

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 14 »

01

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
6	4/144	36	-	36	36	Экзамен (36ч)
Итого	4/144	36	-	36	36	Экзамен (36ч)

Владимир 2016 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Нанометрология» относится к циклу (разделу) Б1.Б.23.

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 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ 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	8	-	8		8		16/100%	<i>Рейтинг- контроль №1</i>
2	Тема 2. Техниче- ское обеспе- чение наномет- рологии.		4- 7	8	-	8		8		16/100%	<i>Рейтинг- контроль №2</i>
3	Тема 3. Совре- менные техноло- гии обеспечения единства нано- измерений.		8- 14	12	-	12		12		24/100%	
4	Тема 4. Органи- зационная струк- тура обеспече- ния единства наноизмерений в РФ.		15 - 18	8	-	8		8		16/100%	<i>Рейтинг- контроль №3</i>
Всего				36		36		36		72/100%	Экзамен (36ч.)

Темы лабораторных работ

Тема 1:

1.1. Стандарт ГОСТ Р 8.628-2007. ГСИ. Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления. Разработка блок-схемы. (4 часа)

1.2. Стандарт ГОСТ Р 8.629-2007. ГСИ. Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов. Методика поверки. Разработка блок-схемы. (4 часа).

Тема 2:

2.1. Стандарт ГОСТ Р 8.630-2007. ГСИ. Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые. Методика поверки. Разработка графического описания методики. (4 часа)

2.2. Стандарт ГОСТ Р 8.631-2007. ГСИ. Микроскопы электронные растровые. Методика поверки. Разработка графического описания методики. (4 часа).

Тема 3:

3.1. Стандарт ГОСТ Р 8.635-2007. ГСИ. Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые. Методика калибровки. Разработка графического описания методики. (4 часа).

3.2. Калибровка сканирующей зондовой лаборатории Ntegra Aura. Практическое знакомство и составление отчёта (4 часа).

3.3 Стандарт ГОСТ Р 8.636-2007. ГСИ. Микроскопы электронные растровые. Методика калибровки. Разработка графического описания методики. (4 часа).

3.4. Калибровка растрового электронного микроскопа Quanta 200 3D. Практическое знакомство и составление отчёта (4 часа).

3.5. Калибровка спектрометра рентгенофлуоресцентного ARL ADVANT'X. Практическое знакомство и составление отчёта (4 часа).

Тема 4:

4.1. Стандарты серии ГОСТ ИСО 14464-(1-9). Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Разработка блок-схем. (4 часа).

4.2. «Концепция развития работ в области нанотехнологий на период до 2010-2015 года», «Программа координации работ в области нанотехнологий и наноматериалов в РФ» и «План действий по стимулированию развития nanoиндустрии». Разработка блок-схем документов (4 часа).

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 сделанных 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 для рейтинг-контроля №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.

Вопросы для рейтинг-контроля №2

1. Дайте характеристику методам и средствам интерференционных измерений.
2. Приведите принципы оптической микроскопии в нанометрологии.
3. Назовите принципы электронной микроскопии в нанометрологии.
4. Приведите виды сканирующей зондовой микроскопии.
5. Изложите принцип действия сканирующего туннельного микроскопа (СТМ).
6. Дайте характеристику режимам работы СТМ.
7. Изложите принцип действия атомно-силового микроскопа (АСМ).
8. Дайте характеристику режимам работы АСМ.
9. Что такое ближнепольная микроскопия в наноизмерениях.
10. Что такое магнитно-силовая микроскопия?
11. Назовите особенности электростатического силового микроскопа.
12. Назовите принципы спектроскопии в нанометрологии.
13. В чем состоит классификация основных методов спектрального анализа в нанометрологии?
14. Дайте анализ атомным спектральным методам анализа в наноизмерениях.
15. Назовите принципы атомно-эмиссионной спектроскопии.
16. Назовите принципы атомно-абсорбционной спектроскопии.
17. Назовите принципы атомно-флуоресцентной спектроскопии.
18. Что такое масс-спектрометрия?
19. В чем заключается молекулярный спектральный анализ?
20. Что такое Фурье-спектроскопия?
21. Что такое колебательная спектроскопия?
22. Что такое рамановская спектроскопия?
23. Назовите основные принципы радиоспектроскопии.
24. В чем заключается электронный парамагнитный резонанс?
25. Что такое ядерный магнитный резонанс?
26. Что такое ядерный квадрупольный резонанс?
27. В чем состоит особенность мессбауэровской спектроскопии?
28. На каком принципе основана оже-спектроскопия?
29. Назовите принципы фотолюминесцентной спектроскопии.
30. Назовите принципы электролюминесцентной спектроскопии.
31. В чем заключается особенность рентгеноспектроскопии?
32. Что такое лазерная спектроскопия?
33. В чем заключается специфика хроматографии в наноизмерениях?
34. Назовите основные этапы жидкостной хроматографии.
35. Приведите методологию газовой хроматографии.

Вопросы для рейтинг-контроля №3

1. Дать сравнительный анализ технических средств в наноизмерениях.
2. Дать понятие нанопозиционирования.
3. Что такое рельефные структуры нанообъектов?
4. Приведите характеристики точности наноразмеров.
5. Как оценить погрешности в измерении длин волн и частоты лазера?
6. Что такое нестабильность мощности излучения лазера?
7. Что такое разрешающая способность растрового электронного микроскопа?
8. Каковы особенности наноизмерений на атомно-силовом микроскопе?
9. Дать понятие неопределенности наноизмерений.

