

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 20:53:22

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)

Ионно-плазменная обработка материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 58

часов на контроль 54

Формы контроля в семестрах:

экзамен 7

курсовая работа 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 7 (4.1) | | Итого | |
|---|-----------|-----|-------|-----|
| | Неделя 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Лабораторные | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Практические | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Итого ауд. | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Контактная работа | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Сам. работа | 58 | 58 | 58 | 58 |
| Часы на контроль | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Итого | 180 | 180 | 180 | 180 |

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Ионно-плазменная обработка 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 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 02.04.2015 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом 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 освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также изучение студентами современных достижений в области вакуум-плазменных, ионно-лучевых и плазмохимических процессов и их применение при получении пленочных гетерокомпозиций в электронике. Наука поможет решить ряд инженерных задач, стоящих перед выпускниками в их трудовой деятельности |
|-----|--|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|------------|
| Блок ОП: | | Б1.В.ДВ.03 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Биполярные полупроводниковые приборы | |
| 2.1.2 | Квантовая и оптическая электроника | |
| 2.1.3 | Материаловедение полупроводников и диэлектриков | |
| 2.1.4 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | |
| 2.1.5 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | |
| 2.1.6 | Технология материалов электронной техники | |
| 2.1.7 | Физика диэлектриков | |
| 2.1.8 | Физика конденсированного состояния | |
| 2.1.9 | Физика магнитных явлений | |
| 2.1.10 | Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике | |
| 2.1.11 | Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике | |
| 2.1.12 | Статистическая физика | |
| 2.1.13 | Физические свойства кристаллов | |
| 2.1.14 | Электроника | |
| 2.1.15 | Математическая статистика и анализ данных | |
| 2.1.16 | Методы математической физики | |
| 2.1.17 | Практическая кристаллография | |
| 2.1.18 | Физика | |
| 2.1.19 | Физическая химия | |
| 2.1.20 | Электротехника | |
| 2.1.21 | Математика | |
| 2.1.22 | Органическая химия | |
| 2.1.23 | Химия | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Вакуумная и плазменная электроника | |
| 2.2.2 | Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике | |
| 2.2.3 | Магнитные измерения | |
| 2.2.4 | Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики | |
| 2.2.5 | Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники | |
| 2.2.6 | Нормы и правила оформления ВКР | |
| 2.2.7 | Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики | |
| 2.2.8 | Основы радиационной стойкости изделий электронной техники | |
| 2.2.9 | Основы технологии электронной компонентной базы | |
| 2.2.10 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.11 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.12 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.13 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.14 | Приборы квантовой и оптической электроники | |
| 2.2.15 | Процессы вакуумной и плазменной электроники | |
| 2.2.16 | Светоизлучающие полупроводниковые приборы | |
| 2.2.17 | Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики | |
| 2.2.18 | Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом | |
| 2.2.19 | Элементы и устройства магнитоэлектроники | |

| 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ | |
|--|--|
| ПК-5: Способность разрабатывать технические описания на отдельные блоки изделий электронной техники | |
| Знать: | |
| ПК-5-31 Технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники | |
| ОПК-5: Способен демонстрировать практические навыки для решения задач и реализации проектов, в области, соответствующей профилю подготовки, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями | |
| Знать: | |
| ОПК-5-31 Основные физико-технологические условия применения ионно-плазменной обработки для изменения свойств материалов | |
| ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | |
| Знать: | |
| ОПК-1-31 Закономерности изменения параметров материалов при ионно-плазменной обработке | |
| 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 Обосновывать использование эффектов взаимодействия частиц и излучений с веществом для прогнозирования изменения свойств микро- и наноразмерных материалов в технологии микро- и нанoeлектроники | |
| ОПК-2-У2 Обосновывать использование эффектов ионного воздействия на твердое тело для низкотемпературного синтеза соединений | |
| ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | |
| Уметь: | |
| ОПК-1-У1 Применять закономерности плазмохимического травления тонкопленочных материалов электронной техники для выбора целесообразных параметров плазменного травления | |
| Владеть: | |
| ОПК-1-В1 В проведении измерений геометрических и электрофизических параметров микро- и наноразмерных пленочных структур, полученных при использовании нетермически активируемых процессов | |
| 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 Творческое и системное мышление по выбору оптимальных параметров ионно-плазменных процессов получения тонкопленочных материалов электронной техники | |

