

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по качеству и государственному

Дата подписания: 13.09.2023 12:49:47

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, стандартизация и сертификация наноструктур

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, доцент, Подгорная Светлана Владимировна

Рабочая программа

Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.04.01-МНТМ-23-1.plx Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 29.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения д.ф.-м.н., профессор Костишин В.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
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.2	История и методология науки и техники в области электроники	
2.1.3	Методы математического моделирования	
2.1.4	Микро- и наносистемы в технике и технологии	
2.1.5	Микропроцессорные и микроконтроллерные системы. Часть 1	
2.1.6	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.7	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 1	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.2.2	Металлуглеродные композиционные наноматериалы	
2.2.3	Методы синтеза углеродных наноматериалов	
2.2.4	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии	
2.2.5	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (английский язык)	
2.2.6	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (немецкий язык)	
2.2.7	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (французский язык)	
2.2.8	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.2.9	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
2.2.10	Технологии получения материалов	
2.2.11	Электреты, мультиферроики, магнитоэлектрические явления	
2.2.12	Элионная технология в микро- и наноиндустрии	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 особенности исследовательских испытаний материалов нанoeлектроники в сравнении с другими испытаниями, проводимыми на разных стадиях жизненного цикла продукции
ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их внедрение в области материаловедения и технологии материалов для микро- и наносистем в соответствии с тенденциями и перспективами развития микро- и наносистемной техники, энергосберегающих технологий и использованием последних достижений науки и техники
Знать:
ПК-4-31 Новые области исследований, новые проблемы физики магнитных материалов, технологии изготовления и применения материалов и приборов твердотельной электроники, микро-нанoeлектроники.

ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-33 правила составления и оформления отчётов по проведению исследований в области материаловедения и технологии материалов
ОПК-1-32 способы анализа и обработки результатов испытаний материалов нанoeлектроники
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Знать:
УК-1-32 конструкции испытательного оборудования
УК-1-31 локальные нормативные акты по контрольно-измерительному и испытательному оборудованию
УК-1-33 методики контроля различных факторов испытаний и обработки
Уметь:
УК-1-У2 контролировать работу средств контроля испытательного оборудования
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У2 составлять отчёт по проведённым экспериментальным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов
ОПК-1-У1 обсуждать результаты экспериментальных исследований в области материаловедения и технологии материалов
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У3 контролировать работу средств измерений испытательного оборудования
УК-1-У1 контролировать факторы процессов испытаний и обработки
УК-1-У4 контролировать работу исполнительных устройств, регулирующих факторы режимов испытаний и обработки
Владеть:
УК-1-В3 проведение контроля результатов типовых режимов испытаний и обработки
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 опыт обсуждения результатов экспериментальных исследований в области материаловедения и технологии материалов
ОПК-1-В2 опыт формулирования выводов по результатам экспериментальных исследований в области материаловедения и технологии материалов
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В2 планирование и проведение внутреннего оперативного контроля качества испытаний
УК-1-В1 планирование и проведение периодического контроля факторов типовых режимов испытаний и обработки

УК-1-В4 установление причин отклонений контролируемых параметров от заданных значений

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
	Раздел 1. Метрологическое описание испытаний материалов нанoeлектроники							
1.1	Испытания материалов нанoeлектроники, классификация методов и процедура /Лек/	2	3	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э14 Э15			Р1
1.2	Испытания материалов нанoeлектроники, классификация методов и процедура /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э14 Э15			
1.3	Статические характеристики и параметры средств измерений /Лек/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У3 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э2			Р2
1.4	Статические характеристики и параметры средств измерений /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-У3 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э2			
1.5	Описание методов измерения с помощью схем преобразования сигнала /Пр/	2	3	ПК-4-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3 Э4			Р3
1.6	Описание методов измерения с помощью схем преобразования сигнала /Ср/	2	1	ПК-4-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3 Э4			
1.7	Анализ погрешности метода непосредственного отсчета /Лек/	2	2	ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3			
1.8	Анализ погрешности метода непосредственного отсчета /Ср/	2	1	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3			Р4

