

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана ФМАТ
В.И. Ряжских
«31» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Метрология наноструктурных материалов»

Направление подготовки 27.03.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Стандартизация и сертификация

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

Юрьев В.А. Юрьев В.А.

Заведующий кафедрой
Материаловедения и
физики металлов

Жиляков Д.Г. Жиляков Д.Г.

Руководитель ОПОП

Юрьев В.А. Юрьев В.А.

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Передача студентам знаний в области основных понятий нанотехнологий, стандартизации и метрологии в нанотехнологиях; развитие умений использовать на практике знания о стандартизации и метрологии в нанотехнологиях; формирование у студентов концепций современного мировоззрения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Ознакомить студентов с историей развития нанотехнологий; сформировать у студентов четкие представления о физических основах нанотехнологий; привить навыки применения существующих методов метрологии в нанотехнологиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метрология наноструктурных материалов» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Метрология наноструктурных материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-19 - способностью принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-19	Знать - моделирование процессов и средств измерений, испытаний и контроля.
	Уметь - принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
	Владеть - способностью принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Метрология наноструктурных материалов» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	60	60
В том числе:		
Лекции	28	28
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Самостоятельная работа	84	84
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	18	18
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Самостоятельная работа	122	122
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Раздел 1. Нанотехнологии: основные понятия		4	4	12	22
		История развития нанотехнологий	2	2	6	11
		Термины и определения в области нанотехнологий	2	2	6	11
2	Раздел 2. Метрология в нанотехнологиях		18	22	54	92
		Обеспечение единства измерений в системе технического регулирования.	2	2	6	11

		Особенности измерений в нанотехнологиях	2	4	6	11
		Сканирующая зондовая микроскопия	4	2	6	11
		Сканирующая туннельная микроскопия	2	2	6	11
		Атомно-силовая микроскопия	2	2	6	10
		Латерально-силовая микроскопия. Магнито-силовая микроскопия	2	2	6	10
		Электростатическая силовая микроскопия. Близкопольная сканирующая оптическая микроскопия. Фотоэлектронная рентгеновская спектроскопия.	2	2	6	10
		Раман спектроскопия и электролюминесцентная спектроскопия	2	2	6	10
		Метрологическое обеспечение измерений в нанотехнологиях	2	4	6	10
3	Раздел 3. Стандартизация в нанотехнологиях		6	6	18	30
		Стандартизация как элемент технического регулирования	2	2	6	10
		Особенности стандартизации в области нанотехнологий.	2	2	6	10
		Работа российских и зарубежных организаций по стандартизации в области нанотехнологий.	2	2	6	10
Итого			28	32	84	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Раздел 1. Нанотехнологии: основные понятия		1	2	26	30
		История развития нанотехнологий	0,5	1	13	15
		Термины и определения в области нанотехнологий	0,5	1	13	15
2	Раздел 2. Метрология в нанотехнологиях		5	6	70	70
		Обеспечение единства измерений в системе технического регулирования.	1	1	14	14

		Особенности измерений в нанотехнологиях	1	2	14	14
		Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия Атомно-силовая микроскопия Латерально-силовая микроскопия.	1	1	14	14
		Магнито-силовая микроскопия Электростатическая силовая микроскопия	1	1	14	14
		. Близкопольная сканирующая оптическая микроскопия. Фотоэлектронная рентгеновская спектроскопия.	1	1	14	14
3	Раздел 3. Стандартизация в нанотехнологиях		2	2	26	40
		Стандартизация как элемент технического регулирования	1	1	14	20
		Особенности стандартизации в области нанотехнологий. Работа российских и зарубежных организаций по стандартизации в области нанотехнологий.	1	1	12	20
Итого			8	10	122	140

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение контрольной работы в 10 семестре для заочной формы обучения.