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. Ионно-плазменные процессы в технологии микро- и нанoeлектроники | | | | | | | |
| 1.1 | Основы ионно-плазменной технологии /Лек/ | 7 | 3 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 | | | |
| 1.2 | Особенности плазмохимического и ионно-химического травления материалов /Лек/ | 7 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 | | | |
| 1.3 | Характеристика и этапы процесса ионно-плазменного нанесения слоев /Лек/ | 7 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|----|--|---|---|-----|----|
| 1.4 | Расчет параметров ионно-лучевого травления материалов /Пр/ | 7 | 8 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.8 | | КМ2 | Р1 |
| 1.5 | Расчет параметров ионно-лучевого нанесения пленок /Пр/ | 7 | 8 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4 | | КМ3 | Р2 |
| 1.6 | Расчет параметров радиационно-стимулируемой диффузии /Пр/ | 7 | 8 | ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.7 | | КМ4 | Р3 |
| 1.7 | Плазмохимическое травление фоторезиста и диэлектрических пленок /Лаб/ | 7 | 6 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | Занятие проводится в специализированной лаборатории | КМ7 | Р6 |
| 1.8 | Ионно-лучевое распыление материалов. Распределение толщины пленок по пластине. /Лаб/ | 7 | 7 | ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | Занятие проводится в специализированной лаборатории | КМ8 | Р7 |
| 1.9 | Ионное получение наноразмерных пленок. Определение электрофизических параметров гетероструктур /Лаб/ | 7 | 4 | ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | Занятие проводится в специализированной лаборатории | КМ9 | Р8 |
| 1.10 | Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и защите практических занятий, лабораторных работ /Ср/ | 7 | 24 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-2-В1 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 | | | |
| | Раздел 2. Ионный синтез соединений и ионная кристаллизация | | | | | | | |
| 2.1 | Энергетические особенности ионно-стимулируемого нанесения пленок /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5 | | | |
| 2.2 | Ионно-активируемый синтез тонких пленок /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5 | | | |
| 2.3 | Расчет параметров ионного синтеза в полупроводниках /Пр/ | 7 | 4 | ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.6 Л2.7 Л2.8 | | КМ5 | Р4 |
| 2.4 | Сравнительные оценки параметров элементов, получаемых с использованием ионно-плазменных процессов /Пр/ | 7 | 6 | ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 | Л1.1 Л1.2Л2.6 Л2.7 Л2.8 | | КМ6 | Р5 |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|----|--|---|--|--|----|
| | Раздел 3. Принципиальные возможности ионно-плазменных процессов для создания элементов в технологии микро- и нанoeлектроники | | | | | | | |
| 3.1 | Получение слоисто-однородных слоев /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.5 | | | |
| 3.2 | Написание курсовой работы /Ср/ | 7 | 34 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ОПК-5-31 ПК-5-31 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 | | | Р9 |