1.9	Анализ погрешности компенсационного метода /Лек/	2	2	ПК-4-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3			
1.10	Анализ погрешности компенсационного метода /Ср/	2	42	ПК-4-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3			Р5
1.11	Преобразование переменного сигнала в средстве измерений. Ступенчатый режим /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3 Э5			
1.12	Преобразование переменного сигнала в средстве измерений. Ступенчатый режим /Ср/	2	51	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3 Э5			
1.13	Гармонический режим. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3 Э5			
1.14	Гармонический режим. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики /Ср/	2	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3 Э5			
1.15	Динамические погрешности измерений гармонического и импульсного сигналов /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3			
1.16	Динамические погрешности измерений гармонического и импульсного сигналов /Ср/	2	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э3		КМ1	
	Раздел 2. Обеспечение качества измерений и испытаний							

2.1	Поверка и калибровка средств измерений /Пр/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2			Р6
2.2	Поверка и калибровка средств измерений /Ср/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2			
2.3	Аттестация испытательного оборудования /Лек/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э6			Р7
2.4	Аттестация испытательного оборудования /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э6			

2.5	Типовые формы записи и протокол испытаний /Пр/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э7				Р8
2.6	Типовые формы записи и протокол испытаний /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э7				
2.7	Оценка правильности измерений с помощью стандартных образцов /Пр/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э8 Э9				Р9
2.8	Оценка правильности измерений с помощью стандартных образцов /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э8 Э9				

2.9	Межлабораторный эксперимент для оценивания прецизионности метода измерений /Пр/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э10			P10
2.10	Межлабораторный эксперимент для оценивания прецизионности метода измерений /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э10			
2.11	Аккредитация лабораторий /Лек/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э7			P11
2.12	Аккредитация лабораторий /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э7			
2.13	Внутренний оперативный контроль повторяемости измерений /Пр/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э11			

2.14	Внутренний оперативный контроль повторяемости измерений /Ср/	2	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э11			P12
2.15	Построение контрольных карт Шухарта для контроля стабильности измерений /Лек/	2	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.3 Э12 Э13		КМ2	
2.16	Построение контрольных карт Шухарта для контроля стабильности измерений /Ср/	2	3	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-33 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-1-В3 УК-1-В4 ПК-4-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.3 Э12 Э13			

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	Контроль ная работа 1 Метрологическое описание методов и средств измерений и испытаний	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	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	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение понятия «испытание». 2. В чём отличие определений испытаний по ISO/IEC 17000:2004 и ГОСТ 16504-81? 3. Чем отличаются испытания от измерений и контроля? 4. Какие решения могут быть приняты по результатам испытаний? 5. Приведите примеры испытаний по определению количественных и качественных характеристик. 6. Какие дополнительные составляющие, помимо погрешности измерений, учитывают при оценке погрешности испытаний? 7. Каковы особенности оценивания погрешности разрушающих испытаний? 8. Какие существуют критерии классификации испытаний? 9. Как подразделяют испытания по их назначению? 10. Какие испытания проводят на разных стадиях жизненного цикла продукции? 11. На какой стадии жизненного цикла продукции проводят сертификационные испытания? 12. Что такое сертификационные испытания? 13. Какие действия осуществляют при проведении сертификационного испытания? 14. Опишите подробно процедуру сертификационного испытания. 15. Перечислите основные методы обеспечения качества испытаний. 16. Дайте определение термина «условия испытаний». 17. Что такое режим испытаний? 18. Как описывают режим испытаний? 19. Что такое средства испытаний? 20. На какие виды делят средства испытаний? 21. Почему вспомогательные материалы (реактивы) могут быть отнесены к средствам испытаний только формально? 22. Какие задачи решают средства измерений, используемые в испытаниях? 23. На какие этапы можно разбить процесс контроля условий испытания? 24. Опишите элементарные операции, осуществляемые при контроле условий испытания. 25. Что такое испытательное оборудование? 26. Какие различают виды испытательного оборудования? 27. Каково назначение вспомогательных технических устройств, используемых при испытаниях? 28. Какова цель аттестации испытательного оборудования? 29. Какой нормативный документ регламентирует аттестацию испытательного оборудования? 30. Какие существуют виды аттестации испытательного оборудования? 31. Когда проводят первичную аттестацию? 32. На какие этапы можно разбить процесс первичной аттестации? 33. Кто входит в состав комиссии по проведению первичной аттестации? 34. Какая техническая документация представляется к первичной аттестации? 35. Что является результатом первичной аттестации? 36. Каков порядок проведения первичной аттестации? 37. В каком документе приводятся сроки (интервалы) проведения периодической аттестации? 38. В каких случаях проводится повторная аттестация? 39. Какие документы необходимо иметь в испытательной лаборатории, осуществляющей сертификационные испытания? 40. Как оформляют отбор образцов из партии? 41. Какие данные должны содержаться в акте отбора образцов? 42. Какие записи вносят в журнал движения образцов сертифицируемой продукции? 43. В чём отличие разных видов эксплуатационных документов испытательного оборудования? 44. Что такое программа испытаний? 45. Чем программа испытаний отличается от плана? 46. Из каких разделов обычно состоит программа испытаний? 47. Что такое методика испытания?
-----	--	--	--

