

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

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 испытания 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 9

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	51	51	51	51
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, доцент, Введенский В.Ю.*

Рабочая программа

**Метрология и испытания 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 А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – Сформировать компетенции в соответствии с требованиями учебного плана, а также научить методам подготовки, проведения и обеспечения качества испытаний функциональных материалов.
1.2	Задачи дисциплины научить:
1.3	– использовать полученные знания для планирования, подготовки и проведения испытаний функциональных материалов;
1.4	– выявлять факторы, влияющие на качество испытаний, и на этой основе сравнивать и выбирать методы и методики испытаний;
1.5	– обосновывать и выбирать конкретные методы обеспечения качества испытаний функциональных материалов для решения задач, возникающих при исследованиях, сертификации продукции, подтверждении технической компетентности и аккредитации испытательных и измерительных лабораторий.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.29
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.2	Композиционные материалы	
2.1.3	Конструирование композиционных материалов	
2.1.4	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.5	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.6	Специальные сплавы	
2.1.7	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.8	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.1.9	Атомное строение фаз	
2.1.10	Биохимия наноматериалов	
2.1.11	Инженерия поверхности	
2.1.12	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.13	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.14	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.15	Наноматериалы	
2.1.16	Сверхтвердые материалы	
2.1.17	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.18	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.19	Физика магнитных явлений	
2.1.20	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.21	Физика прочности	
2.1.22	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.23	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.24	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.25	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.26	Материаловедение	
2.1.27	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.28	Металловедение инновационных материалов	
2.1.29	Методы исследования материалов	
2.1.30	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.31	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.32	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.33	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.34	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.35	Разработка новых материалов	
2.1.36	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.37	Физика диэлектриков	
2.1.38	Физика полупроводников	
2.1.39	Введение в квантовую теорию твердого тела	

2.1.40	Дефекты кристаллической решетки
2.1.41	Компьютеризация эксперимента
2.1.42	Материалы альтернативной энергетики
2.1.43	Материалы наукоемких технологий
2.1.44	Основы дизайна металлических материалов
2.1.45	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.46	Планирование научного эксперимента
2.1.47	Современные проблемы материаловедения
2.1.48	Теория поверхностных явлений
2.1.49	Теория симметрии
2.1.50	Электроника
2.1.51	Кристаллография
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Биоорганическая химия
2.2.2	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.3	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.4	Квантовая теория твердого тела
2.2.5	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.6	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.7	Методы непараметрической статистики
2.2.8	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.9	Объемные наноматериалы
2.2.10	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.11	Структура и технологичность сплавов
2.2.12	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.13	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.14	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.15	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.16	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.17	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.18	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.19	Менеджмент качества
2.2.20	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.21	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.22	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.23	Методология научных исследований
2.2.24	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.25	Основы клеточной биологии
2.2.26	Оформление результатов научной деятельности
2.2.27	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.28	Симметрия наносистем
2.2.29	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.30	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.31	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.32	Управление коллективами
2.2.33	Управление проектами
2.2.34	Химические основы биологических процессов
2.2.35	Цифровое материаловедение
2.2.36	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.37	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.38	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.39	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.40	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.41	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.42	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.43	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.44	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

### 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-1-310 виды испытаний, используемых при комплексных исследованиях и разработке функциональных испытаний (в том числе наноматериалов) различного назначения;

ПК-1-39 способы и средства регулирования факторов типовых режимов испытаний и обработки;

ПК-1-38 способы и средства текущего контроля факторов типовых режимов испытаний и обработки;

ПК-1-311 способы использования испытаний при проведении исследований и разработке функциональных материалов;

ПК-1-314 правила составления и оформления отчетов по проведению исследований в области материаловедения и технологии материалов

ПК-1-313 способы анализа и обработки результатов испытаний функциональных материалов;

ПК-1-312 особенности исследовательских испытаний функциональных материалов в сравнении с другими испытаниями, проводимыми на разных стадиях жизненного цикла продукции;

ПК-1-33 различие применяемых при испытаниях средств измерений, средств контроля и испытательного оборудования;

ПК-1-32 требования нормативной и технической документации при подготовке, проведении испытаний и обработке их результатов;

ПК-1-31 метрологическую терминологию в области измерений свойств и испытаний функциональных материалов, оценке их точности и достоверности;

ПК-1-34 способы обеспечения качества проведения испытаний;

ПК-1-37 методики контроля различных факторов испытаний и обработки;

ПК-1-36 конструкции испытательного оборудования;

ПК-1-35 локальные нормативные акты по контрольно-измерительному и испытательному оборудованию ;

**Уметь:**

ПК-1-У11 контролировать работу исполнительных устройств, регулирующих факторы режимов испытаний и обработки

ПК-1-У10 контролировать работу средств измерений испытательного оборудования

ПК-1-У9 контролировать работу средств контроля испытательного оборудования

ПК-1-У12 планировать подготовку и проведение испытаний при комплексных исследованиях и разработке функциональных материалов

ПК-1-У15 составлять отчет по проведенным экспериментальным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов

ПК-1-У14 обсуждать результаты экспериментальных исследований в области материаловедения и технологии материалов

ПК-1-У13 определять последовательность и сроки проведения испытаний функциональных материалов