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 | Экзамен | ОПК-1-31;ОПК-5-31;ПК-5-31 | <p>Где применяется вакуум-плазменная технология ?</p> <p>Приведите классификацию процессов ионно-плазменной технологии.</p> <p>Какие Вам известны особенности плазмохимического травления материалов?</p> <p>Охарактеризуйте процесс реактивного ионно-лучевого нанесения пленочных материалов.</p> <p>Что такое ионно-химическое травление материалов?</p> <p>Какие Вы знаете этапы процесса вакуум-плазменного осаждения пленок?</p> <p>Охарактеризуйте процесс плазмохимического травления материалов.</p> <p>Охарактеризуйте процесс ионно-плазменного нанесения слоев.</p> <p>Охарактеризуйте процесс высокочастотного травления материалов.</p> <p>Охарактеризуйте процесс ионно-лучевого травления.</p> <p>Что такое реактивное ионно-плазменное травление?</p> <p>Что такое реактивное ионно-лучевое нанесение пленочных материалов?</p> <p>Как формируется микрорельефа поверхности при ионном распылении?</p> <p>Расскажите о структурообразовании в пленках при ионно-плазменном нанесении.</p> <p>Что такое селективность процесса плазмохимического травления?</p> <p>Какие могут быть повреждения поверхности материалов при ионно-плазменном травлении?</p> <p>Что такое анизотропия процесса плазмохимического травления?</p> <p>Как происходит ионно-плазменная очистка поверхности материала?</p> <p>Охарактеризуйте радиационно-стимулируемое травление (РСТ).</p> <p>Что такое фотонно-стимулируемое травление?</p> |
| КМ2 | Контрольные вопросы для защиты практической работы №1 | ОПК-2-В1;ОПК-5-31;ОПК-2-У2;ОПК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ПК-5-31 | <p>От каких параметров зависит скорость ионно-лучевого травления?</p> <p>Что такое коэффициент распыления?</p> |
| КМ3 | Контрольные вопросы для защиты практической работы №2 | ОПК-2-В1;ОПК-5-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-5-31 | <p>От каких параметров зависит скорость ионно-лучевого нанесения?</p> <p>Какие материалы можно наносить данным способом?</p> |

| | | | |
|-----|---|--|--|
| КМ4 | Контрольные вопросы для защиты практической работы №3 | ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-2-У1;ОПК-5-31;ПК-5-31;ОПК-1-В1 | Охарактеризуйте радиационно-стимулируемую диффузию. От каких параметров зависит коэффициент диффузии? |
| КМ5 | Контрольные вопросы для защиты практической работы №4 | ОПК-2-У1;ОПК-2-У2 | От каких параметров зависит скорость ионного синтеза в полупроводниках? |
| КМ6 | Контрольные вопросы для защиты практической работы №5 | ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ОПК-2-У2 | Чем отличается ионно-плазменное травление от ионно-лучевого? Какие материалы можно получать ионно-плазменным и ионно-лучевым нанесением слоев? |
| КМ7 | Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №1 | ОПК-1-31;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1 | Какие фоторезисты Вы знаете? Какие диэлектрические пленки применяются в микроэлектронике в технологии интегральных микросхем? |
| КМ8 | Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №2 | ОПК-2-У1;ОПК-2-У2 | Дайте определение коэффициенту распыления. От чего зависит равномерность толщины тонкой пленки по поверхности полупроводниковой пластины? |
| КМ9 | Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №3 | ОПК-2-У1;ОПК-2-У2 | Какие ионы используются для получения пленок? Перечислите основные электрофизические параметры гетероструктур |

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 | Практическая работа № 1 Ионно-лучевое травление материалов | ОПК-2-В1;ОПК-5-31;ОПК-2-У2;ОПК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-5-31 | Расчет параметров ионно-лучевого травления материалов |
| P2 | Практическая работа № 2 Ионно-лучевое нанесение пленок | ОПК-2-В1;ОПК-5-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-5-31 | Расчет параметров ионно-лучевого нанесения пленок |
| P3 | Практическая работа № 3 Радиационно-стимулируемая диффузия | ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-2-У1;ПК-5-31;ОПК-5-31;ОПК-1-В1 | Расчет параметров радиационно-стимулируемой диффузии |
| P4 | Практическая работа № 4 Ионный синтез в полупроводниках | ОПК-2-У1;ОПК-2-У2 | Расчет параметров ионного синтеза в полупроводниках |
| P5 | Практическая работа № 5 Технология получения элементов с использованием ионно-плазменных процессов | ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ОПК-2-У2 | Сравнительные оценки параметров элементов, получаемых с использованием ионно-плазменных процессов |

