

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:45

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Метрология и технические измерения функциональных материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 6

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*кфмн, доц., Могильников Павел Сергеевич; ст.преп., Захарова Елена Александровна*

Рабочая программа

**Метрология и технические измерения функциональных материалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 29.06.2023 г., №11-06

Руководитель подразделения Савченко Александр Григорьевич, к.ф.-м.н., ст.н.с.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование компетенций в соответствии с учебным планом. Научить основам теории и практики метрологического обеспечения технических измерений
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.2	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.3	Компьютеризация эксперимента	
2.1.4	Материалы альтернативной энергетики	
2.1.5	Материалы наукоемких технологий	
2.1.6	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.7	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.8	Планирование научного эксперимента	
2.1.9	Современные проблемы материаловедения	
2.1.10	Теория поверхностных явлений	
2.1.11	Теория симметрии	
2.1.12	Электроника	
2.1.13	Кристаллография	
2.1.14	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.15	Инженерная и компьютерная графика	
2.1.16	Физика	
2.1.17	Математика	
2.1.18	Математическая статистика и анализ данных	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Атомное строение фаз	
2.2.2	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.2.3	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.2.4	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.2.5	Наноматериалы	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Научно-исследовательская работа	
2.2.8	Научно-исследовательская работа	
2.2.9	Сверхтвердые материалы	
2.2.10	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.2.11	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.2.12	Физика магнитных явлений	
2.2.13	Физика полупроводниковых приборов	
2.2.14	Физика прочности	
2.2.15	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.2.16	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.2.17	Физические основы деформации и разрушения	
2.2.18	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.19	Композиционные материалы	
2.2.20	Конструирование композиционных материалов	
2.2.21	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.2.22	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.2.23	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.24	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.25	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.26	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	

2.2.27	Специальные сплавы
2.2.28	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.2.29	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.30	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.31	Биофизика
2.2.32	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.33	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.34	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.35	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.36	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.37	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.38	Основы научно-технического перевода
2.2.39	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.40	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.41	Технология получения кристаллов
2.2.42	Физические основы магнетизма и процессы перемангничивания материалов
2.2.43	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.44	Функциональные наноматериалы
2.2.45	Химия и технология полимерных материалов
2.2.46	Биоорганическая химия
2.2.47	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.48	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.49	Квантовая теория твердого тела
2.2.50	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.51	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.52	Методы непараметрической статистики
2.2.53	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.54	Объемные наноматериалы
2.2.55	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.56	Структура и технологичность сплавов
2.2.57	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.58	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.59	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.60	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.61	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.62	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.63	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.64	Менеджмент качества
2.2.65	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.66	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.67	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.68	Методология научных исследований
2.2.69	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.70	Основы клеточной биологии
2.2.71	Оформление результатов научной деятельности
2.2.72	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.73	Симметрия наносистем
2.2.74	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.75	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.76	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.77	Управление коллективами
2.2.78	Управление проектами
2.2.79	Химические основы биологических процессов

2.2.80	Цифровое материаловедение
2.2.81	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.82	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.83	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.84	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.85	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.86	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.87	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.88	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.89	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.90	Биохимия наноматериалов
2.2.91	Инженерия поверхности
2.2.92	Научно-исследовательская работа

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям**

**Знать:**

ПК-1-31 основы метрологии, методы и средства измерения физических и химических величин

**ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли**

**Знать:**

ОПК-7-31 -основные нормативные документы связанные с техническими измерениями функциональных материалов

**УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения**

**Знать:**

УК-2-31 - правовые основы и системы стандартизации и сертификации

**ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям**

**Уметь:**

ПК-1-У1 применять полученные знания для анализа, прогнозирования и расчёта погрешностей технических, а также условий проведения экспериментов для получения воспроизводимых результатов.

**ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли**

**Уметь:**

ОПК-7-У1 - анализировать и применять техническую документацию, связанную с методами и способами технических измерений

**УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения**

**Уметь:**

УК-2-У1 - анализировать информацию о методах и способах технических измерений

**ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям**

**Владеть:**

ПК-1-В1 навыками использования современных информационных технологий и средств телекоммуникации, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской, расчётно-графической, проектно-технологической деятельности.