ПК-1-У8 контролировать факторы процессов испытаний и обработки

ПК-1-У3 оценивать погрешность и неопределенность измерений

ПК-1-У2 определять факторы, от которых зависит качество измерений и испытаний функциональных материалов

ПК-1-У1 самостоятельно работать с литературой и осуществлять поиск информации об отдельных определениях, понятиях и терминах в области функциональных материалов и их испытаний

ПК-1-У4 использовать стандартные образцы для оценивания правильности измерений

ПК-1-У7 осуществлять контроль стабильности результатов измерений
ПК-1-У6 проводить внутренний оперативный контроль качества измерений и испытаний функциональных материалов в условиях повторяемости
ПК-1-У5 оформлять протоколы испытаний по результатам испытаний
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В8 опыт составления программ испытаний функциональных материалов
ПК-1-В7 установление причин отклонений контролируемых параметров от заданных значений
ПК-1-В9 опыт проведения испытания функциональных материалов разного назначения
ПК-1-В11 опыт формулирования выводов по результатам экспериментальных исследований в области материаловедения и технологии материалов
ПК-1-В10 опыт обсуждения результатов экспериментальных исследований в области материаловедения и технологии материалов
ПК-1-В6 проведение контроля результатов типовых режимов испытаний и обработки
ПК-1-В2 навык описания методов измерения и испытаний с помощью схем преобразования сигнала
ПК-1-В1 опыт анализа соответствия испытательного оборудования и режимов его функционирования требованиям нормативной документации на методики испытаний, методики измерений и испытываемую продукцию
ПК-1-В3 опыт использования процедур обоснованного выбора метода испытаний основных параметров и характеристик функциональных материалов
ПК-1-В5 планирование и проведение внутреннего оперативного контроля качества испытаний
ПК-1-В4 планирование и проведение периодического контроля факторов типовых режимов испытаний и обработки

#### 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. Метрологическое описание испытаний функциональных материалов</b>							
1.1	Испытания функциональных материалов, классификация методов и процедура /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У14 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э14 Э15			P1
1.2	Испытания функциональных материалов, классификация методов и процедура /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У14 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э14 Э15			
1.3	Статические характеристики и параметры средств измерений /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-35 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У14 ПК-1-В1 ПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3.5 Э2			P2
1.4	Статические характеристики и параметры средств измерений /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-35 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У14 ПК-1-В1 ПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3.5 Э2			

1.5	Описание методов измерения с помощью схем преобразования сигнала /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-37 ПК-1-313 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У14 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1Л2.1 Э3 Э4			Р3
1.6	Описание методов измерения с помощью схем преобразования сигнала /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-37 ПК-1-313 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У14 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1Л2.1 Э3 Э4			
1.7	Расчет коэффициента преобразования по формуле Мэзона /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1Л2.1 Э3			Р4
1.8	Расчет коэффициента преобразования по формуле Мэзона /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1Л2.1 Э3			
1.9	Анализ погрешности метода непосредственного отсчета /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э3			Р5
1.10	Анализ погрешности метода непосредственного отсчета /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э3			
1.11	Анализ погрешности компенсационного метода /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э3			Р6
1.12	Анализ погрешности компенсационного метода /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э3			

1.13	Преобразование переменного сигнала в средстве измерений. Ступенчатый режим /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-39 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-313 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У8 ПК-1-У14 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В9 ПК-1-В10	Л1.1Л2.1 Э3 Э5			Р7
1.14	Преобразование переменного сигнала в средстве измерений. Ступенчатый режим /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-39 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-313 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У8 ПК-1-У14 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В9 ПК-1-В10	Л1.1Л2.1 Э3 Э5			
1.15	Гармонический режим. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-39 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-313 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-314 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В9 ПК-1-В10	Л1.1Л2.1 Э3 Э5			Р8
1.16	Гармонический режим. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-39 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-313 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-314 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В10 ПК-1-В9	Л1.1Л2.1 Э3 Э5			

1.17	Динамические погрешности измерений гармонического и импульсного сигналов /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-39 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У5 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У11 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В9 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э3		КМ1	Р9
1.18	Динамические погрешности измерений гармонического и импульсного сигналов. Контрольная работа 1 /Ср/	9	18	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-39 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-312 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У5 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У11 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В9 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э3			
	<b>Раздел 2. Обеспечение качества измерений и испытаний</b>							
2.1	Поверка и калибровка средств измерений /Пр/	9	3	ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-310 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			Р10
2.2	Поверка и калибровка средств измерений /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-310 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-В1 ПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			

2.3	Аттестация испытательного оборудования /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У13 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В7 ПК-1-В8	Л1.1Л2.1 Э6			P11
2.4	Аттестация испытательного оборудования /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У13 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В7 ПК-1-В8	Л1.1Л2.1 Э6			
2.5	Типовые формы записи и протокол испытаний /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У5 ПК-1-В1 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1 Э7			P12
2.6	Типовые формы записи и протокол испытаний /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У5 ПК-1-В1 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1 Э7			
2.7	Оценка правильности измерений с помощью стандартных образцов /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-В5 ПК-1-В7	Л1.1Л2.1 Э8 Э9			P13
2.8	Оценка правильности измерений с помощью стандартных образцов /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-В5 ПК-1-В7	Л1.1Л2.1 Э8 Э9			

