

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Технологии микро- и нанoeлектроники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 2

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, Доцент, Сергиенко Андрей Алексеевич; ктн, Доцент, Курочка Александр Сергеевич

Рабочая программа

Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций

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 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.04.04-МЭН-22-3.plx Технологии микро- и нанoeлектроники, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, Технологии микро- и нанoeлектроники, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин В.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – подготовить выпускников к научно-исследовательской деятельности, связанной с физическими основами процессов ионно-плазменной обработки материалов электронной техники, вторичными эффектами, сопровождающими ионно-плазменную обработку, традиционными способами контроля процессов ионно-плазменной обработки.
-----	--

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	Конструирование светоизлучающих устройств	
2.1.4	Конструирование фотопреобразователей	
2.1.5	Методы математического моделирования	
2.1.6	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.7	Физика квантоворазмерных полупроводниковых гетерокомпозиций	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике	
2.2.2	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (английский язык)	
2.2.3	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (немецкий язык)	
2.2.4	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (французский язык)	
2.2.5	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.2.6	Приборы и устройства на основе наносистем	
2.2.7	Проектирование и технология электронной компонентной базы	
2.2.8	Технология материалов экстремальной электроники	
2.2.9	Эпионная технология в микро- и нанoeлектронике	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Знать:	
ПК-2-33 методы исследования структур	
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	
Знать:	
ПК-1-33 базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники	
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Знать:	
ПК-2-31 современные методы анализа зависимости свойств полупроводниковых гетерокомпозиций от их фазового и стехиометрического состава, поведения примесей и структурных дефектов	
ПК-2-32 теория планирования эксперимента и обработки данных	
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	
Знать:	
ПК-1-32 основы физики наноразмерных пленок	
ПК-4: Способность выявлять и реализовывать перспективные направления исследований в области физики, химии, микро- и нанотехнологий гетерокомпозиций полупроводниковых и диэлектрических материалов с целью получения недеградирующих микро- и наноструктур с контролируемыми свойствами и требуемыми эксплуатационными параметрами	
Знать:	
ПК-4-31 методики измерений, в том числе понимать физическую сущность процесса измерения, принципы	

функционирования измерительных приборов, метрологическую составляющую обеспечения достоверности измерения								
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-1-31 основы управления производством								
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство								
Знать:								
ПК-1-31 технический английский язык								
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций								
Уметь:								
ПК-2-У1 работать на технологическом оборудовании (выполнять все действия, которые делает оператор)								
ПК-4: Способность выявлять и реализовывать перспективные направления исследований в области физики, химии, микро- и нанотехнологий гетерокомпозиций полупроводниковых и диэлектрических материалов с целью получения недеградирующих микро- и наноструктур с контролируруемыми свойствами и требуемыми эксплуатационными параметрами								
Уметь:								
ПК-4-У1 проводить стандартные испытания и технический контроль изделий электронной техники								
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство								
Уметь:								
ПК-1-У5 планировать и проводить технологические эксперименты								
ПК-1-У1 разрабатывать технологические маршруты изготовления приборов и устройств электроники и нанoeлектроники								
ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях								
Уметь:								
ОПК-1-У1 профессионально использовать современное научно-исследовательское оборудование								
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство								
Уметь:								
ПК-1-У2 измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий								
ПК-1-У4 оптимизировать параметры технологических процессов								
ПК-1-У3 проводить анализ и определять причины отклонения параметров								
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-В1 методами проектирования технологических процессов электроники и нанoeлектроники;								
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций								
Владеть:								
ПК-2-В1 поэтапный контроль технологических и электрофизических параметров контроля пластин								

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. Традиционные методы и способы контроля процессов формирования гетерокомпозиций							
1.1	Использование оптических эффектов и электрических сигналов для контроля процессов ионно-плазменной обработки. Вторичные эффекты ионно-плазменной обработки. /Лек/	2	6	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			
1.2	Упругие и неупругие столкновения ионов. Энергетические потери в упругих и неупругих столкновениях. Использование вторичных эффектов для контроля процессов ионно-плазменной обработки. /Пр/	2	5	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			
1.3	Традиционные методы и способы контроля процессов формирования гетерокомпозиций. /Ср/	2	18	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			
1.4	Традиционные методы и способы контроля процессов ионно-плазменной обработки материалов электронной техники /Лаб/	2	6	УК-1-В1 ОПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			
	Раздел 2. Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления							
2.1	Методика определения ионно-индуцированного тока. Основные закономерности изменения ионно-индуцированного тока в условиях ионно-плазменной обработки гетерокомпозиций. /Лек/	2	6	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			
2.2	Методика определения энергии падающих ионов. Феноменологическая модель возникновения ионно-индуцированного тока. Расчет величины ионно-индуцированного тока для различных материалов. /Пр/	2	6	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			