<b>ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-7-В1 - навыками составления технической документации по метрологии и техническим измерениям материалов
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Владеть:</b>
УК-2-В1 - методологией организации, планирования и обработки результатов экспериментов и экспериментальных исследований

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Предмет метрологии</b>							
1.1	Основные понятия метрологии. Предмет метрологии. Цели и задачи метрологии. Понятие единства измерений. Метрологическая служба РФ. Международные метрологические организации /Пр/	6	2	УК-2-У1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	Р2
1.2	Метрологическая экспертиза технической документации. Основные понятия. Задачи. /Пр/	6	2	УК-2-В1 ОПК-7-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1		КМ1	Р2
1.3	Правила оформления научных текстов. Правила оформления списка использованных источников. /Пр/	6	2	ОПК-7-31 ОПК-7-У1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	Р3
1.4	Свойства и величины. Виды величин. Классификация физических величин. Истинные и действительный величины. Постулаты метрологии. /Пр/	6	1	УК-2-В1	Л1.1Л2.1		КМ1	Р4
1.5	Шкалы. Понятие шкалы измерения. Виды шкал. Создание шкалы измерения. Проведение исследований с помощью различных шкал. /Пр/	6	1	ОПК-7-31	Л1.1Л2.1		КМ1	Р5
1.6	Системы физических величин. Устаревшие и метрические системы единиц. История система СИ. Основные и производные единицы. Внесистемные единицы. Кратные и долинные единицы /Пр/	6	1	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-7-31	Л1.1Л2.1 Э1		КМ1	Р6
1.7	Эталоны физических величин. Виды эталонов. Эталоны основных единиц системы СИ. Эталонная база РФ. /Пр/	6	1	ОПК-7-У1	Л1.1Л2.1		КМ1	Р7

1.8	Использование штангенциркуля и микрометра с разными шкалами для определения линейного размера /Лаб/	6	5	УК-2-У1 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ6,КМ7	Р8
	<b>Раздел 2. Основы техники измерения</b>							
2.1	Основы техники измерений. Понятие измерения. Классификация видов измерений. Виды измерений по способу получения числового значения. /Пр/	6	1	УК-2-У1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ2	Р9
2.2	Понятие метода измерения, меры и стандартного образца. Виды измерений по методу измерений. /Пр/	6	1	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-7-31	Л1.1Л2.1		КМ2	Р10
2.3	Понятие средства измерений. Классификация средств измерений. /Пр/	6	1	ОПК-7-31	Л1.1Л2.1		КМ3	Р11
2.4	Виды средств измерений по техническому назначению. Измерительный прибор. Показывающее устройство. /Пр/	6	2	УК-2-В1	Л1.1Л2.1		КМ2,КМ3	Р12
2.5	Метрологические характеристики средств измерений. Понятие поверки, калибровки, градуировки, юстировки. /Пр/	6	1	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-7-У1	Л1.1Л2.1		КМ3	Р13
2.6	Схемы передачи единицы измерения средствам измерений. Класс точности прибора. /Пр/	6	2	УК-2-У1 ОПК-7-31 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ3	Р14
2.7	Определение класса точности вольтметра V7-34А /Лаб/	6	5	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-7-В1 ПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Э1		КМ2,КМ3	Р15
	<b>Раздел 3. Теория погрешности</b>							
3.1	Основные понятия теории погрешности. Причины возникновения погрешностей. /Пр/	6	2	УК-2-В1 ПК-1-31	Л1.1Л2.1		КМ4	Р16
3.2	Классификация погрешностей измерений. /Пр/	6	1	УК-2-У1	Л1.1Л2.1		КМ4	Р17
3.3	Абсолютная и относительная погрешности. /Пр/	6	1	ОПК-7-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1		КМ4	Р18
3.4	Случайная и систематическая погрешности. Методы устранения систематических погрешностей. /Пр/	6	1	УК-2-У1 ОПК-7-У1	Л1.1Л2.1		КМ4	Р19
3.5	Законы распределения непрерывных случайных величин /Пр/	6	2	УК-2-В1 ОПК-7-У1	Л1.1Л2.1		КМ4	Р20
3.6	Оценка случайной погрешности измерений /Пр/	6	1	УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3		КМ4	Р21