2.9	Межлабораторный эксперимент для оценивания прецизионности метода измерений /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У5 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У12 ПК-1-У13 ПК-1-У14 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В7 ПК-1-В8 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э8 Э10			P14
2.10	Межлабораторный эксперимент для оценивания прецизионности метода измерений /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-310 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У5 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У12 ПК-1-У13 ПК-1-У14 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В7 ПК-1-В8 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э8 Э10			
2.11	Аккредитация лабораторий /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В4 ПК-1-В5	Л1.1Л2.1 Э7			P15
2.12	Аккредитация лабораторий /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В4 ПК-1-В5	Л1.1Л2.1 Э7			
2.13	Внутренний оперативный контроль повторяемости измерений /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У6 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-В5 ПК-1-В6 ПК-1-В7 ПК-1-В8 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э11			P16

2.14	Внутренний оперативный контроль повторяемости измерений /Ср/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У6 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-В5 ПК-1-В6 ПК-1-В7 ПК-1-В8 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1 Э11			
2.15	Построение контрольных карт Шухарта для контроля стабильности измерений. Контрольная работа 2 /Пр/	9	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-У7 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У12 ПК-1-У13 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-В5 ПК-1-В6 ПК-1-В7 ПК-1-В8 ПК-1-В9 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э12 Э13		КМ2	
2.16	Построение контрольных карт Шухарта для контроля стабильности измерений /Ср/	9	15	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-1-38 ПК-1-311 ПК-1-313 ПК-1-314 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-У7 ПК-1-У8 ПК-1-У9 ПК-1-У10 ПК-1-У12 ПК-1-У13 ПК-1-У14 ПК-1-У15 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-В5 ПК-1-В6 ПК-1-В7 ПК-1-В8 ПК-1-В9 ПК-1-В10 ПК-1-В11	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э12 Э13			

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа 1 Метрологическое описание методов и средств измерений и испытаний		1 Измерения, испытания и контроль 2 Классификация методов измерений 3 Метод непосредственной оценки 4 Компенсационный метод измерений 5 Погрешность и неопределённость измерений 6 Абсолютная и относительная погрешности измерений 7 Погрешность, приведённая ко входу, и погрешность, приведённая к выходу 8 Уравнение преобразования средства измерений 9 Статическая характеристика средства измерений 10 Коэффициент преобразования 11 Чувствительность средства измерений 12 Порог чувствительности 13 Равномерная и неравномерная шкала аналогового средства измерений 14 Класс точности 15 Схема преобразования сигнала 16 Первичный и промежуточные преобразователи средства измерений 17 Формула Мэсона 18 Погрешность дрейфа нуля 19 Погрешность чувствительности 20 Абсолютная и относительная нестабильности коэффициента преобразования 21 Аддитивная и мультипликативная составляющие погрешности 22 Анализ погрешностей метода непосредственной оценки 23 Анализ погрешностей компенсационного метода 24 Связь цены деления и чувствительности средства измерений 25 Статический и динамический режимы средства измерений 26 Динамическая погрешность измерений 27 Ступенчатый, линейный и гармонический динамические режимы измерений 28 Динамический элемент первого и второго порядка 29 Постоянная времени динамического элемента 30 Комплексный коэффициент преобразования 31 Амплитудно-фазовая характеристика средства измерений 32 Амплитудно-частотная характеристика средства измерений 33 Фазочастотная характеристика средства измерений 34 Граничная частота средства измерений

КМ2	Контрольная работа 2 Обеспечение качества измерений и испытаний функциональных материалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение понятия «испытание».</li> <li>2. В чём отличие определений испытаний по ISO/IEC 17000:2004 и ГОСТ 16504-81?</li> <li>3. Чем отличаются испытания от измерений и контроля?</li> <li>4. Какие решения могут быть приняты по результатам испытаний?</li> <li>5. Приведите примеры испытаний по определению количественных и качественных характеристик.</li> <li>6. Какие дополнительные составляющие, помимо погрешности измерений, учитывают при оценке погрешности испытаний?</li> <li>7. Каковы особенности оценивания погрешности разрушающих испытаний?</li> <li>8. Какие существуют критерии классификации испытаний?</li> <li>9. Как подразделяют испытания по их назначению?</li> <li>10. Какие испытания проводят на разных стадиях жизненного цикла продукции?</li> <li>11. На какой стадии жизненного цикла продукции проводят сертификационные испытания?</li> <li>12. Что такое сертификационные испытания?</li> <li>13. Какие действия осуществляют при проведении сертификационного испытания?</li> <li>14. Опишите подробно процедуру сертификационного испытания.</li> <li>15. Перечислите основные методы обеспечения качества испытаний.</li> <li>16. Дайте определение термина «условия испытаний».</li> <li>17. Что такое режим испытаний?</li> <li>18. Как описывают режим испытаний?</li> <li>19. Что такое средства испытаний?</li> <li>20. На какие виды делят средства испытаний?</li> <li>21. Почему вспомогательные материалы (реактивы) могут быть отнесены к средствам испытаний только формально?</li> <li>22. Какие задачи решают средства измерений, используемые в испытаниях?</li> <li>23. На какие этапы можно разбить процесс контроля условий испытания?</li> <li>24. Опишите элементарные операции, осуществляемые при контроле условий испытания.</li> <li>25. Что такое испытательное оборудование?</li> <li>26. Какие различают виды испытательного оборудования?</li> <li>27. Каково назначение вспомогательных технических устройств, используемых при испытаниях?</li> <li>28. Какова цель аттестации испытательного оборудования?</li> <li>29. Какой нормативный документ регламентирует аттестацию испытательного оборудования?</li> <li>30. Какие существуют виды аттестации испытательного оборудования?</li> <li>31. Когда проводят первичную аттестацию?</li> <li>32. На какие этапы можно разбить процесс первичной аттестации?</li> <li>33. Кто входит в состав комиссии по проведению первичной аттестации?</li> <li>34. Какая техническая документация представляется к первичной аттестации?</li> <li>35. Что является результатом первичной аттестации?</li> <li>36. Каков порядок проведения первичной аттестации?</li> <li>37. В каком документе приводятся сроки (интервалы) проведения периодической аттестации?</li> <li>38. В каких случаях проводится повторная аттестация?</li> <li>39. Какие документы необходимо иметь в испытательной лаборатории, осуществляющей сертификационные испытания?</li> <li>40. Как оформляют отбор образцов из партии?</li> <li>41. Какие данные должны содержаться в акте отбора образцов?</li> <li>42. Какие записи вносят в журнал движения образцов сертифицируемой продукции?</li> <li>43. В чём отличие разных видов эксплуатационных</li> </ol>
-----	--	--