Вопросы для промежуточной аттестации - экзамену

1. Что такое нанометрология и область ее применения?
2. Дать понятие неопределенности наноизмерений.
3. Дайте характеристику диапазона наноизмерений.
4. Каковы особенности наноизмерений на атомно-силовом микроскопе?
5. Что такое фуллерен?
6. Что такое разрешающая способность растрового электронного микроскопа?
7. Приведите основные явления и эффекты в нанодиапазоне.
8. Что такое нестабильность мощности излучения лазера?
9. Каковы этапы становления нанометрологии за рубежом?
10. Как оценить погрешности в измерении длин волн и частоты лазера?
11. Назовите группы стандартов в сфере нанотехнологии.
12. Приведите характеристики точности наноразмеров.
13. В чем состоит концепция нанотехнологии в России?
14. Что такое рельефные структуры нанообъектов?
15. Оцените перспективные направления развития нанотехнологии и наноматериалов.
16. Дать понятие нанопозиционирования.
17. В чем заключается особенность концепции развития нанометрологии?
18. Дать сравнительный анализ технических средств в наноизмерениях.
19. Дайте характеристику методам и средствам интерференционных измерений.
20. Приведите методологию газовой хроматографии.
21. Приведите принципы оптической микроскопии в нанометрологии.
22. Назовите основные этапы жидкостной хроматографии.
23. Назовите принципы электронной микроскопии в нанометрологии.
24. В чем заключается специфика хроматографии в наноизмерениях?
25. Приведите виды сканирующей зондовой микроскопии.
26. Что такое лазерная спектроскопия?
27. Изложите принцип действия сканирующего туннельного микроскопа (СТМ).
28. В чем заключается особенность рентгеноспектроскопии?
29. Дайте характеристику режимам работы СТМ.
30. Назовите принципы электролюминесцентной спектроскопии.
31. Изложите принцип действия атомно-силового микроскопа (АСМ).
32. Назовите принципы фотолюминесцентной спектроскопии.
33. Дайте характеристику режимам работы АСМ.
34. На каком принципе основана оже-спектроскопия?
35. Что такое ближнепольная микроскопия в наноизмерениях.
36. В чем состоит особенность мессбауэровской спектроскопии?
37. Что такое магнитно-силовая микроскопия?
38. Что такое ядерный квадрупольный резонанс?
39. Назовите особенности электростатического силового микроскопа.
40. Что такое ядерный магнитный резонанс?
41. Назовите принципы спектроскопии в нанометрологии.
42. В чем заключается электронный парамагнитный резонанс?

43. В чем состоит классификация основных методов спектрального анализа в нанометрологии?
44. Назовите основные принципы радиоспектроскопии.
45. Дайте анализ атомным спектральным методам анализа в наноизмерениях.
46. Что такое колебательная спектроскопия?
47. Назовите принципы атомно-эмиссионной спектроскопии.
48. Что такое Фурье-спектроскопия?
49. Назовите принципы атомно-абсорбционной спектроскопии.
50. В чем заключается молекулярный спектральный анализ?
51. Назовите принципы атомно-флуоресцентной спектроскопии.
52. Что такое масс-спектрометрия?

Самостоятельная работа студентов

Содержание самостоятельной работы описано в следующих методических материалах:

Тема 1. Ю.И.Захаров. Нанометрология. Курс лекций для бакалавров специальности 152200 «Наноинженерия». Слайды 3-53.

А.Г. Сергеев. Нанометрология: монография. М.: Логос, 2011. – 416с.

Тема 2. Ю.И.Захаров. Нанометрология. Курс лекций для бакалавров специальности 152200 «Наноинженерия». Слайды 54-115.

А.Г. Сергеев. Нанометрология: монография. М.: Логос, 2011. – 416с.

Тема 3. Ю.И.Захаров. Нанометрология. Курс лекций для бакалавров специальности 152200 «Наноинженерия». Слайды 116-200.

А.Г. Сергеев. Нанометрология: монография. М.: Логос, 2011. – 416с.

Тема 4. Ю.И.Захаров. Нанометрология. Курс лекций для бакалавров специальности 152200 «Наноинженерия». Слайды 201-260.

А.Г. Сергеев. Нанометрология: монография. М.: Логос, 2011. – 416с.

Содержание СРС по выполнению контрольной работы:

- изучение методических рекомендаций по выполнению контрольной работы, полученных от преподавателя, изучение лекционного материала по соответствующей теме, изучение дополнительной литературы;

- сбор информации о процессе (согласно полученного варианта), необходимой для выполнения работы;

- составление черновика текстовых описаний и диаграмм, в соответствии с методическими указаниями;

- составление списка вопросов к преподавателю.

Контрольная работа

Вариант 1. Графическое описание процесса калибровки сканирующей зондовой лаборатории Ntegra Aura.

Вариант 2. Графическое описание процесса калибровки растрового электронного микроскопа Quanta 200 3D.

Вариант 3. Графическое описание процесса калибровки спектрометра рентгенофлуоресцентного ARL ADVANT'X.

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. Аракеяна. – Москва: Логос, 2015. – 743 с.: ил., табл. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (211 Мб). – С.М. Аракеян, 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. Жабрив, 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://znaniium.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.

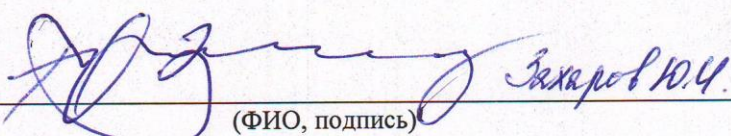
в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

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)

Рецензент:

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

Деев М.А.

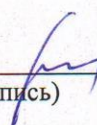
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 5/1 от 14.01.16 года

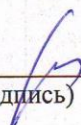
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.


(ФИО, подпись)

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

Протокол № 5/1 от 14.01.16 года

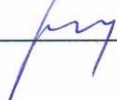
Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.


(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 7 от 6.08.2017 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. _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

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