3.7	Определение результатов многократных измерений. Правило трёх сигм. Грубая погрешность (промах) /Пр/	6	2	УК-2-У1 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3		КМ4	P22
3.8	Определение погрешностей и их источников при измерении удельного электрического сопротивления /Лаб/	6	7	УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1		КМ6	P23
	<b>Раздел 4. Понятия стандартизации, сертификации, аккредитации</b>							
4.1	Основы стандартизации. Цели, уровни и объекты стандартизации. /Пр/	6	1	УК-2-31 ОПК-7-31 ПК-1-31	Л1.1Л2.1		КМ5,КМ6	P24
4.2	История стандартизации в РФ. Международная стандартизация /Пр/	6	1	УК-2-31	Л1.1Л2.1		КМ5,КМ6	P25
4.3	Виды нормативных документов в области стандартизации в РФ. /Пр/	6	1	УК-2-31	Л1.1Л2.1		КМ6,КМ5	P26
4.4	Технический регламенты. Понятие стандарта. Классификация стандартов. /Пр/	6	1	УК-2-31	Л1.1Л2.1		КМ5,КМ6	P27
4.5	Основные понятия сертификации. Цели и виды сертификации. Сертификат соответствия. /Пр/	6	1	УК-2-31 ОПК-7-31 ОПК-7-У1	Л1.1Л2.1		КМ5,КМ6	P28
4.6	Основные понятия аккредитации. Органы по аккредитации. Система равноправной оценки. Аттестат аккредитации. /Пр/	6	1	УК-2-31 ОПК-7-31 ОПК-7-У1	Л1.1Л2.1		КМ5,КМ6	P29
4.7	Освоение теоретического материала курса /Ср/	6	43	УК-2-31 ОПК-7-У1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1			
4.8	Подготовка к экзамену по курсу /Ср/	6	50	УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1		КМ8	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Самостоятельная работа № 1	ОПК-7-31;УК-2-У1	<p>Что является предметом теоретической метрологии?</p> <p>Приведите примеры электрических физических величин.</p> <p><math>42,3 \cdot 10^3</math> Вт – каково значение этой физической величины?</p> <p><math>45^\circ</math> – каков размер этой физической величины?</p> <p>Что такое действительное значение физической величины?</p> <p>Как воспроизводится единица массы?</p> <p>Относится ли единица измерения температуры тела к основным физическим величинам?</p> <p>Приведите примеры оцениваемых физических величин</p> <p>Что такое размерность физической величины?</p>



КМ2	Самостоятельная работа № 2	ОПК-7-31	<p>Является ли шкала наименований шкалой физических величин?          К какому типу шкал относится шкала коэффициентов отражения?          Приведите примеры шкал интервалов.          Как устанавливается ноль в шкале отношений?          Как зависят шкалы порядка от принятой системы единиц измерения?</p>
КМ3	Самостоятельная работа № 3	ОПК-7-В1;ОПК-7-31	<p>Что позволяет оценивать класс точности средства измерений?          Чем обычно обусловлен метод измерения?          Что представляют собой неавтоматические средства измерений?          Как называется физическое явление или эффект, положенное в основу измерений?          Как обозначается класс точности, установленный в виде абсолютной погрешности?          Какие методы измерения являются косвенными?          Какие функции выполняют рабочие средства измерений?          Приведите примеры измерений методом замещений.</p>
КМ4	Самостоятельная работа № 4	ОПК-7-31;ОПК-7-В1;ОПК-7-У1	<p>Что такое ресурс средства измерения?          Какая организация проводит поверку средств измерений?          Как оформляются результаты калибровки?          В чём суть метрологической надёжности?          Какие функции выполняет Государственный метрологический контроль?          Что такое основы метрологического обеспечения единства измерений?          Какими причинами обусловлен неметрологический отказ?          Что представляет собой поверочная схема?</p>
КМ5	Самостоятельная работа № 5	ОПК-7-31;УК-2-31	<p>Какие виды документов в области стандартизации относятся к нормативно-правовым?          В чём заключается основная задача аккредитации?          На основании какого документа разработан Общероссийский классификатор стандартов?          Какой вид нормативных документов устанавливается на продукцию, изготовленную по разовым заказам?          В каких целях разрабатываются отраслевые стандарты?          Какие существуют виды сертификации?          Какие виды технических регламентов действуют на территории РФ?          Что обозначает надпись ГОСТ Р МЭК 60627 – 2005?</p>

