http://znanium.com/bookread2.php?book=546528</a>
3. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с. ISBN 978-5-16-009335-2	2018		<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=432594">http://znanium.com/bookread2.php?book=432594</a>

### 7.2. Периодические издания:

- электронный журнал «Российские нанотехнологии»;
- международный научно-технический журнал «Нанотехнологии: разработка, применение - XXI век»;
- ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал «Нано- и Микросистемная техника».

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Проблемно-ориентированный портал: <http://www.portalnano.ru/>;
- Проблемно-ориентированный портал: <http://www.ru-tech.ru/pub/nano/>;
- Проблемно-ориентированный портал: <http://www.ntsр.info/>;
- Проблемно-ориентированный портал: <http://www.nanotech.ru/>.

### Учебно-методические издания

1. Шинаков И.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Шинаков И.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Шинаков И.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
4. Шинаков И.В. Оценочные средства по дисциплине «Основы нанотехнологий в машиностроении» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - 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 28.03.02 «Наноинженерия» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=167>

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

*Оборудование:*

1. Установка для нанесения наноструктурированных покрытий UniCoat 600SL+;

Установка для нанесения покрытий методом PVD с максимальной толщиной многослойного сэндвич-покрытия до 20 мкм на весь диапазон используемого концевой инструмента с системой визуализации, управления и термометрирования технологического процесса в течение всего цикла изготовления. Основные типы покрытий: традиционные покрытия – TiN, TiCN, Ti-C: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).

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

### **9.1. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **9.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ОВЗ**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видео-техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### **9.3. Требования к фонду оценочных средств для лиц с ОВЗ**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные лабораторные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### 9.4. Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

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

Рабочую программу составил И. Шиянов И.В. к.т.н., доцент  
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) Директор ООО «ПКС Центр» к.т.н.

Смирнов А.А.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 1 от 29.08.2019 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 № 1 от 29.08.2019 года

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

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 20 / 20 21 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.2020 года

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

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_