2.3	Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления. Реферат. /Ср/	2	20	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1			
2.4	Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления /Лаб/	2	6	УК-1-В1 ОПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-2-В1 ПК-2-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1			
Раздел 3. Вторичная ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучевого травления наноразмерных гетерокомпозиций								
3.1	Методика определения вторичной ионно-электронной эмиссии. Основные закономерности изменения тока вторичных электронов в условиях ионно-плазменной обработки гетерокомпозиций. Феноменологическая модель возникновения вторичной ионно-электронной эмиссии. Особенности вторичной ионно-электронной эмиссии в условиях реактивной ионно-плазменной обработки. /Лек/	2	5	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1			
3.2	Особенности вторичной ионно-электронной эмиссии. Определение доли вторичных электронов, улавливаемых приемником. Определение коэффициента вторичной ионно-электронной эмиссии в условиях ионно-лучевого травления. Особенности тока вторичных электронов в условиях реактивного ионно-лучевого травления. Тестовые вопросы и задания. /Пр/	2	6	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1			
3.3	Вторичная ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучевого травления наноразмерных гетерокомпозиций. Реферат. /Ср/	2	19	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1			

3.4	Исследование закономерностей электронной эмиссии при ионно-лучевом травлении наноразмерных структур /Лаб/	2	5	УК-1-В1 ОПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-2-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.ЛЛ3. 1			
-----	---	---	---	--	-------------------------	--	--	--

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	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №1	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31	Какие соударения играют основную роль в процессах передачи энергии? Каким видом соударений энергетических частиц с материалом подложки определяется химическое взаимодействие? Дайте определение вторичной электронной эмиссии, возникающей при нейтрализации бомбардирующих ионов вблизи поверхности
КМ2	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №2	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31	Каков механизм возникновения ионно-индуцированного тока? Какие факторы влияют на величину ионно-индуцированного тока? Сформулируйте выводы, вытекающие из феноменологической модели ионно-индуцированной проводимости? Существует ли зависимость величины измеряемого ионно-индуцированного тока от площади обрабатываемых структур? Как изменяется значение ионно-индуцированного тока на границе раздела металл – металл? Можно ли использовать для оперативного контроля толщины диэлектрических пленок зависимость измеряемого ионно-индуцированного тока от времени травления? Зависит ли величина «всплеска» ионно-индуцированного тока от величины работы выхода электрона из материала подложки? Какое явление обуславливает изменение ионно-индуцированного тока на границе раздела пленок металлов?
КМ3	Контрольные вопросы для защиты Практической работы №3	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31	Какими эффектами обусловлено появление кинетической ионно-электронной эмиссии? Какие параметры определяют величину эмиссионного тока вторичных электронов? Зависит ли коэффициент кинетической эмиссии от энергии ионов? Дайте определение коэффициента ионно-электронной эмиссии. Зависит ли величина тока вторичных электронов от плотности ионного тока?

КМ4	Тест	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31	<p>Определите количество атомов кремния в одном кубическом нанометре.</p> <p>Рассчитайте скорость движения иона Ag^+ (м/с) с энергией 1 кэВ.</p> <p>Определите тип упругих столкновений при взаимодействии ионов аргона энергией 1 кэВ с кремниевой подложкой:</p> <p>Рассчитайте потери энергии ионами Ag^+ (эВ/нм) при упругих взаимодействиях с кремниевой подложкой.</p> <p>Рассчитайте потери энергии ионами Ag^+ с энергией 1 кэВ (эВ/нм) при неупругих взаимодействиях с кремниевой подложкой.</p> <p>Оцените дозу ионной обработки (ион/см²) в течение 10 мин при плотности ионного тока 0,5 мА/см².</p> <p>Каким эффектом характеризуется физическое взаимодействие энергетических частиц с материалом подложки?</p> <p>Каким видом соударений энергетических частиц с материалом подложки определяется химическое взаимодействие?</p> <p>Какой оптический метод управления ионно-плазменными процессами обработки основан на анализе изменения степени поляризации монохроматического пучка света?</p> <p>Степень ионизации газа определяется как отношение:</p> <p>С каким эффектом связано появление ионно-индуцированного тока?</p> <p>Можно ли использовать для оперативного контроля толщины диэлектрических пленок зависимость измеряемого ионно-индуцированного тока от времени травления?</p> <p>Дайте определение коэффициента ионно-электронной эмиссии:</p> <p>Приведите формулу для расчета коэффициента ионно-электронной эмиссии:</p> <p>Зависит ли величина тока вторичных электронов от плотности потока ионов?</p>
-----	------	---	--