КМ6	Контрольная работа	ОПК-7-31;ОПК-7-В1;ОПК-7-У1;УК-2-В1	<p>Тематика контрольной работы совпадает с содержанием всего курса по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое метрология?</li> <li>2. Что является предметом метрологии?</li> <li>3. Какова главная задача метрологии?</li> <li>4. Что является предметом теоретической метрологии?</li> <li>5. Что является предметом законодательной метрологии?</li> <li>6. Что является предметом практической метрологии?</li> <li>7. Из каких разделов состоит метрология?</li> <li>8. Приведите примеры идеальных величин.</li> <li>9. Приведите примеры реальных величин.</li> <li>10. Приведите примеры нефизических величин.</li> <li>11. Что такое истинное значение физической величины?</li> <li>12. Можно ли путём измерений определить истинное значение физической величины?</li> <li>13. Можно ли путём измерений определить действительное значение физической величины?</li> <li>14. Что такое действительное значение физической величины?</li> <li>15. Что такое измеренное значение физической величины?</li> <li>16. Что такое влияющая физическая величина?</li> <li>17. Что такое постоянная физическая величина?</li> <li>18. Что такое переменная физическая величина?</li> <li>19. Что такое физический параметр?</li> <li>20. Приведите примеры оцениваемых физических величин</li> <li>21. Приведите примеры измеряемых физических величин</li> <li>22. Мера и эталон – это одно и то же?</li> <li>23. Мера и стандартный образец – это одно и то же?</li> <li>24. Эталон и стандартный образец – это одно и то же?</li> <li>25. Какие бывают стандартные образцы?</li> <li>26. Приведите пример стандартного образца.</li> <li>27. Из каких элементов состоит показывающее устройство?</li> <li>28. Приведите примеры регистрирующих устройств.</li> <li>29. Какое сокращенное название присваивается техническим регламентам РФ?</li> <li>30. Что обозначает запись ТР ТС 010/2011?</li> <li>31. Чем обусловлена необходимость введения технических регламентов на территории РФ?</li> <li>32. Какая организация является главной в РФ в области стандартизации?</li> <li>33. Приведите примеры продукции, подлежащей обязательной сертификации.</li> <li>34. Подлежит ли обязательной сертификации электроэнергия?</li> <li>35. Имеет ли юридическую силу сертификат соответствия</li> </ol>
-----	--------------------	------------------------------------	---