			<p>документов испытательного оборудования?</p> <p>44. Что такое программа испытаний?</p> <p>45. Чем программа испытаний отличается от плана?</p> <p>46. Из каких разделов обычно состоит программа испытаний?</p> <p>47. Что такое методика испытания?</p> <p>48. В каких случаях разрабатывается методика испытания?</p> <p>49. В какие документы может быть включена методика испытаний?</p> <p>50. Из каких разделов состоит методика испытаний?</p> <p>51. Кратко опишите содержание разделов методики испытаний.</p> <p>52. Что оценивают при аттестации методики испытаний?</p> <p>53. Что такое методика выполнения измерений?</p> <p>54. Чем методика испытаний может отличаться от методики выполнения измерений?</p> <p>55. Из каких разделов состоит методика выполнения измерений?</p> <p>56. Какова процедура разработки методики выполнения измерений?</p> <p>57. Какие сведения включают в протокол испытаний?</p> <p>58. Что такое качество измерений?</p> <p>59. Какие существуют основные характеристики качества измерений?</p> <p>60. В чём разница между прозрачностью и прослеживаемостью измерений?</p> <p>61. Что такое точность метода измерений?</p> <p>62. Дайте определения правильности и прецизионности измерений.</p> <p>63. В чём разница между правильностью и прецизионностью?</p> <p>64. Какие факторы влияют на изменчивость результатов измерений?</p> <p>65. Что такое условия повторяемости?</p> <p>66. Чем условия воспроизводимости отличаются от условий повторяемости?</p> <p>67. Какие показатели прецизионности используют на практике?</p> <p>68. В чём состоит основной метод определения повторяемости и воспроизводимости по ГОСТ 5725-2-2002?</p> <p>69. Что такое неопределённость измерений?</p> <p>70. Чем погрешность измерений отличается от неопределённости?</p> <p>71. В чём различие между неопределённостями типа А и В?</p> <p>72. Какова разница между стандартной, суммарной и расширенной неопределённостью?</p> <p>73. Как рассчитывают стандартную неопределённость?</p> <p>74. Что такое коэффициент охвата?</p> <p>75. Какие показатели качества измерений используют при внутренних проверках качества?</p> <p>76. Что такое норматив контроля?</p> <p>77. Какой эксперимент называют контролем погрешности?</p> <p>78. Каковы этапы процедуры, общие для всех видов контроля качества измерений?</p> <p>79. Какие нормативные документы указывают на необходимость внутреннего контроля качества измерений в лаборатории?</p> <p>80. Какие различают виды внутреннего оперативного контроля качества измерений?</p> <p>81. Для каких видов оперативного контроля необходимо проводить специальный эксперимент с использованием стандартного или контрольного образца?</p> <p>82. Какие существуют специальные причины для проведения внеочередного оперативного контроля?</p> <p>83. Как осуществляют оперативный контроль повторяемости?</p> <p>84. Как определяют норматив оперативного контроля повторяемости?</p>
--	--	--	---

