

Лабунов В. А.

## НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПЕРЕХОДА ОТ МИКРО– К НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Индустриально развитые страны мира связывают начало XX века с построением общества, основанного на знаниях (Knowledge Based Society). В этом обществе все возрастающую роль будут играть информационные технологии. Поэтому современное общество уже названо “Информационным обществом”. Вместо терминов “Информатика” и “Информатизация” принят термин “Технологии информационного общества” (ТИО).

Технологии информационного общества развиваются исключительно высокими темпами. Революция в ТИО базируется на экспоненциальном росте технологического прогресса.

“Сердцем” ТИО является микроэлектроника (МЭ). Прогресс в ТИО был бы невозможен без успехов в развитии МЭ, которая последние 40 лет отличалась высокими темпами развития, обусловленными способностью экспоненциально сокращать минимальный размер компонентов интегральных схем.

Это развитие осуществляется согласно закону Мура, которому в 2005 г. исполнилось 40 лет и, согласно которого число компонентов на кремниевом кристалле (чипе) удваивается каждые 18 месяцев.

Прогресс в развитии МЭ привёл к переходу традиционной (кремниевой) микроэлектроники в наноэлектронику. Этот процесс развития наноэлектроники называют «сверху вниз» (top down). Отличительной чертой этого процесса является то, что повышение функциональной сложности и быстродействия систем достигается увеличением плотности размещения и уменьшением размеров компонентов на чипе, принцип действия которых не зависит от их размера (работает принцип масштабирования). При переходе к размерам элементов порядка десятков и единиц нанометров возникает качественно новая ситуация, состоящая в том, что на физические процессы в наноструктурах, а также на функционирование приборов на их основе начинают оказывать решающее влияние квантовые эффекты (размерное квантование, конфайнмент, туннелирование, интерференция электронных состояний и др.).

Кроме описанного выше пути перехода от полупроводниковой микроэлектроники к наноэлектронике «сверху вниз», параллельно осуществляется переход к этой новой области «снизу вверх» («bottom up»). Параллельно с развитием КМОП исследуются новые концепции создания приборов, на основе которых можно было бы создавать более сложные информационные и коммуникационные системы.

Прежде всего такой переход осуществляется за счет использования фундаментальных исследований в области молекулярной физики (молекулярная электроника) и биологии (биоэлектроника).

На основе этих подходов разрабатываются «прорывные» приборы и компоненты за пределами масштабируемых кремниевых приборов.

Однако основной движущей силой создания таких приборов является не увеличение степени интеграции или рабочих частот за пределами возможностей КМОП электроники, а использование различных существующих технологий для существенного увеличения функциональных возможностей кремниевых ИС при необязательной их миниатюризации до предельных размеров.

Специальные функции могут быть добавлены к КМОП платформе за счет комбинации с 0D, 1D, 2D или даже 3D наноструктурами.

0D структуры, такие как квантовые точки, могут добавить оптические функции или одноэлектронные эффекты. 1D структуры такие как нанотрубки или нанопроволоки могут предоставить активные каналы, оптические источники, оптические и электронные межсоединения для дальнейшего увеличения функциональных возможностей. 2D структуры, потенциально создаваемые самосборкой монослоев или искусственно создаваемые, например кристаллы протеина, могут действовать как селективные поверхности, а полупроводниковые и металлические наночастицы – очуствлять поверхность для света или использовать поверхностные плазмоны для переноса энергии. 3D структуры могут создавать основу клеточных культур для взаимодействия с живой материей. Сюда относятся кристаллы протеина, амин содержащие трубки и возможно сети других трубок. Растущие клетки на основе 3D платформы на кремнии создадут основу для нейро-информатики.

К молекулярным наноструктурам относится огромное количество органических материалов (около 2 млн. синтезированных материалов). Эти материалы условно можно разделить на три класса: полимеры, молекулярные ансамбли и единичные молекулы (ДНК, протеины, антитела и др.).

Биоэлектроника (БЭ) – это отрасль, зарождающаяся на объединении последних достижений микроэлектроники, микро-электро-опто-механических систем (МОЭМС) и биологии. БЭ развивается быстрыми темпами и сферы ее применения все более расширяются. Особенно эффективно ее применение в терапии и диагностике. Достижения в этих областях в конечном итоге позволят их рассматривать как единое целое с переходом к понятию «тераностика». Конечной целью БЭ является повышение эффективности диагностирования и лечения различного рода заболеваний, снижение стоимости медицинских приборов и сервиса, улучшение удобства для обслуживания больных.

**Можейко М. А.**

## **СИНЕРГЕТИКА И ПАРАДИГМАЛЬНЫЕ СДВИГИ В СОВРЕМЕННОЙ НАУЧНОЙ КАРТИНЕ МИРА**

Формирование синергетического подхода в современной науке и познании привело к серьезным парадигмальным изменениям как в естественнонаучном, так и в гуманитарном научном познании. Можно выделить четыре основные тенденции этих изменений.