| | | | |
|----|--|--|---|
| P6 | Лабораторная работа № 1 Плазмохимическое травление фоторезиста и диэлектрических пленок | ОПК-1-31;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1 | Расчет параметров и проведение процесса плазмохимического травления фоторезиста и диэлектрических пленок |
| P7 | Лабораторная работа № 2 Ионно-лучевое распыление материалов | ОПК-2-У1;ОПК-2-У2 | Расчет параметров и проведение процесса ионно-лучевого распыления материалов. Расчет и измерение распределение толщины пленок по пластине |
| P8 | Лабораторная работа № 3 Ионное получение наноразмерных пленок | ОПК-2-У1;ОПК-2-У2 | Определение электрофизических параметров гетероструктур |
| P9 | Курсовая работа | ОПК-1-31;ОПК-2-У1;ОПК-5-31;ПК-5-31;ОПК-1-У1;ОПК-2-У2 | Основы вакуум-плазменной технологии Классификация процессов ионно-плазменной технологии Особенности плазмохимического травления материалов Реактивное ионно-лучевое нанесение пленочных материалов Ионно-химическое травление материалов Этапы процесса вакуум-плазменного осаждения пленок Плазмохимическое травление материалов Характеристика процесса ионно-плазменного нанесения слоев Высокочастотное травление материалов Формирование микрорельефа поверхности при ионном распылении Структурообразование в пленках при ионно-плазменном нанесении Селективность процесса плазмохимического травления Повреждения поверхности материалов при ионно-плазменном травлении Анизотропия процесса плазмохимического травления |

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

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи. Задачи в билетах являются типовыми и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины.

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

«отлично» – студент отвечает на два вопроса и решает задачу, показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала;

«хорошо» – студент отвечает на один вопрос и решает задачу, показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент отвечает на один вопрос или решает только задачу, показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов;

«неудовлетворительно» – студент не отвечает на оба вопроса и не решает задачу, допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, 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 | 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 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|--|------------------|-----------------------|
| Л1.2 | Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д. | Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов: Учебник для студ. вузов по спец. 'Технология спец. материалов электронной техники' | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1982 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|---|------------------|------------------------|
| Л2.1 | Кузнецов Г. Д., Никоненко В. А., Полистанский Ю. Г., Сушков В. П., Кузнецов Г. Д. | Методика определения параметров тонких пленок и эпитаксиальных слоев: лаб. практикум для студ. напр. 550700, 551600, 553100 и спец. 200110, 200200 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1999 |
| Л2.2 | Кузнецов Г. Д., Курочка С. П., Кушхов А. Р., др. | Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно-плазменные процессы: лаб. практикум | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 2007 |
| Л2.3 | Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р. | Ионно-плазменная обработка материалов: курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2008 |
| Л2.4 | Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р., Билалов Б. А. | Элионная технология в микро- и наноиндустрии: курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2008 |
| Л2.5 | Кузнецов Г. Д., Симакин С. Б., Демченкова Д. Н. | Микро- и нанотехнологии пленочных гетерокомпозиций: курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2008 |
| Л2.6 | 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 |
| Л2.7 | Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р., Сергиенко А. А., Харламов Н. А. | Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Ускоренные ионы: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2012 |
| Л2.8 | Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р. | Физика взаимодействия ускоренных ионов, электронов и атомов с веществом. Ускоренные электроны: учеб. пособие | Библиотека МИСиС | М.: Изд-во МИСиС, 2012 |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|--------------------------|
| П.1 | Win Pro 10 32-bit/64-bit |
|-----|--------------------------|

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|-------|-------------|---|
| К-433 | Лаборатория | установки для напыления пленок УВН (4 шт.), вакуумный пост ВУП-5, установка для травления Плазма 600, микроинтерферометр МИИ-4, набор демонстрационного оборудования, в том числе: мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест |

| | | |
|--------------------------------|--|---|
| 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 №3 (Б) | | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 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

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации. Расчетно-графические работы выполняются с помощью компьютерных программ.