

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

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)

# Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

### 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	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

**Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок**

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 освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также изучения студентами технологии получения тонких плёнок и эпитаксиальных слоёв, их физических свойств и зависимости от параметров технологического процесса. Наука поможет решить ряд инженерных задач, стоящих перед выпускниками в их трудовой деятельности
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.2	Инженерная математика	
2.1.3	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.4	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.5	Технология материалов электронной техники	
2.1.6	Физика диэлектриков	
2.1.7	Физика конденсированного состояния	
2.1.8	Физика магнитных явлений	
2.1.9	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
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	Математика	
2.1.21	Органическая химия	
2.1.22	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Вакуумная и плазменная электроника	
2.2.2	Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике	
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	Нанoeлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
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	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.2.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.2.14	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.15	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.2.16	Элементы и устройства магнитоэлектроники	
2.2.17	Методы математического моделирования	
2.2.18	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.2.19	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники	
2.2.20	Силовые полупроводниковые приборы	

2.2.21	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.2.22	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.23	Физика наноструктур
2.2.24	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.25	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники
2.2.26	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.27	Микросхемотехника
2.2.28	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.29	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.30	Планирование научной деятельности
2.2.31	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.32	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.33	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.34	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.35	Технология наногетероструктур
2.2.36	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.37	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.38	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.39	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.40	Физика и техника магнитной записи
2.2.41	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.42	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>
2.2.43	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.44	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.45	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.46	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**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-2-32 Физико-химическую сущность процессов получения тонких плёнок и эпитаксиальных слоёв в зависимости от метода получения

ОПК-2-31 Основное технологическое оборудование, контрольно-измерительное и вспомогательное оборудование производства изделий микроэлектроники и принципы его работы

**ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники**

**Знать:**

ПК-5-32 Технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники

ПК-5-31 Технологический процесс производства изделий микроэлектроники

**ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**

**Знать:**

ОПК-1-32 Особенности структурирования многослойных гетерокомпозиций для применения в изделиях электронной техники

ОПК-1-31 Электрофизические свойства тонких плёнок и диэлектрических слоёв в зависимости от параметров процесса

**Уметь:**

ОПК-1-У2 Прогнозировать параметры тонких плёнок и эпитаксиальных слоёв, необходимые для изготовления определенного типа изделий электронной техники

ОПК-1-У1 Управлять свойствами тонкой плёнки или эпитаксиального слоя на основе анализа параметров технологического процесса

**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 Осуществлять техническую реализацию процессов получения тонких плёнок и эпитаксиальных слоёв

**Владеть:**

ОПК-2-В1 Использования соответствующих методов контроля параметров тонких плёнок и слоёв

ОПК-2-В2 Корректировки режимов процессов получения тонких плёнок и слоёв

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Основы атомно-молекулярных процессов кристаллизации</b>							
1.1	Основные модели роста. Атомная структура кристаллографической поверхности. Начальные стадии кристаллизации. Кинетика роста кристалла. Основные дефекты роста кристалла /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.7 Л2.8 Л2.9			
1.2	Исследование распределения толщины плёнок по поверхности подложки и их структурных параметров при ионном распылении мишени с помощью источника Кауфмана /Лаб/	7	4	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.10 Л2.13	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ6	Р5
1.3	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и защите практических работ, лабораторных работ /Ср/	7	57	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.13			
	<b>Раздел 2. Методы формирования тонких плёнок</b>							
2.1	Вакуумно-термическое напыление. Ионно-лучевое и магнетронное нанесение тонких плёнок. Химическое и электрохимическое формирование плёнок. /Лек/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.2	Расчет скорости роста плёнок при вакуум-термическом напылении. Расчет скорости роста при магнетронном нанесении плёнки /Пр/	7	4	ОПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.10		КМ2	Р1
2.3	Нанесение пленок магнетронным распылением мишени. Формирование плёнок методом катодного распыления /Лаб/	7	8	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л2.10 Л2.13	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ7	Р6