			<p>85. Каким образом проводят оперативный контроль воспроизводимости?</p> <p>86. Опишите процедуру оперативного контроля правильности измерений.</p> <p>87. Какие методы используют для контроля стабильности результатов измерений?</p> <p>88. Какие виды контрольных карт Шухарта используют для контроля стабильности результатов измерений?</p> <p>89. Опишите используемый в количественном химическом анализе способ контроля стабильности результатов анализа путём проверки подконтрольности процедуры анализа.</p>
<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	ПР 1 Испытания функциональных материалов, классификация методов и процедура		Понятие испытаний. Отличие испытаний от измерений и контроля. Примеры испытаний функциональных материалов. Классификация методов. Процедура испытаний
P2	ПР 2 Статические характеристики и параметры средств измерений		Уравнение преобразования и статическая характеристика средства измерения. Статический режим. Линейные и нелинейные средства измерений. Входной и выходной сигнал. Коэффициент преобразования и коэффициент передачи. Чувствительность, цена деления и порог чувствительности
P3	ПР 3 Описание методов измерения с помощью схем преобразования сигнала		Схема преобразования сигнала, линейный блок преобразования, узел суммирования, узел разветвления. Примеры схем преобразования сигнала при реализации разных методов измерений
P4	ПР 4 Расчет коэффициента преобразования по формуле Мэсона		Путь, контур первого и второго порядка на схеме преобразования средства измерений. Отрицательная и положительная обратная связь. Расчет значений пути и контуров. Формула Мэсона. Примеры расчетов коэффициентов преобразования средства измерений.
P5	ПР 5 Анализ погрешности метода непосредственного отсчета		Цепь последовательного преобразования сигнала в методе непосредственного отсчета. Расчет составляющих погрешности из-за дрейфа нуля и из-за нестабильности коэффициентов преобразования блоков в цепи
P6	ПР 6 Анализ погрешности компенсационного метода		Контур отрицательной обратной связи в компенсационном (нулевом) методе измерений. Расчет составляющих погрешности из-за нестабильности коэффициентов преобразования и дрейфа нуля. Способ снижения мультипликативной составляющей погрешности.
P7	ПР 7 Преобразование переменного сигнала в средстве измерений. Ступенчатый режим		Динамический режим измерений. Ступенчатый режим. Установившееся значение выходного сигнала. Время установления и постоянная времени. Динамическая погрешность в ступенчатом режиме измерений
P8	ПР 8 Гармонический режим. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики		Гармонический (синусоидальный) режим динамических измерений. Комплексный коэффициент преобразования. Амплитудно-фазовая, амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. Примеры
P9	ПР 9 Динамические погрешности измерений гармонического и импульсного сигналов		Оценка динамической погрешности на примерах гармонического и импульсного режимов измерений. Решение задач

P10	ПР 10 Поверка и калибровка средств измерений		Поверка средства измерений. Сфера государственного регулирования при обеспечении единства измерений. Виды поверки. Свидетельство о поверке. Калибровка. Диаграмма калибровки. Методы поверки и калибровки. Сертификат о калибровке средства измерений
P11	ПР 11 Аттестация испытательного оборудования		Аттестация испытательного оборудования, цель, виды, этапы, состав комиссии, порядок проведения, используемая документация. Протокол первичной аттестации. Аттестат испытательного оборудования.
P12	ПР 12 Типовые формы записи и протокол испытаний		Регистрация и контроль условий и результатов испытаний. Акт отбора образцов. Журнал движения образцов сертифицируемой продукции. Протокол испытаний
P13	ПР 13 Оценка правильности измерений с помощью стандартных образцов		Стандартные образцы химического состава и свойств. Примеры. Сравнение правильности и прецизионности. Контроль правильности, норматив контроля и результат.
P14	ПР 14 Межлабораторный эксперимент для оценивания прецизионности метода измерений		Формы прецизионности измерений (повторяемость, воспроизводимость, промежуточная прецизионность). Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости - проведение межлабораторного эксперимента. План эксперимента, определяемые дисперсии.
P15	ПР 15 Аккредитация лабораторий		Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Аттестат аккредитации в области обеспечения единства измерений.
P16	ПР 16 Внутренний оперативный контроль повторяемости измерений		Внутренний оперативный контроль качества измерений - контроль повторяемости, воспроизводимости, правильности и стабильности.
P17	ПР 17 Построение контрольных карт Шухарта для контроля стабильности измерений		Контроль стабильности измерений. Контрольные карты Шухарта. Контрольные границы. Карты средних значений, медиан, стандартных отклонений, размахов и скользящих размахов.

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

«Метрология и испытания функциональных материалов»

Билет № 1

- 1 Приведите пример испытания функционального материала, не сводящегося к измерению.
- 2 Опишите, как по переходной функции можно определить время установления показаний средства измерений.
- 3 При измерении удельного электрического сопротивления резистивного материала были получены значения (в нОм·м): 12,1; 12,1; 12,3; 12,4; 12,5. Рассчитайте стандартную неопределённость измерений.

«Метрология и испытания функциональных материалов»

Билет № 2

- 1 Какова цель аттестации испытательного оборудования?
- 2 В каких случаях коэффициент преобразования и чувствительность средства измерений не совпадают?
- 3 При определении коэрцитивной силы анизотропной электротехнической стали были проведены две серии измерений со следующими результатами (в А/м): 1) 6,7; 6,8; 6,9; 7,2 и 2) 6,9; 7,0; 7,1; 7,2; 7,3. В какой серии измерений прецизионность выше?

