

Наименование дисциплины	Технология тонких пленок и покрытий
Цели освоения дисциплины	
изучение физических явлений, происходящих на различных этапах процесса напыления и роста пленок; существующих теорий роста тонких пленок, рассмотрению современных методов роста и контроля качества пленок, их возможностях и ограничениях; взаимосвязи физических свойств тонких пленок со структурой и дефектами.	
Место дисциплины в структуре ООП	
Дисциплина «Технология тонких пленок» относится к Блоку 1 по данному направлению подготовки и базируется на результатах изучения дисциплин естественнонаучного цикла и, в том числе математики, физики, химических дисциплин, информатики, а так же дисциплин профиля: «Материаловедение», «Физическая химия твердого тела», «Физические основы электроники».	
Основное содержание	
Модуль 1. Особенности роста тонких пленок.	
Понятия "пленка" и "тонкая пленка". Примеры свойств и возможностей применения тонких пленок. Этапы процесса осаждения пленок и их физико-химические особенности. Конденсация и образование зародышей, рост тонких пленок. Капиллярная модель зародышеобразования. Четыре стадии роста пленки. Влияние характера зарождения пленок на их структуру.	
Модуль 2. Физико-химические основы подготовки поверхности подложек.	
Подложки пленочных микросхем. Микрогеометрия поверхности подложки. Реальная поверхность. Методы подготовки поверхности. Физико-химические основы обезжиривания, травления. Плазмохимическая и ионная обработка поверхности. Вакуум-термическая подготовка поверхности. Разновидности отжига. Методы интенсификации процесса очистки подложек. Методы нагрева и охлаждения подложек, измерения температуры. Методы контроля очистки. Общие технологические условия нанесения тонких пленок.	
Модуль 3. Термическое вакуумное напыление.	
Нанесение пленок путем термического испарения в вакууме. Характеристики этапов испарения, переноса и конденсации. Влияние технологических факторов на свойства пленок. Этапы формирования потока, транспорта и осаждения. Проволочные и ленточные нагреватели. Индукционный и электроннолучевой нагрев. Термоионный режим холодной и горячей плазмы. Специфика технологии проводящих и диэлектрических пленок, защитных покрытий. Таблица режимов, материалов и скорости осаждения.	
Вакуумно-термическое испарение, оценка степени загрязнения пленок, конструкции испарителей, испарение соединений и сплавов, распределение осажденных пленок по толщине. Скорость испарения. Энергетический спектр испаренных атомов, их угловое распределение. Расчет скорости осаждения при баллистическом и диффузионном транспорте вещества от источника к подложке. Способы нагрева загрузки и конструкции испарителей. Испарение сплавов и соединений. Загрязнения в пленках и требования к вакууму.	
Лазерное испарение. Взаимодействие лазерных пучков с поверхностью материалов. Глубины проникновения, коэффициенты отражения, механизмы передачи энергии. Испарение материалов под действием лазеров. Импульсное лазерное испарение. Влияние мощности и длительности импульса.	
Модуль 4. Ионно-плазменное распыление	
Катодное вакуумное распыление. Принцип действия. Параметры катодного распыления. Физическое и реактивное катодное распыление. Влияние рабочих характеристик на параметры технологических процессов. Область применения катодного распыления.	
Ионное распыление, коэффициент распыления, скорость распыления, оценка степени загрязнения при ионном распылении, диодная система распыления на постоянном токе, высокочастотное распыление, триодная система ионного распыления, магнетронное распыление магнитных и немагнитных материалов; автоэмиссионное и ионно-кластерное распыление; реактивное распыление. Контроль процесса осаждения тонких пленок.	
Модуль 5. Методы нанесения композиционных покрытий	
Механические методы нанесения покрытий: окунание, полив, протяжка, центрифугирование, трафаретная печать, пульверизация. Электрофизические методы: электростатическое распыление,	

электрофорез.
Модуль 6. Структура и свойства тонких пленок, методы их контроля Физические свойства тонких пленок: толщина, внутренние напряжения, адгезионная прочность, электрическое сопротивление. Методы контроля: интерферометрия, эллипсометрия, микрогравиметрия, в том числе с использованием пьезокварцевых резонаторов.
Формируемые компетенции
<ul style="list-style-type: none">• способность использовать современные представления о физических и физико-химических свойствах поверхности твердого тела и методах ее исследования в профессиональной деятельности (ДПК-2).
Образовательные результаты
Знания: физико-химические основы подготовки поверхности подложек; физические основы технологий напыления тонких плёнок и методы измерения их толщины; стадии роста тонких пленок, основные типы дефектов структуры тонких пленок, взаимосвязь физических свойств тонких пленок со структурой и дефектами; области применения технологий напыления тонких плёнок; Умения: переносить полученные знания о технологии напыления тонких плёнок на смежные предметные области и к использованию этих знаний для построения междисциплинарных методических разработок; работать на высоковакуумных напылительных установках; Владение: информацией о значении тонких пленок в современной науке, технике и технологиях; методами предварительной подготовки поверхности подложек и методами контроля чистоты их поверхности; методами планирования и проведения исследований и экспериментов с использованием технологии напыления тонких плёнок; методиками работы на напылительных установках; методами контроля параметров тонких плёнок и выбора технологических режимов.
Взаимосвязь дисциплины с профессиональной деятельностью выпускника
Освоение дисциплины «Технология тонких пленок» обеспечивает решение выпускником задач будущей профессиональной деятельности в следующих областях: производственно-технологической, научно-исследовательской.
Ответственная кафедра
Кафедра технологии приборов и материалов электронной техники

Начальник УМУ _____



Н.Е. Гордина