	<b>Раздел 3. Процессы газофазной и жидкофазной эпитаксии</b>							
3.1	Исходные реагенты и установки. Легирование и автолегирование. Скрытые слои. Изотермические и неизотермические процессы ЖФЭ. Жидкофазная эпитаксия кремния и соединений АПВV /Лек/	7	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.7			
3.2	Расчет скорости роста эпитаксиального слоя из парогазовой смеси в квазиравновесном и диффузионном режимах. Расчет скорости роста в случае транспортных химических реакций. Расчет скорости роста эпитаксиального слоя при выращивании из раствора-расплава /Пр/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5		КМ3	Р2
	<b>Раздел 4. Эпитаксиальные гетерокомпозиции</b>							
4.1	Получение гетероэпитаксиальных гетерокомпозиций. Пути повышения совершенства гетерокомпозиций. Молекулярно-лучевая эпитаксия. /Лек/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.7			
4.2	Расчет скорости роста эпитаксиального слоя при молекулярно-лучевой эпитаксии /Пр/	7	3	ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.5 Л2.9		КМ4	Р3
4.3	Получение тонких плёнок методом молекулярно-лучевой эпитаксии /Лаб/	7	1	ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ8	Р7
	<b>Раздел 5. Применение тонких плёнок и эпитаксиальных слоёв</b>							
5.1	Тонкоплёночные резисторы и конденсаторы. Тонкие плёнки в интегральных схемах. Гетероструктурная наноэлектроника /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-2-31 ОПК-2-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.11			
5.2	Расчет параметров тонкоплёночного резистора /Пр/	7	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.12		КМ5	Р4
5.3	Измерение толщины плёночных покрытий с помощью интерферометра Линника. Измерение удельного сопротивления полупроводниковых и металлических плёнок четырёхзондовым методом /Лаб/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.10 Л2.13	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ9	Р8

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Вопросы к экзамену	ОПК-2-31;ОПК-2-32;ОПК-1-31;ОПК-1-32	<p>Конструктивно-технологические функции диэлектрических пленок интегральных микросхемах.</p> <p>Технология осаждения диэлектрических пленок на поверхность полупроводниковых пластин и их параметры качества.</p> <p>Методы получения диэлектрических пленок в технологии гибридных интегральных схем.</p> <p>Требования к металлическим пленкам для контактов и коммутации в интегральных микросхемах.</p> <p>Технология получения металлических пленок. Влияние технологических факторов на параметры качества пленок.</p> <p>Влияние условий получения на характеристики пористости конденсированных пленок.</p> <p>Материалы и технология получения коммутационных элементов для гибридных интегральных схем.</p> <p>Материалы и технология изготовления тонкопленочных резисторов.</p> <p>Конструктивно-технологические функции диэлектрических пленок интегральных микросхем.</p> <p>Формирование пленок SiO<sub>2</sub> термическим окислением Si.</p> <p>Влияние структуры подложки на начальные стадии роста пленок.</p> <p>Фазовая, структурная и субструктурная неравномерность в пленках.</p> <p>Формы процессов старения пленок. Физико-химические основы процессов старения.</p> <p>Классификация адгезионного взаимодействия пленок с основой.</p> <p>Термодинамический анализ процесса зарождения.</p> <p>Количественная оценка адгезионной прочности пленок</p> <p>Движущие силы процесса кристаллизации.</p> <p>Молекулярно-статистическая модель зарождения.</p> <p>Механизмы возникновения напряжений в пленках.</p> <p>Кинетическая модель зарождения.</p> <p>Формирование текстур зарождения.</p> <p>Дефекты в пленках. Механизмы образования микро- и макропор.</p> <p>Влияние структуры подложки на начальные стадии роста пленок.</p>
КМ2	Контрольные вопросы для защиты практической работы №1	ОПК-1-У2	<p>Какие материалы можно напылять методами вакуум-термическим нанесением и магнетронным распылением мишени?</p> <p>Для какого метода скорости роста пленки выше?</p>
КМ3	Контрольные вопросы для защиты практической работы №2	ОПК-1-31;ОПК-1-У2;ОПК-1-У1	<p>Дайте сравнительный анализ механизмов роста пленок.</p> <p>Какие химические реакции используются для осаждения пленок из газовой фазы?</p>
КМ4	Контрольные вопросы для защиты практической работы №3	ОПК-2-32;ОПК-1-У2;ОПК-1-32	<p>От каких параметров процесса МЛЭ зависит скорость роста эпитаксиального слоя?</p> <p>Что такое низкоразмерные кристаллы?</p>
КМ5	Контрольные вопросы для защиты практической работы №4	ОПК-1-У2;ОПК-1-У1	<p>В чем преимущества термического метода формирования пленок традиционных сверхпроводников?</p> <p>Дайте определение термину поверхностно сопротивление. В каких единицах измеряется поверхностное сопротивление?</p> <p>Какие материалы Вы знаете для применения в качестве резистивных пленок?</p>
КМ6	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №1	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1	<p>Опишите конструкцию и принцип работы ионного источника типа Кауфмана.</p> <p>С помощью каких способов нужно проводить очистку подложек?</p> <p>Каковы условия ионного распыления мишени?</p>