«Метрология и испытания функциональных материалов»

Билет № 3

- 1 Приведите примеры испытаний функционального материала, где испытательное оборудование работает в различных режимах.
- 2 Какую составляющую погрешности можно существенно уменьшить применением нулевого метода измерений?
- 3 Коэффициент прямоугольности петли гистерезиса аморфного сплава 10НСП после отжига при двух разных температурах имеет средние значения 0,48 и 0,51. Является ли различие этих значений статистически значимым, если стандартная неопределенность равна 0,02?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 4

- 1 Какие метрологические задачи решают, используя структурные схемы средств измерений?
2. Как экспериментально определяют порог чувствительности?
- 3 При контроле стабильности измерений температурного коэффициента линейного расширения функционального материала были получены следующие средние значения в разные дни (10–6 К<sup>-1</sup>): 9,2; 9,4; 10,0; 9,8; 9,4; 9,6; 9,6. Можно ли признать результаты определения средних значений стабильными?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 5

- 1 Приведите примеры различных видов средств испытаний при определении конкретного свойства функционального материала.
- 2 Как определяют расширенную неопределённость?
- 3 При оценке правильности измерений электрического сопротивления использовался стандартный образец сопротивления с аттестованным значением 100 мОм. Какова погрешность правильности измерений, в результате которых получены следующие значения (мОм): 100,0; 99,9; 98,7; 99,0; 98,5?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 6

- 1 Какие критерии используются для классификации испытаний?
- 2 Как по амплитудно-частотной характеристике можно установить рабочий диапазон частот средства измерений?
- 3 При определении максимального энергетического произведения магнитотвёрдого материала 25Х15К были получены значения (в кДж/м<sup>3</sup>): 9,9; 9,8; 10,0; 10,1; 10,2. Найдите стандартное отклонение прецизионности.

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 7

- 1 В чём отличие прозрачности измерений от прослеживаемости?
- 2 Приведите примеры испытаний функциональных материалов, где используют линейный режим.
- 3 При сравнительных испытаниях отечественной трансформаторной стали и её зарубежного аналога были определены средние значения удельных потерь на перемагничивание 0,90 и 0,82 Вт/кг, соответственно. Можно ли считать эти значения существенно различающимися, если стандартное отклонение среднего в обоих случаях равно 0,06 Вт/кг, а количество измерений больше 20?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 8

- 1 Приведите пример испытания функционального материала, где стадия подготовки может существенно влиять на точность результатов испытаний.
- 2 Для какого вида контроля качества испытаний необходим стандартный образец?
- 3 Какая составляющая погрешности средства измерений является доминирующей, если класс точности представлен в виде приведённой погрешности?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 9

- 1 Каковы условия измерений, в которых определяют различные виды прецизионности измерений?
- 2 Почему динамический элемент первого порядка называют инерционным?
- 3 Опишите процедуру построения R-карты (карты размахов), которая может использоваться при контроле стабильности измерений.

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 10

- 1 В каких случаях испытательная (измерительная) лаборатория должна иметь методику испытаний (измерений) в виде отдельного документа?
- 2 Как осуществляют оперативный контроль повторяемости измерений?
- 3 Измерительный канал дилатометра состоит из индуктивного датчика, преобразующего изменение размеров образца в электрическое напряжение с коэффициентом преобразования 10 мВ/мкм, и электрического усилителя с коэффициентом усиления 1000. Чему равна чувствительность канала?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 11

1. Для чего контролируют условия испытаний?
2. Приведите пример уравнения преобразования для какого-либо испытания функционального материала.
3. При оценке правильности и прецизионности измерений индуктивности использовался стандартный образец индуктивности с аттестованным значением 100 мкГн. Каковы погрешности правильности и прецизионности измерений, в результате которых получены следующие значения (мкГн): 100,2; 98,8; 98,7; 99,2; 99,3?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 12

1. Кто осуществляет аттестацию испытательного оборудования?
2. Опишите способ определения правильности метода измерений с помощью межлабораторного эксперимента.
3. В чём различие назначения карты средних значений и карты стандартных отклонений при контроле стабильности с помощью контрольных карт Шухарта?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 13

1. Какие испытания называют сертификационными?
2. Приведите пример использования метода непосредственной оценки при испытаниях функционального материала.
3. При определении начальной магнитной проницаемости пермаллоя марки 81НМА были проведены две серии измерений со следующими результатами: 1) 21100; 20050; 19990; 20670; 21000 и 2) 20800; 20010; 19770; 20500; 20320. Можно ли утверждать, что обе серии измерений одинаково прецизионны?

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 14

1. В чём отличие сравнительных испытаний от определительных?
2. Какую составляющую погрешности измерений можно исключить использованием дифференциального метода?
3. При измерении температурного коэффициента удельного электрического сопротивления были получены значения (в 10<sup>-3</sup> К<sup>-1</sup>): 2,1; 1,5; 2,0; 2,4; 2,5. Рассчитайте стандартное отклонение единичного результата измерений и среднего значения.

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 15

1. Экспериментальное определение начальной кривой намагничивания ферромагнитного материала правильнее отнести к испытаниям или к измерениям?
2. Как осуществляют контроль стабильности измерений?
3. При калориметрическом определении температуры начала кристаллизации нескольких образцов аморфного сплава 85КСР получили следующие значения (оС): 430; 428; 425; 433. Рассчитайте расширенную неопределённость измерений, принимая коэффициент охвата равным 2.

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 16

1. На какой стадии жизненного цикла продукции проводят исследовательские испытания? Какова их цель?
2. Как можно изучить влияние операторов на результаты испытаний?
3. При определении плотности электротехнической стали марки 3412 методом гидростатического взвешивания были получены значения (в 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>): 7,65; 7,59; 7,64; 7,67; 7,65. Оцените относительную погрешность прецизионности измерений плотности.

