

Наименование дисциплины	<b>Моделирование химико-технологических процессов</b>
<b>Цели освоения дисциплины</b>	
изучение современных систем математического моделирования и оптимизации технологических процессов, позволяющих глубже понимать сущность процессов, используемых в производстве изделий электронной техники, а также планирования экспериментальной работы и обработки экспериментальных данных с использованием электронно-вычислительных машин.	
<b>Место дисциплины в структуре ООП</b>	
Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 учебного плана подготовки по данному направлению. Она базируется на результатах изучения естественнонаучных дисциплин цикла и, в том числе математики, физики, информатики, а так же дисциплин профиля: «Технология тонких пленок и покрытий», «Техника высокого вакуума», «Процессы микро- и нанотехнологий», «Технология материалов электронной техники».	
<b>Основное содержание</b>	
<b>Модуль 1. Математическое моделирование. Элементы регрессионного анализа и планирования эксперимента.</b>	
Моделирование технологических процессов, основные понятия и свойства технологических систем, классификация моделей; понятие о вычислительном технологическом эксперименте, регрессионный анализ при пассивном и активном факторном эксперименте, построение регрессионных моделей; оптимизация технологических процессов. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Построение математических моделей. Алгоритмизация математических моделей. Адекватность математических моделей реальным объектам.	
<b>Модуль 2. Работа с математической системой Mathcad</b>	
Вычисление и математический анализ, форматирование объектов, графическая визуализация, символьные вычисления, функции пользователя и рекурсивные функции, модульное программирование, работа с массивами, векторами и матрицами, векторные и матричные функции, сохранение и использование данных.	
Применение численных методов. Решение линейных, нелинейных уравнений и их систем. Решение дифференциальных уравнений (задача Коши, краевая задача).	
Методы обработки экспериментальных данных. Функции сглаживания. Интерполяция (линейная, сплайновая, глобальная) и экстраполяция. Аппроксимация экспериментальных данных. Статистическая обработка данных.	
<b>Модуль 3. Теоретические основы процесса диффузии примесей. Методы моделирования процесса диффузии примесей.</b>	
Основные механизмы диффузии примесей в кристаллической решетке. Связанная диффузия. Коэффициент диффузии, зависимость от температуры и концентрации носителей. Модель связанной диффузии, основные уравнения. Граничные и начальные условия в моделировании диффузии. Моделирование кластеризации примеси. Особенности диффузии различных типов примеси. Взаимное влияние примесей в процессе диффузии. Неравновесные эффекты при диффузии, двумерное моделирование диффузионных процессов, диффузия при низкой и высокой концентрации примеси, система моделирования диффузионных процессов методом конечных элементов.	
<b>Модуль 4. Теоретические основы процесса ионной имплантации. Методы моделирования процесса ионной имплантации.</b>	
Ионная имплантация, механизмы торможения ионов. Теория Линдхарда-Шарффа-Шлотта, диффузионная модель Бирсака. Эффект каналирования. Системы координат при моделировании ионной имплантации. Моделирование ионной имплантации методом Монте-Карло. Аналитические аппроксимации распределения ионов. Функции Гаусса. Распределения Пирсона-IV. Аналитические аппроксимации распределения ионов, учитывающие эффект каналирования. Распределения постимплантационных дефектов. Особенности моделирования ионной имплантации в многослойных мишенях. Эффект распыления мишени. Имплантация и распыление; боковое уширение распределения ионов, диффузионные эффекты; отжиг имплантированных структур.	

<p><b>Модуль 5. Теоретические основы процесса окисления кремния. Методы моделирования процесса термического окисления.</b></p> <p>Термическое окисление кремния. Модель Дила-Гроува, вывод основного уравнения. Константы линейного и параболического роста. Начальный этап процесса окисления. Механизмы возникновения механических напряжений. Основные этапы численного моделирования процесса окисления. Влияние окислительной атмосферы на процесс диффузии. Моделирование диффузии в присутствии подвижных границ. Моделирование сегрегации примеси. Модель Массуда. Моделирование двумерного окисления.</p>
<p><b>Формируемые компетенции</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)</li> </ul>
<p><b>Образовательные результаты</b></p> <p><b>Знания:</b> классификацию моделей, методы их построения; математические описания процессов в технологии твердотельной электроники; основы программирования на языке высокого уровня;</p> <p><b>Умения:</b> применять полученные знания при компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе технологии изготовления изделий твердотельной электроники; разрабатывать программы управления внешними/внутренними параметрами технологического процесса, проводить анализ полученных результатов</p> <p><b>Владение:</b> методами создания алгоритмов решения прикладных задач с выбором оптимального численного метода; пакетами прикладных программ для моделирования технологических процессов; методами математической статистики с использованием пакетов прикладных программ для моделирования технологических процессов.</p>
<p><b>Взаимосвязь дисциплины с профессиональной деятельностью выпускника</b></p> <p>Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» для современных условиях инновационного развития экономики и производства позволит выпускнику применять современные материалы и технологии их получения в производстве изделий электроники и нанoeлектроники. Это позволит не только интенсифицировать производство тех или иных изделий, но и совершить скачок в технологических параметрах и качестве будущих электронных приборов.</p> <p>Освоение дисциплины обеспечивает решение выпускником задач будущей профессиональной деятельности в следующих областях: производственно-технологической, научно-исследовательской.</p>
<p><b>Ответственная кафедра</b></p> <p>Кафедра технологии приборов и материалов электронной техники</p>

Начальник УМУ \_\_\_\_\_



Н.Е. Гордина