КМ7	Домашняя работа № 1	ОПК-7-31;УК-2-31	<p>Оформите список литературы в соответствии с нормативными документами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Реми Г. Курс неорганической химии, т. 2, М., «Мир», 1974</li> <li>2) Редкие и рассеянные элементы: Химия и технология: В 3 кн. Кн. 3. Учебник для вузов / С.С. Коровин, В.И. Букин, П.И. Федоров, А.М. Резник / Под ред. С.С. Коровина. М.: МИСИС, 2003</li> <li>3) Kemmitt R.D.W., Peacock R.D. The chemistry of manganese, technetium and rhenium. OxfordPress, 1975</li> <li>4) Популярная библиотека химических элементов. Под.ред. Петрянова-Соколова И.В. М., «Наука», 1983</li> <li>5) Способ изготовления высокотемпературного тонкопленочного резистора резистора (патент №2326460) Волохов И.В.,Песков Е.В., Попченков Д.В.</li> <li>6) <a href="http://www.i-think.ru/wikimet/?type=metall&amp;section_id=401">http://www.i-think.ru/wikimet/?type=metall&amp;section_id=401</a></li> <li>7) Ритмы рения (Обзор мирового рынка) Известия вузов. Цветная металлургия. № 6. 2007 А.В. Наумов ООО «КВАР», г. Москва</li> <li>8) Олейникова Г.А.,Панова Е.Г.,Вялов В.И.,Кудряшов В.Л.,Сербина М.Н.,Фадин Я.Ю Нанотехнологический способ извлечения рения из пород и руд черносланцевых формаций и продуктов их переработки (патент № 2455237)</li> <li>9) Шипачев В.А. Способ извлечения и очистки рения из растворов от переработки жаропрочных сплавов (патент № 2437836)</li> <li>10) Воробьева М.В, Едренникова Е.Е., Иванов В.В., Левашов Е.А., Ракова Н.Н Способ получения порошков рения (патент №2416494)</li> <li>11) Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмарев А.М. Металлургия рения, 2007</li> <li>12) Лебедев К.Б. Рений. М.: Металлургиздат, 1963</li> <li>13) Уманский Я.С., Скоков Ю.А. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия, Металлургия,1982</li> <li>14) Гусев А.И., Ремпель А.А, Нанокристаллические материалы. М.: Физматлит, 2001.</li> </ol>
-----	---------------------	------------------	---

