

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



**УТВЕРЖДАЮ**  
 Проректор по  
 образовательной деятельности

\_\_\_\_\_ А.А.Панфилов  
 « 22 » \_\_\_\_\_ апреля 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**НАНОМЕТРОЛОГИЯ**  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Лабораторные, час.	Практические час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	5/180	18	18	18	90	Экзамен 36 ч.
Итого	5/180	18	18	18	90	Экзамен 36 ч.

Владимир 2016 г.

*mol*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нанометрология» относится к циклу (разделу) Б1.Б.27 (дисциплины базовой части ОПОП).

Для успешного изучения дисциплины «Нанометрология» студенты должны быть знакомы с такими дисциплинами, как «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Электроника», «Физика», «Физико-химические основы нанотехнологии». Освоение дисциплины «Нанометрология» требуется для последующего изучения дисциплин «Методы диагностики в нанотехнологиях», «Испытание изделий».

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

В результате освоения дисциплины «Нанометрология» у выпускников должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции:

ПК-1. Способность управлять ассортиментом и качеством товаров и услуг, оценивать их качество, диагностировать дефекты, обеспечивать необходимый уровень качества товаров и услуг, приёмку и учёт товаров по количеству и качеству.

**Он должен знать:**

категорийный аппарат товароведения и методы управления ассортиментом и качеством товаров; ассортиментные, квалиметрические, количественные характеристики товаров; классификацию укрупнённого ассортимента потребительских товаров. Факторы их обеспечивающие; правила и методику приёмки и учёта товаров по количеству и качеству.

**уметь:**

управлять ассортиментом, оценивать, контролировать и управлять качеством товаров, учитывать формирующие и регулировать сохраняющие товары факторы, получать товарную информацию об основополагающих характеристиках товара из маркировки и товарно-сопроводительных документов.

**владеть:**

навыками работы с товарами разного назначения, а также с нормативными и техническими документами по оценке и подтверждению соответствия обязательным требованиям.

#### 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 учеб- ной работы, с примени- ем интерак- тивных мето- дов (в часах / %)	Формы теку- щего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма проме- жуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Тема 1. Введение и терминология.	6	1- 3	4	4	4		20		12/100%	<i>Рейтинг- контроль №1</i>
2	Тема 2. Техниче- ское обеспе- чение наномет- рологии.		4- 7	4	4	4		20		12/100%	<i>Рейтинг- контроль №2</i>
3	Тема 3. Совре- менные техноло- гии обеспечения единства нано- измерений.		8- 14	6	6	6		30		18/100%	
4	Тема 4. Органи- зационная струк- тура обеспече- ния единства наноизмерений в РФ.		15 - 18	4	4	4		20		12/100%	<i>Рейтинг- контроль №3</i>
Всего				18	18	18		90		54/100%	Экзамен (36ч.)

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

- традиционные лекционные и лабораторные занятия;
- самостоятельное чтение студентами учебной, учебно-методической и справочной литературы и последующие свободные дискуссии по освоенному ими материалу;
- обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
- применение мультимедиа технологий (проведение лекционных занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ);
- технология развития критического мышления (прививание студентам навыков критической оценки проделанных ими лабораторных работ);
- информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний).

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

### **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**

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?

#### ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №3

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.

#### 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.

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

Самостоятельная работа включает следующие виды работ:

- самостоятельная работа по подготовке к лабораторным и практическим работам – 54 часа;

- подготовка к экзамену – 36 часов.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторным и практическим работам выполняется в свободное время между аудиторными занятиями и состоит в сборе информации о конкретном стандарте, составлении его текстового описания (тезисно), изучении методик поверки и калибровки.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):*

1. Сергеев А.Г. Нанометрология [Электронный ресурс]: монография / Сергеев А.Г. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2012. — 416 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9122>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.
2. Введение в фемтонанопластику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов: учебное пособие/ С.М. Аракелян [и др.]; под общ. ред. С.М. Аракеляна. – Москва: Логос, 2015. – 743 с.: ил., табл. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (211 Мб). – С.М. Аракелян, А.О. Кучерик, В.Г. Прокошев, В.Г. Рау, А.Г. Сергеев - преподаватели ВлГУ. – ISBN 978-5-98704-812-2.
3. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. - М.: БИНОМ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323784.html>.

### *б) дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):*

1. 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>.
2. Сергеев А.Г. Введение в нанометрологию [Электронный ресурс]: учебное пособие по специальностям "Метрология и метрологическое обеспечение" (200501) и "Управление качеством" (220501) / А.Г. Сергеев; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Электронные текстовые данные (1 файл: 5,96 Мб). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010. — 296 с.: ил., табл. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 293-296. — Свободный доступ. — Adobe Acrobat Reader 4.0. — ISBN 978-5-9984-0027-8. — <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2062/3/00712.pdf>>.
3. Метрологическое обеспечение нанотехнологий и продукции nanoиндустрии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Д. Анашина [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2011. — 591 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33401>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.

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

1. Российские нанотехнологии. — Москва: Парк-медиа.
2. Нанотехнологии: разработка и применение: научно-технический журнал.
3. Нанотехнологии: информационно-аналитический журнал. — Москва: Образование плюс.

### *в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:*

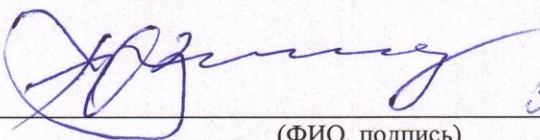
1. Norma CS. Справочно-нормативная система. Ознакомительная версия.
2. ОС Windows.
3. Майкрософт Оффис 2003-2013.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Набор слайдов, сценарии к проведению занятий с использованием интерактивных форм организации учебного процесса, подбор задач для текущего контроля и контрольной работы.

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

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_



(ФИО, подпись)

Захаров Ю.У.

Рецензент:

(представитель работодателя) ООО «Металл Групп», технический директор

Деев М.А.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

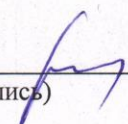


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 9/1 от 21.04.16 года

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

(ФИО, подпись)

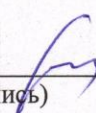


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 9/1 от 21.04.16 года

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

(ФИО, подпись)



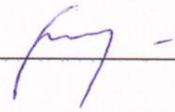


**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2017 года

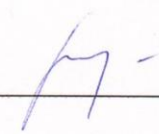
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



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 \_\_\_\_\_ учебный год

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

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