

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.12  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Нанометрология и экспертиза материалов  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация  
Инженерия конструкционных материалов для беспилотных мобильных систем

Форма обучения: заочная

Год набора: 2024

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	6	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	100	100
Контроль	3,75	3,75
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Рабочую программу составил(и):

Профессор кафедры СОМДиРП, доцент, д.ф.-м.н. Грызунова Н.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2029 г.**

**УТВЕРЖДЕНО**

На заседании кафедры «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы»

---

(протокол заседания № 1 от 03.09.2025г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование представлений о современном состоянии метрологического обеспечения нанотехнологий в стране и за рубежом.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Физика, Химия, Механика, Высшая математика, Материаловедение, Метрология, стандартизация и сертификация, Наноструктурные материалы для беспилотных мобильных систем.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Методы контроля и испытания полимерных материалов и композитов, Методы контроля и испытания металлов и сплавов, для написания выпускной квалификационной работы.

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3 Способен проводить выбор материалов конструкций для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, выбирать материалы и технологии инженерии поверхностей с целью придания им требуемых свойств	ПК-3.1 Может выбирать материал для конструктивных элементов БМС в зависимости от условий их эксплуатации	Знать: основы нанометрологии (методы анализа и исследования наноструктур, специфику принятых методов измерений в нанометровом диапазоне).
		Уметь: проводить оценку структурных характеристик и физико-химических свойств материалов с использованием результатов измерений
		Владеть: способностью анализировать полученные данные исследований, интерпретировать их и делать выводы относительно качества материала, наличия дефектов, влияния технологических процессов на свойства вещества.
	ПК-3.2 Знает методы реновации и инженерии поверхностей деталей машин и механизмов	Знать: фундаментальные законы и принципы физики и химии, применимых к исследованию свойств материалов на атомарном уровне Уметь: получать информацию о микрочастицах и их размерах; Владеть: методиками проведения экспертизы материалов согласно установленным стандартам и нормам, оценка отклонений от заданных требований качества продукции

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	ПК-3.3 Понимает сущность процесса электрохимической кристаллизации металлов и сплавов	Знать: Стандартизацию объектов с размерами порядка нанометра
		Уметь: составлять экспертное заключение по результатам лабораторного исследования
		Владеть: навыками работы нормативной документацией, стандартами и другими нормативными материалами

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Тема 1 Основы нанометрологии	Лек Ср	1.1 Общие вопросы метрологии в нанотехнологиях 1.2 Направления работ в области нанометрологии	6	1 20		2	Отчет по практ.
Тема 2 Стандартизация объектов с размерами порядка нанометра	Лек Ср	2.1. Общие вопросы стандартизации в нанотехнологиях 2.2. Стандартизация методов калибровки и измерений 2.3 Стандартизация технологических процессов 2.4 Стандартизация параметров материалов и объектов нанотехнологии 2.5. Пилотные российские стандарты в области нанотехнологии	6	1 30		2	Отчет по практ.
Тема 3 Правовые основы и системы стандартизации и сертификации в нанометрологии	Лек Ср	3.1 Документы, регламентирующие проведение сертификации и экспертизы материалов, изделий	6	1 25			Отчет по практ.
Тема 4 Экспертиза материалов	Лек Ср	4.1 Виды экспертизы материалов 4.2 Методики экспертизы материалов	6	1 25		2	Отчет по практ.
	ПА		6	0,25			
	Контроль			3,75			
Итого:				<b>108</b>			

## 5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины применяются информационные технологии традиционного, модульного (по отдельным темам) обучения, используются технологии ДОТ в ЭИОС интерактивные практические работы, видеофильмы, информационные технологии (интернет) и элементы технологии проектного обучения, путем создания студентом презентаций по заданной теме. Используется тестирование для оценки текущей успеваемости и степени усвоения материала.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