## «Метрология и испытания функциональных материалов»

## Билет № 17

1. Перечислите основные характеристики качества методов и результатов испытаний?
2. Что такое оперативный контроль воспроизводимости?
3. Как при построении контрольной карты средних значений с целью контроля стабильности измерений рассчитывают положение верхней и нижней контрольной границы предупреждения?

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

1. Описание критериев оценивания формируемых компетенций и описание шкал оценивания

1.1. Описание общих критериев уровня освоения компетенций

Таблица 1

Уровень	Знать	Уметь	Владеть
Пороговый	основными навыками обеспечения качества испытаний	базовые термины, основные понятия, основы реализации	различать явления, решать типовые задачи
Продвинутый	основными направлениями развития, различными методами	основные направления развития, различные методы, лучшие практики и т.п.	классифицировать, решать нестандартные задачи известными методами
Высокий	особенности, новейшие знания и результаты нестандартных задач, получать новые дополнительные знания и умения	находить, выбирать и применять методы при решении нестандартных задач, получать новые дополнительные знания и умения	Навыками исследования качества испытаний комплексными и нестандартными методами

1.2. Показатели сформированности компетенций в результате освоения дисциплины  
В результате освоения дисциплины на базовом уровне (на оценку «удовлетворительно») обучающийся будет:

«ЗНАТЬ» (знание и понимание)

- различие между средствами измерений, средствами контроля и испытательным оборудованием;
- основные метрологические характеристики методов и средств измерений.

«УМЕТЬ» (в области применения, анализа, синтеза, оценки)

- оценивать погрешность измерений для метода непосредственной оценки и компенсационного метода;
- использовать стандартные образцы для оценивания правильности измерений;
- оформлять протоколы испытаний по результатам испытаний.

«ВЛАДЕТЬ» (опытом, навыками в области применения, анализа, синтеза, оценки)

- навыком описания методов измерения и испытаний с помощью схем преобразования сигнала.

В результате освоения дисциплины на продвинутом уровне (на оценку «хорошо») обучающийся будет:

«ЗНАТЬ»

- метрологическую терминологию в области измерений свойств и испытаний функциональных материалов, оценке их точности и достоверности;
- основные требования нормативной и технической документации при проведении испытаний;
- различие применяемых при испытаниях средств измерений, средств контроля и испытательного оборудования;
- способы обеспечения качества проведения испытаний.

«УМЕТЬ» (в области применения, анализа, синтеза, оценки)

- самостоятельно работать с литературой и осуществлять поиск информации об отдельных определениях, понятиях и терминах в области функциональных материалов и их испытаний;
- определять факторы, от которых зависит качество измерений и испытаний функциональных материалов;
- оценивать погрешность измерений с помощью схем преобразования сигнала;
- использовать стандартные образцы для оценивания правильности измерений;
- оформлять протоколы испытаний по результатам испытаний;
- проводить внутренний оперативный контроль качества измерений и испытаний функциональных материалов в условиях повторяемости;
- осуществлять контроль стабильности результатов измерений с помощью карт Шухарта.

«ВЛАДЕТЬ» (опытом, навыками в области применения, анализа, синтеза, оценки)

- опытом анализа соответствия испытательного оборудования требованиям нормативной документации на методики испытаний, методики измерений и испытываемую продукцию;
- навыком описания методов измерения и испытаний с помощью схем преобразования сигнала.

В результате освоения дисциплины на высоком уровне (на оценку «отлично») обучающийся будет:

«ЗНАТЬ»

- метрологическую терминологию в области измерений свойств и испытаний функциональных материалов, оценке их точности и достоверности;
- требования нормативной и технической документации при подготовке, проведении испытаний и обработке их результатов;
- особенности применения при испытаниях средств измерений, средств контроля и испытательного оборудования;
- особенности способов обеспечения качества испытаний для разных функциональных материалов.

«УМЕТЬ» (в области применения, анализа, синтеза, оценки)

- самостоятельно работать с литературой и осуществлять поиск информации об отдельных определениях, понятиях и терминах в области функциональных материалов и их испытаний;
- планировать эксперимент по выявлению факторов, от которых зависит качество измерений и испытаний функциональных материалов;
- создавать схемы преобразования сигнала и с их помощью оценивать погрешность и неопределенность измерений;
- выбирать и использовать стандартные образцы для оценивания правильности измерений;
- оформлять протоколы отбора, протоколы испытаний и протоколы периодической аттестации испытательного оборудования;
- проводить внутренний оперативный контроль качества измерений и испытаний функциональных материалов в условиях повторяемости и промежуточной прецизионности;
- осуществлять контроль стабильности результатов измерений с помощью контрольных карт разного типа.

«ВЛАДЕТЬ» (опытом, навыками в области применения, анализа, синтеза, оценки)

– опытом анализа соответствия испытательного оборудования и режимов его функционирования требованиям нормативной документации на методики испытаний, методики измерений и испытываемую продукцию;

– навыком описания методов измерения и испытаний с помощью схем преобразования сигнала;

– процедурами обоснованного выбора метода испытаний основных параметров и характеристик функциональных материалов.

### 1.3. Описание шкал оценивания

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене

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.

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.

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;

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.