Примерный перечень вопросов к контрольной работе: особенности измерений в области нанотехнологий, метрологическое обеспечение измерений в нанотехнологиях, сканирующая зондовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия, сканирующая туннельная спектроскопия, атомная силовая спектроскопия, раман-спектроскопия, фотолюминисцентная спектроскопия, ожэ-спектроскопия.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-19	Знать - моделирование процессов и средств измерений, испытаний и контроля.	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - способностью принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-19	Знать - моделирование процессов и средств измерений, испытаний и контроля.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь - принимать участие в моделировании	Решение стандартных практических	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	задач	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
Владеть - способностью принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Все воспроизводимые единицы системы СИ выражаются через:
 1. Метр, грамм, секунда, ампер, кандела, кельвин
 2. Метр, килограмм, секунда, , ампер, кандела, кельвин
 3. Метр, килограмм, час , ампер, кандела, кельвин
 4. Метр, килограмм, секунда, , ампер, моль, кельвин
2. Диапазон измерений длины в наноиндустрии составляет:
 1. $10^{-11} \div 1$
 2. $10^{-10} \div 1$
 3. $10^{-9} \div 1$
 4. $10^{-8} \div 1$
3. Диапазон измерений массы в наноиндустрии составляет:
 1. $10^{-15} \div 10^2$
 2. $10^{-9} \div 10^2$
 3. $10^{-10} \div 10^2$
 4. $10^{-8} \div 10^2$
4. Диапазон измерений времени в наноиндустрии составляет:
 1. $10^{-16} \div 10^3$
 2. $10^{-16} \div 10^6$
 3. $10^{-16} \div 10^5$
 4. $10^{-16} \div 10^4$

5. Диапазон измерений температуры в наноиндустрии составляет:
1. $1 \div 3200\text{K}$
 2. $1 \div 3000\text{K}$
 3. $1 \div 5200\text{K}$
 4. $1 \div 1200\text{K}$
6. Диапазон измерений давления в наноиндустрии составляет:
1. $10^{-11} \div 10^3$
 2. $10^{-11} \div 10^6$
 3. $10^{-9} \div 10^3$
 4. $10^{-9} \div 10^6$
7. Диапазон измерений расхода в наноиндустрии составляет:
1. $10^{-7} \div 10^{17}$
 2. $10^{-7} \div 10^{10}$
 3. $10^{-7} \div 10^{15}$
 4. $10^{-7} \div 10^{12}$
8. Диапазон измерений плотности в наноиндустрии составляет:
1. $10^{-1} \div 10^4$
 2. $10^{-1} \div 10^3$
 3. $10^{-1} \div 10^2$
 4. $10^{-1} \div 10$
9. Диапазон измерений силы тока в наноиндустрии составляет:
1. $10^{-16} \div 10^2$
 2. $10^{-10} \div 10^2$
 3. $10^{-12} \div 10^2$
 4. $10^{-9} \div 10^2$
10. Диапазон измерений эл. сопротивления в наноиндустрии составляет:
1. $10^{-7} \div 10^{17}$
 2. $10^{-7} \div 10^{15}$
 3. $10^{-7} \div 10^{12}$
 4. $10^{-7} \div 10^{10}$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Диапазон измерений атомно-силовой микроскопии составляет:
1. Глубина 0,5 – 5нм;
 2. Глубина 0,5 – 50нм;
 3. Глубина 0,1 – 5нм;
 4. Глубина 0,1 – 10нм;
2. Диапазон измерений сканирующей туннельной микроскопии

составляет:

1. Глубина 1 – 5нм
 2. Глубина 1 – 10нм
 3. Глубина 1 – 15нм
 4. Глубина 1 – 50нм
3. Диапазон измерений растровой электронной микроскопии составляет:
1. Глубина 1 – 5нм
 2. Глубина 1 – 10нм
 3. Глубина 1 – 15нм
 4. Глубина 1 – 50нм

4. Диапазон измерений просвечивающей электронной микроскопии составляет:

1. Глубина 200нм
2. Глубина 100нм
3. Глубина 50нм
4. Глубина 10нм

5. Диапазон измерений сканирующей оптической микроскопии ближнего поля составляет:

1. . разрешение 10 – 100нм
2. . разрешение 50 – 100нм
3. . разрешение 1 – 100нм
4. . разрешение 1 – 50нм

6. Диапазон измерений рентгеновской абсорбционной микроскопии составляет:

1. нм – мкм
2. 10нм – 50 нм
3. 10нм – 100 нм
4. 10нм – 20 нм

7. Диапазон измерений электронной ОЖЕ спектроскопии составляет:

1. 0,3 – 3 нм
2. 0,5 – 5 нм
3. 0,5 – 50 нм
4. 0,3 – 30 нм

8. Диапазон измерений фотоэлектронной рентгеновской спектроскопии составляет:

1. Глубина 0,5 – 10нм
2. Глубина 0,1 – 10нм

3. Глубина 0,5 – 50нм
 4. Глубина 0,5 – 100нм
9. Диапазон измерений растровой просвечивающей микроскопии составляет:
1. Глубина 200нм
 2. Глубина 100нм
 3. Глубина 50нм
 4. Глубина 10нм
10. . Диапазон измерений спектроскопии потерь энергии электронов составляет:
1. Глубина менее 200 нм
 2. Глубина менее 150 нм
 3. Глубина менее 100 нм
 4. Глубина менее 50 нм

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Основные физические формы наночастиц:
 1. Наноблоки;
 2. Полигоны
 3. Дислокации
 4. Фононы
2. Основные физические формы наночастиц:
 - 1.растворы;
 2. фуллерены
 3. гели
 4. осадки
3. Основные физические формы наночастиц:
 1. Мицеллы
 2. Золи
 3. Агрегаты
 4. Коллоиды
4. Основные физические формы наночастиц:
 1. Полимерные молекулы
 2. Пленки
 3. Золи
 4. Растворы
5. Основные физические формы наночастиц:
 1. Нанотрубки
 2. Кристаллы
 3. Агрегаты

4. Гели
6. Основные наносистемы:
 1. Растворы
 2. Наноблоки
 3. Фуллерены
 4. Нанотрубки
7. Основные наносистемы:
 1. Кристаллы
 2. Мицелы
 3. Полимерные молекулы
 4. Наноблоки
8. Основные наносистемы:
 1. Золи
 2. Наноблоки
 3. Мицелы
 4. Нанотрубки
9. Основные наносистемы: Основные наносистемы:
 1. Коллоиды
 2. Наночастицы на поверхности веществ
 3. Наночастицы в слоях различных веществ
 4. Наноблоки
10. Основные наносистемы:
 1. Наноструктурированные пленки
 2. Нанокристаллы неорганических веществ
 3. Мицеллы
 4. фуллерены

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Термины и определения в области нанотехнологий
2. Обеспечение единства измерений в системе технического регулирования
3. Особенности измерений в области нанотехнологий
4. Метрологическое обеспечение измерений в нанотехнологиях
5. Сканирующая зондовая микроскопия
6. Сканирующая туннельная микроскопия
7. Сканирующая туннельная спектроскопия
8. Атомная силовая спектроскопия
9. Латерально – силовой микроскоп
10. Магнито – силовой микроскоп

11. Электростатический силовой микроскоп
12. Сканирующий термальный микроскоп
13. Близкопольный сканирующий оптический микроскоп
14. Раман-спектроскопия
15. Фотолюминисцентная спектроскопия
16. Ожэ-спектроскопия

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 4 до 6 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 8 до 10 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Нанотехнологии: основные понятия	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Раздел 2. Метрология в нанотехнологиях	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Раздел 3. Стандартизация в нанотехнологиях	ПК-19	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач

на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Марголин В.И., Жаберев В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А., введение в нанотехнологию Из-во: «Лань», 2012, 416с.
2. Старостин В.В., Материалы и методы нанотехнологий, из-во: «Бином. Лаборатория знаний», 2008, 431с.
3. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л., Наноматериалы, Из-во: «Бином. Лаборатория знаний», 2012, 365с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Адрес электронного каталога электронно-библиотечной системы ВГТУ: <http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2/>

Другие электронной информационно-образовательной ресурсы доступны по ссылкам на сайте ВГТУ-см. раздел Электронные образовательные информационные ресурсы. В их числе: библиотечные серверы в Интернет, серверы науки и образования, периодика в интернет, словари и энциклопедии.

- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com3>

- Электронно-библиотечная система «Elibrary» <http://elibrary.ru>

- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

- Справочная правовая система Консультант Плюс. Доступна только в локальной сети ВГТУ

- Электронные ресурсы российских корпоративных библиотечных систем <http://www.arbikon.ru>

- Электронная библиотечная система ВГТУ <http://catalog.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

- 9.1 Оборудование проблемной лаборатории нитевидных кристаллов и углеродных нанотрубок
- 9.2. Оборудование лаборатории электронной микроскопии
- 9.3. Оборудование лаборатории структурных методов анализа
- 9.4. Персональные компьютеры
- 9.5. Информационная электронная сеть университета

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Метрология наноструктурных материалов» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков анализа наноматериалов. Занятия проводятся путем семинарских занятий в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации.

	Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	---