Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

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 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 34
самостоятельная работа 74

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 10

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**10 (5.2)**		Итого	
Недель	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	74	74	74	74
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 - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-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:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

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.ДВ.17
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Методы математического моделирования
2.1.2	Методы характеризации полупроводниковых материалов и структур
2.1.3	Оформление результатов научной деятельности
2.1.4	Силовые полупроводниковые приборы
2.1.5	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.1.6	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.1.7	Физика наноструктур
2.1.8	Вакуумная и плазменная электроника
2.1.9	Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике
2.1.10	Магнитные измерения
2.1.11	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики
2.1.12	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники
2.1.13	Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств
2.1.14	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики
2.1.15	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники
2.1.16	Основы технологии электронной компонентной базы
2.1.17	Приборы квантовой и оптической электроники
2.1.18	Процессы вакуумной и плазменной электроники
2.1.19	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики
2.1.20	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом
2.1.21	Элементы и устройства магнитоэлектроники
2.1.22	Ионно-плазменная обработка материалов
2.1.23	Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники
2.1.24	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем
2.1.25	Методы исследования материалов и структур электроники
2.1.26	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ
2.1.27	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок
2.1.28	Полевые полупроводниковые приборы
2.1.29	Физико-математические модели процессов наноэлектроники
2.1.30	Биполярные полупроводниковые приборы
2.1.31	Квантовая и оптическая электроника
2.1.32	Материаловедение полупроводников и диэлектриков
2.1.33	Технология материалов электронной техники
2.1.34	Физика конденсированного состояния
2.1.35	Физика магнитных явлений
2.1.36	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике
2.1.37	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике
2.1.38	Статистическая физика
2.1.39	Электроника
2.1.40	Математическая статистика и анализ данных
2.1.41	Методы математической физики
2.1.42	Основы квантовой механики
2.1.43	Практическая кристаллография
2.1.44	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений

2.1.45	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.46	Физика
2.1.47	Физическая химия
2.1.48	Органическая химия
2.1.49	Информатика
2.1.50	Химия
2.1.51	Аналитическая геометрия
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.2	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.3	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.4	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.5	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.6	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.7	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.8	Технологии материалов для радиопоглащения и электромагнитного экранирования
2.2.9	Физика и техника магнитной записи
2.2.10	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.11	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.12	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A2B6
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.15	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.16	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники
Знать:
ПК-1-З2 основы физики наноразмерных пленок
ПК-1-З1 технический английский язык
ПК-1-З3 базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Знать:
ПК-4-З2 методы исследования структур
ПК-4-З1 теория планирования эксперимента и обработки данных
ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности
Знать:
ОПК-3-З1 методики измерений, в том числе понимать физическую сущность процесса измерения, принципы функционирования измерительных приборов, метрологическую составляющую обеспечения достоверности измерения
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-2-З1 современные методы анализа зависимости свойств полупроводниковых гетерокомпозиций от их фазового и стехиометрического состава, поведения примесей и структурных дефектов

ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-1-У4 планировать и проводить технологические эксперименты
ПК-1-У3 оптимизировать параметры технологических процессов
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Уметь:
ПК-4-У1 проводить стандартные испытания и технический контроль изделий электронной техники
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-2-У1 профессионально использовать современное научно-исследовательское оборудование
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-1-У2 измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий
ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности
Уметь:
ОПК-3-У1 проводить анализ и определять причины отклонения параметров
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-2-У2 работать на технологическом оборудовании (выполнять все действия, которые делает оператор)
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-1-У1 разрабатывать технологические маршруты изготовления приборов и устройств электроники и наноэлектроники
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-2-В1 методами проектирования технологических процессов электроники и наноэлектроники
ОПК-2-В2 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. Традиционны 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/	10	6	ПК-1-З2 ПК-1-З3 ОПК-3-З1 ОПК-2-З1 ПК-4-З1 ПК-4-З2	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/	10	5	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-4-У1 ОПК-3-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1		КМ1	Р1
1.3	Традиционны методы и способы контроля процессов формирования гетерокомпозиций. /Ср/	10	24	ПК-1-З1 ПК-1-З2 ПК-1-З3 ОПК-3-З1 ОПК-2-З1 ПК-4-З1 ПК-4-З2	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/	10	6	ПК-1-З2 ПК-1-З3 ОПК-3-З1 ОПК-2-З1 ПК-1-З1 ПК-4-З1 ПК-4-З2	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/	10	6	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-4-У1 ОПК-3-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1		КМ2	Р2
2.3	Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления. Реферат. /Ср/	10	24	ПК-1-З1 ПК-1-З2 ПК-1-З3 ОПК-3-З1 ОПК-2-З1 ПК-4-З1 ПК-4-З2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1		КМ5	
	Раздел 3. Вторичная ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучеового 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/	10	5	ПК-1-З2 ПК-1-З3 ОПК-3-З1 ПК-1-З1 ПК-4-З1 ПК-4-З2	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/	10	6	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-4-У1 ОПК-3-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1		КМ3,КМ4	Р3
3.3	Вторичная ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучеового травления наноразмерных гетерокомпозиций. Реферат. /Ср/	10	26	ПК-1-З1 ПК-1-З2 ПК-1-З3 ОПК-3-З1 ОПК-2-З1 ПК-4-З1 ПК-4-З2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1		КМ5	