Оценка «неявка» – 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	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Сергеев А. Г., Крохин В. В.	Метрология: учеб. пособие для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Логос, 2001

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сергеев А. Г., Латышев М. В., Терегеря В. В.	Метрология, стандартизация, сертификация: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Метрология, стандартизация и сертификация" и спец. "Метрология и метрологическое обеспечение"	Библиотека МИСиС	М.: Логос, 2003
Л3.2	Клевцов Андрей Григорьевич, Мельниченко Александр Семенович, Тер- Акопов Рудольф Сергеевич, др.	Организация эксперимента: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0403, 0407, 0408, 0413	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л3.3	Адлер Юрий Павлович, Шпер Владимир Львович	Статистическое управление процессами: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2015
Л3.4	Богомолова С. А., Муравьева И. В.	Метрологическое обеспечение процессов жизненного цикла продукции: электронный учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2019

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.5	Богомолова С. А., Муравьева И. В.	Метрология и измерительная техника. Технические требования к средствам измерений: электронный учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2019
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200005367">http://docs.cntd.ru/document/1200005367</a>		<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200005367">http://docs.cntd.ru/document/1200005367</a>	
Э2	РМГ 29-2013. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2014. - 121 с. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://fif.vniiftri.ru/rs/frms/%D0%A0%D0%9C%D0%93-29-2013-%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%8B%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.pdf">http://fif.vniiftri.ru/rs/frms/%D0%A0%D0%9C%D0%93-29-2013-%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%8B%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.pdf</a>		<a href="http://fif.vniiftri.ru/rs/frms/%D0%A0%D0%9C%D0%93-29-2013-%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%8B%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.pdf">http://fif.vniiftri.ru/rs/frms/%D0%A0%D0%9C%D0%93-29-2013-%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%20%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%8B%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.pdf</a>	
Э3	Харт Х. Введение в измерительную технику. - М.: Мир, 1998. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="https://www.studmed.ru/hart-h-vvedenie-v-izmeritelnyu-tehniku_28eff1f7090.html">https://www.studmed.ru/hart-h-vvedenie-v-izmeritelnyu-tehniku_28eff1f7090.html</a>		<a href="https://www.studmed.ru/hart-h-vvedenie-v-izmeritelnyu-tehniku_28eff1f7090.html">https://www.studmed.ru/hart-h-vvedenie-v-izmeritelnyu-tehniku_28eff1f7090.html</a>	
Э4	Кревченко Ю.Р. Основы проектирования приборов и систем: учеб. пособие / Юж. - Рос. гос. техн. ун-т – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2006. – 72с. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="https://fitu.npi-tu.ru/assets/fitu/iist/files/metod/oppis-pr..pdf">https://fitu.npi-tu.ru/assets/fitu/iist/files/metod/oppis-pr..pdf</a>		<a href="https://fitu.npi-tu.ru/assets/fitu/iist/files/metod/oppis-pr..pdf">https://fitu.npi-tu.ru/assets/fitu/iist/files/metod/oppis-pr..pdf</a>	
Э5	Кунце Х.-И. Методы физических измерений: пер. с нем. - М.: Мир, 1989. - 216 с. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html">http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html</a>		<a href="http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html">http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html</a>	
Э6	ГОСТ Р 8.568-2017 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200158321">http://docs.cntd.ru/document/1200158321</a>		<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200158321">http://docs.cntd.ru/document/1200158321</a>	
Э7	ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200166732">http://docs.cntd.ru/document/1200166732</a>		<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200166732">http://docs.cntd.ru/document/1200166732</a>	
Э8	ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200029975/">http://docs.cntd.ru/document/1200029975/</a>		<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200029975/">http://docs.cntd.ru/document/1200029975/</a>	
Э9	ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений. Электронный ресурс. режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200029978">http://docs.cntd.ru/document/1200029978</a>		<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200029978">http://docs.cntd.ru/document/1200029978</a>	

Э10	ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200029976">http://docs.cntd.ru/document/1200029976</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200029976">http://docs.cntd.ru/document/1200029976</a>
Э11	РМГ 76-2014 ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200123083">http://docs.cntd.ru/document/1200123083</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200123083">http://docs.cntd.ru/document/1200123083</a>
Э12	ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200088259/">http://docs.cntd.ru/document/1200088259/</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200088259/">http://docs.cntd.ru/document/1200088259/</a>
Э13	ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200124585">http://docs.cntd.ru/document/1200124585</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200124585">http://docs.cntd.ru/document/1200124585</a>
Э14	ГОСТ 34100.1-2017/ISO/IEC Guide 98-1:2009 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по выражению неопределенности измерения. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200146870">http://docs.cntd.ru/document/1200146870</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200146870">http://docs.cntd.ru/document/1200146870</a>
Э15	ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200146871/">http://docs.cntd.ru/document/1200146871/</a>	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200146871/">http://docs.cntd.ru/document/1200146871/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	MS Teams
П.4	LMS Canvas
П.5	Microsoft Office

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

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.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-429	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; 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, ПКс 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 способов описания испытаний функциональных материалов, способов оценивания метрологических параметров и характеристик испытаний, а также методов обеспечения качества испытаний. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение занятий с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий компьютерного класса с возможностью проведения занятий в интерактивной форме и осуществления расчетов на компьютере.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы (в частности, изучение нормативных документов) выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.