			<p>48. В каких случаях разрабатывается методика испытания? 49. В какие документы может быть включена методика испытаний? 50. Из каких разделов состоит методика испытаний? 51. Кратко опишите содержание разделов методики испытаний. 52. Что оценивают при аттестации методики испытаний? 53. Что такое методика выполнения измерений? 54. Чем методика испытаний может отличаться от методики выполнения измерений? 55. Из каких разделов состоит методика выполнения измерений? 56. Какова процедура разработки методики выполнения измерений? 57. Какие сведения включают в протокол испытаний? 58. Что такое качество измерений? 59. Какие существуют основные характеристики качества измерений? 60. В чём разница между прозрачностью и прослеживаемостью измерений? 61. Что такое точность метода измерений? 62. Дайте определения правильности и прецизионности измерений. 63. В чём разница между правильностью и прецизионностью? 64. Какие факторы влияют на изменчивость результатов измерений? 65. Что такое условия повторяемости? 66. Чем условия воспроизводимости отличаются от условий повторяемости? 67. Какие показатели прецизионности используют на практике? 68. В чём состоит основной метод определения повторяемости и воспроизводимости по ГОСТ 5725-2-2002? 69. Что такое неопределённость измерений? 70. Чем погрешность измерений отличается от неопределённости? 71. В чём различие между неопределённостями типа А и В? 72. Какова разница между стандартной, суммарной и расширенной неопределённостью? 73. Как рассчитывают стандартную неопределённость? 74. Что такое коэффициент охвата? 75. Какие показатели качества измерений используют при внутренних проверках качества? 76. Что такое норматив контроля? 77. Какой эксперимент называют контролем погрешности? 78. Каковы этапы процедуры, общие для всех видов контроля качества измерений? 79. Какие нормативные документы указывают на необходимость внутреннего контроля качества измерений в лаборатории? 80. Какие различают виды внутреннего оперативного контроля качества измерений? 81. Для каких видов оперативного контроля необходимо проводить специальный эксперимент с использованием стандартного или контрольного образца? 82. Какие существуют специальные причины для проведения внеочередного оперативного контроля? 83. Как осуществляют оперативный контроль повторяемости? 84. Как определяют норматив оперативного контроля повторяемости? 85. Каким образом проводят оперативный контроль воспроизводимости? 86. Опишите процедуру оперативного контроля правильности измерений. 87. Какие методы используют для контроля стабильности результатов измерений? 88. Какие виды контрольных карт Шухарта используют для контроля стабильности результатов измерений? 89. Опишите используемый в количественном химическом анализе способ контроля стабильности результатов анализа путём проверки подконтрольности процедуры анализа.</p>
--	--	--	---