КМ5	Реферат	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31	<p>Традиционные методы и способы контроля процессов ионно-плазменной обработки материалов электронной техники.</p> <p>Физические основы и характеристика методов ионно-плазменной обработки.</p> <p>Вторичные эффекты ионно-плазменной обработки.</p> <p>Применение эффектов ионной бомбардировки для контроля технологических процессов ионно-плазменной обработки.</p> <p>Оптические эффекты для управления процессами ионно-плазменной обработки.</p> <p>Фотометрический метод определения толщины пленок.</p> <p>Эллипсометрический метод контроля процессами ионно-плазменной обработки.</p> <p>Метод лазерной интерференции для управления процессами ионно-плазменной обработки.</p> <p>Эмиссионно-спектральные методы управления процессами ионно-лучевого травления.</p> <p>Метод регистрации изменения импеданса высокочастотного разряда в процессах плазмохимического травления.</p> <p>Масс-спектрометрия ионно-плазменных процессов.</p> <p>Использование электрических сигналов для контроля процессов ионно-плазменной обработки.</p> <p>Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления металлических пленок.</p> <p>Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления.</p> <p>Методика определения энергии ионов в пучке.</p> <p>Особенности изменения ионно-индуцированного тока при ионной очистке поверхности.</p> <p>Особенности изменения ионно-индуцированного тока при ионно-лучевом травлении гетероструктур.</p> <p>Особенности изменения ионно-индуцированного тока при нанесении пленок ионным распылением.</p> <p>Феноменологическая модель возникновения ионно-индуцированного тока.</p> <p>Ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучевого травления наноразмерных гетерокомпозиций.</p> <p>Методика определения ионно-электронной эмиссии.</p> <p>Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном травлении металлических пленок.</p> <p>Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном травлении полупроводников.</p> <p>Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном травлении диэлектриков.</p> <p>Феноменологическая модель возникновения ионно-электронной эмиссии.</p>
КМ6	Контрольные вопросы для защиты Лабораторной работы №1	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-33;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31;ПК-1-32	<p>Какие технологические процессы выполняются с использованием ионно-плазменных процессов?</p> <p>Какими эффектами обусловлено появление кинетической ионно-электронной эмиссии?</p> <p>Какие параметры определяют величину эмиссионного тока вторичных электронов?</p> <p>Каким видом соударений энергетических частиц с материалом подложки определяется химическое взаимодействие?</p> <p>Каким эффектом характеризуется физическое взаимодействие энергетических частиц с материалом подложки?</p> <p>Зависит ли потенциальная эмиссия от кинетической энергии ионов?</p> <p>Зависит ли величина тока вторичных электронов от плотности ионного тока?</p>
КМ7	Контрольные вопросы для защиты Лабораторной работы №2	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31;ПК-1-33	<p>Какие процессы являются основными при образовании плазмы многоатомного газа?</p> <p>Признаки, положенные в основу классификации процессов ионно-плазменной обработки?</p> <p>Какие технологические процессы выполняются с использованием ионно-плазменных процессов?</p> <p>Дайте определение коэффициента ионно-электронной эмиссии</p>

КМ8	Контрольные вопросы для защиты Лабораторной работы №3	УК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-4-31	Физические основы и характеристика методов ионно-плазменной обработки. Вторичные эффекты ионно-плазменной обработки. Применение эффектов ионной бомбардировки для контроля технологических процессов ионно-плазменной обработки. Оптические эффекты для управления процессами ионно-плазменной обработки.
-----	--	---	--

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	Лабораторная работа №1	ОПК-1-У1;УК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1	Изучение традиционных методов и способов контроля процессов ионно-плазменной обработки материалов электронной техники
P2	Лабораторная работа №2	ОПК-1-У1;УК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1	Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления
P3	Лабораторная работа №3	ОПК-1-У1;УК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1	Исследование закономерностей электронной эмиссии при ионно-лучевом травлении наноразмерных структур
P4	Практическая работа №1	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1	Упругие и неупругие столкновения ионов. Энергетические потери в упругих и неупругих столкновениях. Использование вторичных эффектов для контроля процессов ионно-плазменной обработки.
P5	Практическая работа №2	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1	Методика определения энергии падающих ионов. Феноменологическая модель возникновения ионно-индуцированного тока. Расчет величины ионно-индуцированного тока для различных материалов.
P6	Практическая работа №3	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1	Особенности вторичной ионно-электронной эмиссии. Определение доли вторичных электронов, улавливаемых приемником. Определение коэффициента вторичной ионно-электронной эмиссии в условиях ионно-лучевого травления. Особенности тока вторичных электронов в условиях реактивного ионно-лучевого травления

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

Экзамен сдается устно и состоит из задачи двух вопросов. Задача представляет собой типовую задачу.

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

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент 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;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент 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;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Чаплыгин Ю. А.	Нанотехнологии в электронике	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2013
Л1.2	Кузнецов Г. Д., Сергиенко А. А., Симакин С. Б., др.	Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Неразрушающие методы контроля процессов осаждения и травления наноразмерных пленочных гетерокомпозиций: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.3	Ковалев А. Н., Рабинович О. И., Тимошина М. И.	Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Технология материалов электронной техники: Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кузнецов Г. Д., Курочка С. П., Кушхов А. Р., др.	Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно-плазменные процессы: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007

6.3 Перечень программного обеспечения

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

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

При конспектировании лекций в конспект следует заносить всё, что рекомендует преподаватель. Изучение и отработка прослушанных лекций без промедления значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.