KM8	Экзамен	ОПК-7-31;ОПК-7-У1;ОПК-7-В1;УК-2-31;УК-2-В1	<p>Типовой билет к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Что обозначает надпись ОСТ 45.126 – 2002?</li> <li>2 Перечислите метрологические характеристики средств измерений.</li> <li>3 Можно ли путём измерений определить действительное значение физической величины?</li> <li>4 Сколько значащих цифр в числе 32,0?</li> <li>5 Какие виды документов в области стандартизации обязательны к исполнению?</li> <li>6 Округлите число так, чтобы осталась одна сомнительная цифра <math>0,0780061 \pm 0,00055</math>.</li> <li>7 Какова главная задача метрологии?</li> <li>8 В чем заключается свойство безотказности средства измерения?</li> <li>9 Что такое переменная физическая величина?</li> <li>10 Напишите правильно 15.64 ККд.</li> <li>11 К какому виду внесистемных единиц относится карат?</li> <li>12 Перечислите основные цели стандартизации.</li> <li>13 Какую составляющую погрешности измерений можно уменьшить методом компенсации погрешности по знаку?</li> <li>14 Относится ли единица измерения грузоподъёмности транспортного средства к основным физическим величинам?</li> <li>15 Сколько значащих цифр в числе 0,001860?</li> <li>16 Напишите результат измерения правильно <math>108,8 \pm 7,41 \text{ \AA}</math>.</li> <li>17 При нормальном законе распределения случайной величины, какова вероятность появления малых погрешностей измерений?</li> <li>18 1 а.е.м. – каков размер этой физической величины?</li> <li>19 Что является предметом законодательной метрологии?</li> <li>20 Приведите примеры тепловых физических величин и их единицы измерений.</li> <li>21 Что такое промах?</li> <li>22 Класс точности прибора 4. Какова погрешность измерения?</li> <li>23 Каким образом можно обнаружить систематические погрешности?</li> <li>24 Какой зависимостью может быть выражена функция преобразования средства измерений?</li> <li>25 Напишите результат измерения правильно <math>59 \pm 0.239 \%</math>.</li> <li>26 Приведите примеры продукции, подлежащей обязательной сертификации.</li> <li>27 Какова размерность импульса в системе СИ?</li> <li>28 Приведите пример метода замещения.</li> <li>29 Из каких элементов состоит показывающее устройство?</li> <li>30 Напишите правильно обозначение единицы физической величины 9 НМ</li> <li>31 Какая организация проводит поверку средств измерений?</li> <li>32 Из каких разделов состоит метрология?</li> <li>33 Приведите примеры вспомогательных средств измерений.</li> <li>34 К какому виду внесистемных единиц относится дина?</li> <li>35 В чём суть метрологической экспертизы?</li> <li>36 Какие математические операции определены на шкале отношений?</li> <li>37 Какие средства измерений подвергаются калибровке?</li> <li>38 Является ли шкала наименований шкалой физических величин?</li> <li>39 220 В – каково значение этой физической величины?</li> <li>40 Приведите примеры идеальных величин.</li> <li>41 20 мкЗв – как называется единица измерений этой физической величины?</li> <li>42 Какова абсолютная погрешность бытового счётчика электроэнергии?</li> <li>43 От каких величин зависит выбор начала отсчета на шкале интервалов?</li> <li>44 Какие функции выполняют эталоны физических величин?</li> <li>45 Представьте 790 мм.рт.ст. в системе СИ.</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Практическое занятие 1) Основные понятия метрологии. Предмет метрологии. Цели и задачи метрологии. Понятие единства измерений. Метрологическая служба РФ. Международные метрологические организации.	ОПК-7-31;УК-2-У1;ОПК-7-У1;ОПК-7-В1	Основные понятия и определения предмета метрологии. Что такое единство измерений. Международные метрологические организации.
P2	Практическое занятие 2) Метрологическая экспертиза технической документации. Основные понятия. Задачи.	ОПК-7-У1;УК-2-В1	Техническая документация. Основные понятия.
P3	Практическое занятие 3)Правила оформления научных текстов. Правила оформления списка использованных источников.	ОПК-7-31;ОПК-7-У1	Как правильно оформлять научные тексты и список литературы.
P4	Практическое занятие 4)Свойства и величины. Виды величин. Классификация физических величин. Истинные и действительный величины. Постулаты метрологии.	УК-2-В1	Величина и её свойства. Физические величины.
P5	Практическое занятие 5) Шкалы. Понятие шкалы измерения. Виды шкал. Создание шкалы измерения. Проведение исследований с помощью различных шкал.	ОПК-7-31	Понятие шкалы измерения и её предназначение.
P6	Практическое занятие 6) Системы физических величин. Устаревшие и метрические системы единиц. История система СИ. Основные и производные единицы. Внесистемные единицы. Кратные и дольные единицы	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-7-31	История система СИ. Основные и производные единицы. Внесистемные

P7	Практическое занятие 7) Эталоны физических величин. Виды эталонов. Эталоны основных единиц системы СИ. Эталонная база РФ.	ОПК-7-В1	Понятие эталона. Виды эталонов.
P8	Лабораторная работа 1) Использование штангенциркуля и микрометра с разными шкалами для определения линейного размера	ОПК-7-В1;УК-2-У1;ОПК-7-У1;УК-2-В1	Определение линейного размера образца с помощью штангенциркуля и микрометра с разными шкалами.
P9	Практическое занятие 8) Основы техники измерений. Понятие измерения. Классификация видов измерений. Виды измерений по способу получения числового значения.	УК-2-У1	Понятие измерения. Классификация видов измерений.
P10	Практическое занятие 9) Понятие метода измерения, меры и стандартного образца. Виды измерений по методу измерений.	ОПК-7-31;УК-2-У1;УК-2-В1	Понятие метода измерения, меры и стандартного образца.
P11	Практическое занятие 10) Понятие средства измерений. Классификация средств измерений.	ОПК-7-31	Средства измерений.
P12	Практическое занятие 11) Виды средств измерений по техническому назначению. Измерительный прибор. Показывающее устройство.	УК-2-В1	Виды средств измерений по техническому назначению.
P13	Практическое занятие 12) Метрологические характеристики средств измерений. Понятие поверки, калибровки, градуировки, юстировки.	УК-2-У1;УК-2-В1;ОПК-7-У1	Метрологические характеристики средств измерений. Понятие поверки, калибровки, градуировки, юстировки.
P14	Практическое занятие 13) Схемы передачи единицы измерения средствам измерений. Класс точности прибора.	ОПК-7-31;УК-2-У1	Схемы передачи единицы измерения средствам измерений. Класс точности прибора.