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	ПР 1 Испытания материалов наноэлектроники, классификация методов и процедура	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	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	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	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	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Схема преобразования сигнала, линейный блок преобразования, узел суммирования, узел разветвления. Примеры схем преобразования сигнала при реализации разных методов измерений
P4	ПР 4 Анализ погрешности метода непосредственного отсчета	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Цепь последовательного преобразования сигнала в методе непосредственного отсчёта. Расчёт составляющих погрешности из-за дрейфа нуля и из-за нестабильности коэффициентов преобразования блоков в цепи
P5	ПР 5 Анализ погрешности компенсационного метода	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Контур отрицательной обратной связи в компенсационном (нулевом) методе измерений. Расчёт составляющих погрешности из-за нестабильности коэффициентов преобразования и дрейфа нуля. Способ снижения мультипликативной составляющей погрешности
P6	ПР 6 Поверка и калибровка средств измерений	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	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
P7	ПР 7 Аттестация испытательного оборудования	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Аттестация испытательного оборудования, цель, виды, этапы, состав комиссии, порядок проведения, используемая документация. Протокол первичной аттестации. Аттестат испытательного оборудования
P8	ПР 8 Типовые формы записи и протокол испытаний	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Регистрация и контроль условий и результатов испытаний. Акт отбора образцов. Журнал движения образцов сертифицируемой продукции. Протокол испытаний
P9	ПР 9 Оценка правильности измерений с помощью стандартных образцов	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Стандартные образцы химического состава и свойств. Примеры. Сравнение правильности и прецизионности. Контроль правильности, норматив контроля и результат
P10	ПР 10 Межлабораторный эксперимент для оценивания прецизионности метода измерений	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Формы прецизионности измерений (повторяемость, воспроизводимость, промежуточная прецизионность). Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости - проведение межлабораторного эксперимента. План эксперимента, определяемые дисперсии
P11	ПР 11 Аккредитация лабораторий	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Аттестат аккредитации в области обеспечения единства измерений

P12	ПР 12 Внутренний оперативный контроль повторяемости измерений	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2	Внутренний оперативный контроль качества измерений - контроль повторяемости, воспроизводимости, правильности и стабильности
-----	---	--	---

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

Экзамен не предусмотрен

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

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	Сергеев А. Г.	Нанометрология: монография	Электронная библиотека	Москва: Логос, 2011
Л1.2	Батавин В. В., Крутогин Д. Г., Курочка С. П., Подгорная С. В.	Метрология, стандартизация и сертификация. Основы метрологии в электронике: Курс лекций	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004

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 А. Г., Мельниченко А. С., Тер-Акопов Р. С., др.	Организация эксперимента: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0403, 0407, 0408, 0413	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л3.3	Адлер Ю. П., Шпер В. Л.	Статистическое управление процессами: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2015

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. Электронный ресурс. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200005367	http://docs.cntd.ru/document/1200005367
Э2	РМГ 29-2013. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2014. - 121 с. Электронный ресурс. Режим доступа: 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
Э3	Харт Х. Введение в измерительную технику. - М.: Мир, 1998. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.studmed.ru/hart-h-vvedenie-v-izmeritelnuyu-tehniku_28eff1f7090.html	https://www.studmed.ru/hart-h-vvedenie-v-izmeritelnuyu-tehniku_28eff1f7090.html
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: 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
Э5	Кунце Х.-И. Методы физических измерений: пер. с нем. - М.: Мир, 1989. - 216 с. Электронный ресурс. Режим доступа: 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
Э6	ГОСТ Р 8.568-2017 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. Электронный ресурс. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200158321	http://docs.cntd.ru/document/1200158321
Э7	ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Электронный ресурс. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200166732	http://docs.cntd.ru/document/1200166732
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: http://docs.cntd.ru/document/1200029975/	http://docs.cntd.ru/document/1200029975/
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: http://docs.cntd.ru/document/1200029978	http://docs.cntd.ru/document/1200029978
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: http://docs.cntd.ru/document/1200029976	http://docs.cntd.ru/document/1200029976

Э11	РМГ 76-2014 ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа. Электронный ресурс. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200123083	http://docs.cntd.ru/document/1200123083
Э12	ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы. Электронный ресурс. режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200088259/	http://docs.cntd.ru/document/1200088259/
Э13	ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. Электронный ресурс. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200124585	http://docs.cntd.ru/document/1200124585
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: http://docs.cntd.ru/document/1200146870	http://docs.cntd.ru/document/1200146870
Э15	ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Электронный ресурс. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200146871/	http://docs.cntd.ru/document/1200146871/

6.3 Перечень программного обеспечения

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

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информантств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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.
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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение способов описания испытаний материалов нанoeлектроники, 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.