При освоении всех разделов дисциплины необходимо сочетание всех форм учебной деятельности: изучение лекционного материала, выполнение практических и самостоятельных заданий, как с использованием технологий дистанционного обучения. Особое место занимает интерактивная методика выполнения и представления студентом результатов своей практической работы как презентация информации, полученной на основании аналитических исследований.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая: Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301) Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6	ПК-3	Тестовые задания 1-250 Отчеты по Пр.1-4

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. \_ Выполнение практических работ № 1...4 (самостоятельная работа студентов)

##### Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

1. Материалы представить преподавателю в виде презентаций в PowerPoint и отдельно текстовый файл в Microsoft Word.
2. Количество слайдов презентации по теме должно составлять 15...25 штук.
3. Слайд «Титульный лист» и слайд со списком используемых источников информации в презентации обязательны
4. Эффекты анимации и мультипликации при демонстрации слайдов не применять
5. Докладывать материалы презентации перед группой студентов в форме конференции во время аудиторных занятий.

## Тема 1 Основы нанометрологии

### Вопросы для проработки

1. Основные проблемы современной метрологии в нанометровом диапазоне
2. Проблема реализации линейной шкалы в нанометровом и прилегающем к нему диапазонах

3. Основные нанометрологические термины и определения (неопределенность, стандарт неопределенности, оценка неопределенности по типу А, по типу В, суммарная стандартная неопределенность, расширенная неопределенность, коэффициент охвата)
4. Оценка неопределенности калибровки мер малой длины оптическим лазерным методом

## **Тема 2 Стандартизация объектов с размерами порядка нанометра**

### **Вопросы для проработки**

1. Государственная система стандартизации
2. Категории и виды стандартов
3. Для чего разработана система стандартизации и каковы ее основные задачи?
4. Какие существуют виды стандартов и какова эффективность их применения во всех отраслях хозяйства?
5. Что включает в себя разработка, проектирование и конструирование новых изделий?
6. Какие главные задачи и функции международной стандартизации, Госстандарта РФ, отраслевых стандартов и стандартов предприятия?
7. Что включает в себя единая система конструкторской документации (ЕСКД)?
8. Какие задачи решает система технологической подготовки производства (ЕСТПП) и какова ее связь с ЕСКД?
9. Что является объектами стандартизации государственной системы обеспечения измерений (ГСИ)?

## **Тема 3 Правовые основы и системы стандартизации и сертификации в нанометрологии**

### **Вопросы для проработки**

1. С какой целью осуществляется сертификация нанопродукции?
2. Какие организации регулируют процессы сертификации?
3. Какие органы образуют государственную систему сертификации в РФ?
4. На соответствие каким документам производится сертификация нанопродукции?
5. Каким образом осуществляется аттестация производств сертифицируемой нанопродукции?
6. Какие виды сертификации вы знаете и чем их различие?
7. Какие виды документации включены в информационный фонд Госстандарта РФ?

## **Тема 4 Экспертиза материалов**

### **Вопросы для проработки**

1. Экспертиза. Определения и ее виды
2. Виды экспертизы
3. Экспертное заключение
4. Экспертиза материалов, веществ и изделий из них включает в себя экспертизу:
  - ☐ ГСМ и нефтепродуктов
  - ☐ химическую
  - ☐ материаловедческую
  - ☐ волокнистых материалов
  - ☐ лакокрасочных материалов и покрытий
  - ☐ изделий из полимерных материалов
5. Независимая материаловедческая экспертиза
6. Материаловедческая экспертиза включает в себя экспертизу:
  - наркотических и психотропных веществ
  - лакокрасочных покрытий и материалов
  - металлов и сплавов
  - волокнистых материалов (текстильные материалы)
  - стекла (фарфора, фаянса, керамики)

- полимерных веществ и материалов
- парфюмерных и косметических средств

7. Экспертиза определяет зависимость структуры и состава материала от действия самых различных по своей природе закономерностей:

- геологических
- физических
- химических

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

#### **Темы письменных работ**

№ п/п	Темы
	не предусмотрены

#### **7.3.1. Банк тестовых заданий в объеме 100шт (Росдистант)**

#### **7.3.3. Критерии и нормы оценки**

Курс	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	тестирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «зачтено» - 55 и более баллов</li> <li>- оценка «не зачтено» - менее 55 баллов</li> </ul>	
3	отчет по пр.	«зачтено»	10 баллов и более
		«не зачтено»	Менее 10 баллов

#### **Процедура оценивания**

Оценка выставляется по сумме баллов, набранных студентом при тестировании и баллов за отчеты по практическим работам.