КМ7	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №2	ОПК-2-В1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1	Дайте сравнительный анализ рассмотренных в работе методов нанесения тонких пленок. Приведите расчетные формулы для определения скорости нанесения для каждого метода.
КМ8	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №3	ОПК-2-В2;ОПК-2-В1	Приведите формулу для расчета скорости испарения материала из эффузионной ячейки. Какие Вы знаете методы контроля толщины растущей пленки?
КМ9	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №4	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-2-В1	Опишите конструкцию и принцип работы микроинтерферометра Линника. В чем сходство и различие между методами измерения толщины пленок с помощью сканирующей зондовой микроскопии и профилометра? Опишите конструкцию и принцип измерения электросопротивления четырехзондовым методом.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Практическая работа №1 Получение плёнок при вакуум-термическом напылении и магнетронном распылении	ОПК-1-У2	Расчет скорости роста плёнок при вакуум-термическом напылении. Расчет скорости роста при магнетронном нанесении плёнки
Р2	Практическая работа №2 Технология получения эпитаксиальных слоев	ОПК-1-31;ОПК-1-У2;ОПК-1-У1	Практическая работа №2 Расчет скорости роста эпитаксиального слоя из парогазовой смеси в квазиравновесном и диффузионном режимах. Расчет скорости роста в случае транспортных химических реакций. Расчет скорости роста эпитаксиального слоя при выращивании из раствора-расплава
Р3	Практическая работа №3 Молекулярно-лучевая эпитаксия	ОПК-2-32;ОПК-1-У2;ОПК-1-32	Расчет скорости роста эпитаксиального слоя при молекулярно-лучевой эпитаксии
Р4	Практическая работа №4 Тонкопленочный резистор	ОПК-1-У2;ОПК-1-У1	Расчет параметров тонкопленочного резистора
Р5	Лабораторная работа №1 Получение пленок ионным распылением мишени с помощью источника Кауфмана	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1	Исследование распределения толщины плёнок по поверхности подложки и их структурных параметров при ионном распылении мишени с помощью источника Кауфмана
Р6	Лабораторная работа №2 Получение пленок магнетронным распылением мишени и катодным распылением мишени	ОПК-2-У1;ОПК-2-В2;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1	Исследование процесса нанесения пленок магнетронным распылением мишени и процесса нанесения плёнок методом катодного распыления

P7	Лабораторная работа №3 Получение тонких плёнок методом молекулярно-лучевой эпитаксии	ОПК-2-B2;ОПК-2-B1	Расчет параметров процесса получения тонких плёнок методом молекулярно-лучевой эпитаксии
P8	Лабораторная работа №4 Измерение толщины пленок и их удельного сопротивления	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-2-B1	Измерение толщины плёночных покрытий с помощью интерферометра Линника. Измерение удельного сопротивления полупроводниковых и металлических плёнок четырёхзондовым методом

### 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
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.: Metallurgia, 1982

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Берлин Е. В., Сейдман Л. А.	Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии: справочник	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2010
Л2.2	Соколов И. А.	Расчеты процессов полупроводниковой технологии: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1994
Л2.3	Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Крапухин В. В., Пархоменко Ю. Н.	Технология материалов микро- и нанoeлектроники	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Кожитов Лев Васильевич, Крапухин Всеволод Валерьевич, Маренкин Сергей Федорович, Тимошина Галина Георгиевна, Кожитов Лев Васильевич	Технология материалов электронной техники: Лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л2.5	Крапухин Всеволод Валерьевич, Кожитов Лев Васильевич	Технология эпитаксиальных гетерокомпозиций: Лаб. практикум для студ. спец. 200102	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.6	Кожитов Лев Васильевич, Крапухин Всеволод Валерьевич, Маренкин Сергей Федорович, Тимошина Галина Георгиевна	Технология материалов электронной техники: Лаб. практикум для студ. спец. 200, 100, 07.100, 550.700	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.7	Кузнецов Геннадий Дмитриевич	Атомно-молекулярные процессы кристаллизации: Разд.: Поверхностные явления на границе раздела фаз: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985
Л2.8	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Крапухин Всеволод Валерьевич	Получение пленок и эпитаксиальных слоев полупроводниковых материалов: Разд.: Получение текстурированных слоев: курс лекций для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1981
Л2.9	Кузнецов Геннадий Дмитриевич	Физико-химические основы процессов кристаллизации: Разд.: Механизм и кинетика роста кристаллов: Курс лекций для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1980
Л2.10	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Никоненко В. А., Полистанский Юрий Григорьевич, Сушков Валерий Петрович, Кузнецов Геннадий Дмитриевич	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
Л2.11	Крапухин Всеволод Валерьевич, Кожитов Лев Васильевич, Полистанский Юрий Григорьевич, др., Крапухин Всеволод Валерьевич	Технология многослойных структур для микроэлектроники: лаб. практикум для студ. спец. 0643 -'Технология спец. материалов электронной техники' специализация 'Материалы для микроэлектроники'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.12	Полистанский Юрий Григорьевич, Евсеев Виктор Алексеевич, Кожитов Лев Васильевич, др., Крапухин Всеволод Валерьевич	Технология полупроводниковых материалов и элементов микроэлектроники: лаб. практикум для студ. спец. 0643, 0604, 0629	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1981
Л2.13	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
-----	--------------------------

### 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