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 подготовки к Практической работе №1	ОПК-3-З1;ОПК-2-З1;ПК-1-З1;ПК-1-З2;ПК-1-З3;ПК-4-З1;ПК-4-З2	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 подготовки к Практической работе №2	ОПК-3-З1;ОПК-2-З1;ПК-1-З1;ПК-1-З2;ПК-1-З3;ПК-4-З1;ПК-4-З2	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 обусловливает изменение ионно-индуцированного тока на границе раздела пленок металлов?
КМ3	Контрольные вопросы для подготовки к Практической работе №3	ОПК-3-З1;ОПК-2-З1;ПК-1-З1;ПК-1-З2;ПК-1-З3;ПК-4-З1;ПК-4-З2	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	ОПК-3-З1;ОПК-2-З1;ПК-1-З1;ПК-1-З2;ПК-1-З3;ПК-4-З1;ПК-4-З2	Определите количество атомов кремния в одном кубическом нанометре. Рассчитайте скорость движения иона Ar+ (м/с) с энергией 1 кэВ. Определите тип упругих столкновений при взаимодействии ионов аргона энергией 1 кэВ с кремниевой подложкой: Рассчитайте потери энергии ионами Ar+ (эВ/нм) при упругих взаимодействиях с кремниевой подложкой. Рассчитайте потери энергии ионами Ar+ с энергией 1 кэВ (эВ/нм) при неупругих взаимодействиях с кремниевой подложкой. Оцените дозу ионной обработки (ион/см2) в течение 10 мин при плотности ионного тока 0,5 мА/см2. Каким эффектом характеризуется физическое взаимодействие энергетических частиц с материалом подложки? Каким видом соударений энергетических частиц с материалом подложки определяется химическое взаимодействие? Какой оптический метод управления ионно-плазменными процессами обработки основан на анализе изменения степени поляризации монохроматического пучка света? Степень ионизации газа определяется как отношение: С каким эффектом связано появление ионно-индуцированного тока? Можно ли использовать для оперативного контроля толщины диэлектрических пленок зависимость измеряемого ионно-индуцированного тока от времени травления? Дайте определение коэффициента ионно-электронной эмиссии: Приведите формулу для расчета коэффициента ионно-электронной эмиссии: Зависит ли величина тока вторичных электронов от плотности потока ионов?

КМ5	Реферат	ОПК-3-З1;ОПК-2-З1;ПК-1-З1;ПК-1-З2;ПК-1-З3;ПК-4-З1;ПК-4-З2	Традиционные методы и способы контроля процессов ионно-плазменной обработки материалов электронной техники. 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. Фотометрический метод определения толщины пленок. Эллипсометрический метод контроля процессами ионно-плазменной обработки. Метод лазерной интерференции для управления процессами ионно -плазменной обработки. Эмиссионно-спектральные методы управления процессами ионно-лучевого травления. Метод регистрации изменения импеданса высокочастотного разряда в процессах плазмохимического травления. Масс-спектрометрия ионно-плазменных процессов. Использование электрических сигналов для контроля процессов ионно-плазменной обработки. Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления металлических пленок. Ионно-индуцированный ток в многослойных наноразмерных пленочных гетероструктурах в процессах ионно-лучевого нанесения и травления. Методика определения энергии ионов в пучке. Особенности изменения ионно-индуцированного тока при ионной очистке поверхности. Особенности изменения ионно-индуцированного тока при ионно-лучевом травлении гетероструктур. Особенности изменения ионно-индуцированного тока при нанесении пленок ионным распылением. Феноменологическая модель возникновения ионно-индуцированного тока. Ионно-электронная эмиссия в процессе ионно-лучевого травления наноразмерных гетерокомпозиций. Методика определения ионно-электронной эмиссии. Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном травлении металлических пленок. Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном травлении полупроводников. Особенности изменения тока вторичных электронов при ионном травлении диэлектриков. Феноменологическая модель возникновения ионно-электронной эмиссии.

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
Р1	Практическая работа №1	ОПК-3-У1;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-4-У1	Упругие и неупругие столкновения ионов. Энергетические потери в упругих и неупругих столкновениях. Использование вторичных эффектов для контроля процессов ионно -плазменной обработки.
Р2	Практическая работа №2	ОПК-3-У1;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-4-У1	Методика определения энергии падающих ионов. Феноменологическая модель возникновения ионно-индуцированного тока. Расчет величины ионно-индуцированного тока для различных материалов.

Р3	Практическая работа №3	ОПК-3-У1;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-2-В1;ОПК-2-В2;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;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.)

Зачет с оценкой 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 Геннадий Дмитриевич, Сергиенко Андрей Алексеевич, Симакин Сергей Борисович, 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 Геннадий Дмитриевич, Курочка Сергей Петрович, Кушхов Аскер Русланович, 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.