#### **■ Примеры тестовых заданий**

1. Что не относится к основным направлениям работ в области нанометрологии:
  - a) Разработка рабочего эталона (установки высшей точности) на базе приборов нанометрового диапазона с интерференционными и другими датчиками перемещений.
  - b) Создание системы единиц для использования в нанометровом диапазоне
  - c) Разработка комплекса параметрических мер для калибровки приборов нанометрового диапазона, а также для передачи размера единицы длины в нанометровом диапазоне от первичного эталона к рабочему.
  - d) Разработка Государственной поверочной схемы для передачи размеров единицы длины от государственного исходного эталона к рабочим средствам измерений.
  - e) Создание Центра нанометрологии и нанодиагностики

Ответ: b

2. Базисный эталон единицы длины в нанометровом диапазоне разработан на основе:



- a) Зондовой микроскопии
- b) Рентгеновской дифрактометрии
- c) Лазерной интерферометрии
- d) Газовой хроматографии

Ответ: a, b, c

3. На каком методе не основан базисный эталон единицы длины в нанометровом диапазоне:

- a) Зондовой микроскопии
- b) Рентгеновской дифрактометрии
- c) Лазерной интерферометрии
- d) Газовой хроматографии

Ответ: d

4. Что называется эталоном сравнения в нанометрологии?

- a) Трехмерная шаговая линейная мера, обеспечивающая калибровку и поверку измерительных систем по трем координатам в диапазоне линейных размеров от 1 нм и более
- b) Средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера
- c) Физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая независимой от других величин этой системы

Ответ: a

5. Что является эталоном сравнения в нанометрологии?

- a) линейная мера, носитель размера – длина волны He-Ne лазера
- b) величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице
- c) физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая независимой от других величин этой системы

Ответ: a

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Омельянюк Г. Г., Гулевская В. В.	Судебная экспертиза веществ, материалов и изделий из них	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
2	Марусина М. Я.	Метрологическое обеспечение измерений, испытаний и контроля	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Марголин В.И., Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А.	Введение в нанотехнологию	Учебник	2022	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	В.Н. Крутиков, С.А. Кононогов, Ю.М. Золотаревский	Нормативно-правовое обеспечение измерений		2015	ЭБС «Лань»
2	В.Д. Староверов, И.У. Аубакирова	История развития стандартизации, метрологии и подтверждения соответствия	Учебное пособие	2012	ЭБС «IPRbooks»
3	В.С. Коротков, А.И. Афонасов	Метрология, стандартизация и сертификация	Учебное пособие	2015	ЭБС IPRbooks
4	В.Н. Кайнова [и др.] ; под ред В.Н. Кайновой	Метрология, стандартизация и сертификация	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

П.Тодуа Нанотехнологии. Нанометрология и стандартизация [Электронный ресурс]  
Опубликовано nikst 3 ноября, 2009 - 15:15 - Режим доступа:  
<http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/ptodua-nanotekhnologii-nanometrologiya-standartizatsiya>  
(URL: [www.nicpv.ru](http://www.nicpv.ru))

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows:  WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно;  контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart:  Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно;  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack)	договор № 469 от 05.06.2020, срок действия – бессрочно;
4	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025 включительно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Стол ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.	Стол ученические письменные , стулья-, доска аудиторная (меловая), стол преподавательский, стул преподавательский,шкафы для учебных

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-403	пособий, лабораторные установки, ПК, проектор, экран, коммутатор.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Столы, стулья, компьютеры.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя, сетевой шкаф.