P15	Лабораторная работа 2) Определение класса точности вольтметра V7-34A	УК-2-У1;ОПК-7-В1;УК-2-В1	Определение класса точности вольтметра V7-34A.
P16	Практическое занятие 14) Основные понятия теории погрешности. Причины возникновения погрешностей	УК-2-В1	Основные понятия теории погрешности. Причины возникновения погрешностей
P17	Практическое занятие 15) Классификация погрешностей измерений	УК-2-У1	Классификация погрешностей измерений
P18	Практическое занятие 16) Абсолютная и относительная погрешности.	ОПК-7-У1	Абсолютная и относительная погрешности.
P19	Практическое занятие 17) Случайная и систематическая погрешности. Методы устранения систематических погрешностей.	ОПК-7-У1;УК-2-У1	Случайная и систематическая погрешности. Методы устранения систематических погрешностей.
P20	Практическое занятие 18) Законы распределения непрерывных случайных величин	ОПК-7-У1;УК-2-В1	Законы распределения непрерывных случайных величин
P21	Практическое занятие 19) Оценка случайной погрешности измерений	УК-2-У1;УК-2-В1	Оценка случайной погрешности измерений
P22	Практическое занятие 20) Определение результатов многократных измерений. Правило трёх сигм. Грубая погрешность (промах)	УК-2-У1;ОПК-7-У1;ОПК-7-В1	Определение результатов многократных измерений. Правило трёх сигм. Грубая погрешность (промах)
P23	Лабораторная работа 3) Определение погрешностей и их источников при измерении удельного электрического сопротивления	УК-2-В1;ОПК-7-В1;ОПК-7-У1;УК-2-У1	Измерение удельного электрического сопротивления медного стержня с помощью двойного моста Томпсона. Определение погрешностей и их источников при измерении электросопротивления.
P24	Практическое занятие 21) Основы стандартизации. Цели, уровни и объекты стандартизации.	УК-2-31;ОПК-7-31	Основы стандартизации. Цели, уровни и объекты стандартизации.

P25	Практическое занятие 22) История стандартизации в РФ. Международная стандартизация	УК-2-31	История стандартизации в РФ. Международная стандартизация
P26	Практическое занятие 23) Виды нормативных документов в области стандартизации в РФ.	УК-2-31	Виды нормативных документов в области стандартизации в РФ.
P27	Практическое занятие 24) Технический регламенты. Понятие стандарта. Классификация стандартов.	УК-2-31	Технический регламенты. Понятие стандарта. Классификация стандартов.
P28	Практическое занятие 25) Основные понятия сертификации. Цели и виды сертификации. Сертификат соответствия.	УК-2-31;ОПК-7-31;ОПК-7-У1	Основные понятия сертификации. Цели и виды сертификации. Сертификат соответствия.
P29	Практическое занятие 26) Основные понятия аккредитации. Органы по аккредитации. Система равноправной оценки. Аттестат аккредитации	ОПК-7-31;УК-2-31;ОПК-7-У1	Основные понятия аккредитации. Органы по аккредитации. Система равноправной оценки. Аттестат аккредитации



**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзамен сдаётся письменно и состоит из 45 вопросов.

Типовой билет к экзамену:

- 1 Что обозначает надпись ОСТ 45.126 – 2002?
- 2 Перечислите метрологические характеристики средств измерений.
- 3 Можно ли путём измерений определить действительное значение физической величины?
- 4 Сколько значащих цифр в числе 32,0?
- 5 Какие виды документов в области стандартизации обязательны к исполнению?
- 6 Округлите число так, чтобы осталась одна сомнительная цифра  $0,0780061 \pm 0,00055$ .
- 7 Какова главная задача метрологии?
- 8 В чем заключается свойство безотказности средства измерения?
- 9 Что такое переменная физическая величина?
- 10 Напишите правильно 15.64 ККд.
- 11 К какому виду внесистемных единиц относится карат?
- 12 Перечислите основные цели стандартизации.
- 13 Какую составляющую погрешности измерений можно уменьшить методом компенсации погрешности по знаку?
- 14 Относится ли единица измерения грузоподъёмности транспортного средства к основным физическим величинам?
- 15 Сколько значащих цифр в числе 0,001860?
- 16 Напишите результат измерения правильно  $108,8 \pm 7,41 \text{ \AA}$ .
- 17 При нормальном законе распределения случайной величины, какова вероятность появления малых погрешностей измерений?
- 18 1 а.е.м. – каков размер этой физической величины?
- 19 Что является предметом законодательной метрологии?
- 20 Приведите примеры тепловых физических величин и их единицы измерений.
- 21 Что такое промах?
- 22 Класс точности прибора 4. Какова погрешность измерения?
- 23 Каким образом можно обнаружить систематические погрешности?
- 24 Какой зависимостью может быть выражена функция преобразования средства измерений?
- 25 Напишите результат измерения правильно  $59 \pm 0.239 \%$ .
- 26 Приведите примеры продукции, подлежащей обязательной сертификации.
- 27 Какова размерность импульса в системе СИ?
- 28 Приведите пример метода замещения.
- 29 Из каких элементов состоит показывающее устройство?
- 30 Напишите правильно обозначение единицы физической величины 9 НМ
- 31 Какая организация проводит поверку средств измерений?
- 32 Из каких разделов состоит метрология?
- 33 Приведите примеры вспомогательных средств измерений.
- 34 К какому виду внесистемных единиц относится дина?
- 35 В чём суть метрологической экспертизы?
- 36 Какие математические операции определены на шкале отношений?
- 37 Какие средства измерений подвергаются калибровке?
- 38 Является ли шкала наименований шкалой физических величин?
- 39 220 В – каково значение этой физической величины?
- 40 Приведите примеры идеальных величин.
- 41 20 мкЗв – как называется единица измерений этой физической величины?
- 42 Какова абсолютная погрешность бытового счётчика электроэнергии?
- 43 От каких величин зависит выбор начала отсчета на шкале интервалов?
- 44 Какие функции выполняют эталоны физических величин?
- 45 Представьте 790 мм.рт.ст. в системе СИ.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене

Успешность освоения дисциплины оценивается по 45-балльной шкале. Каждый вопрос экзаменационного билета равен 1 баллу.

Оценка «отлично» – обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу. В балльной системе – 41 и более баллов.

Оценка «хорошо» – обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал. В балльной системе – от 34 до 40 баллов.

Оценка «удовлетворительно» – обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике. В балльной системе – от 23 до 33 баллов

Оценка «неудовлетворительно» – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. В балльной системе – 22 и менее баллов.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Воробьева Галина Николаевна, Муравьева Ирина Валентиновна	Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Голуб О. В., Сурков И. В., Позняковский В. М.	Стандартизация, метрология и сертификация: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2009

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Мельниченко Александр Семенович	Статистический анализ в металлургии и материаловедении: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия, спец. 150105 - Металловедение и термическая обработка металлов, 150702 - Физика металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л3.2	Мельниченко Александр Семенович	Анализ данных в материаловедении. Ч. 1: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение и Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л3.3	Мельниченко Александр Семенович	Анализ данных в материаловедении. Ч. 2. Регрессионный анализ: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	eLIBRARY	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
----	----------	---

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	ESET NOD32 Antivirus
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов метрологии, стандартизации, сертификации и технических измерений, получения практических навыков метрологической экспертизы и оформлению научных текстов, определению вида и расчёту погрешностей измерений.

Предусматриваются домашние задания по метрологическому оформлению и экспертизе научных текстов. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение практических с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении практических занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.