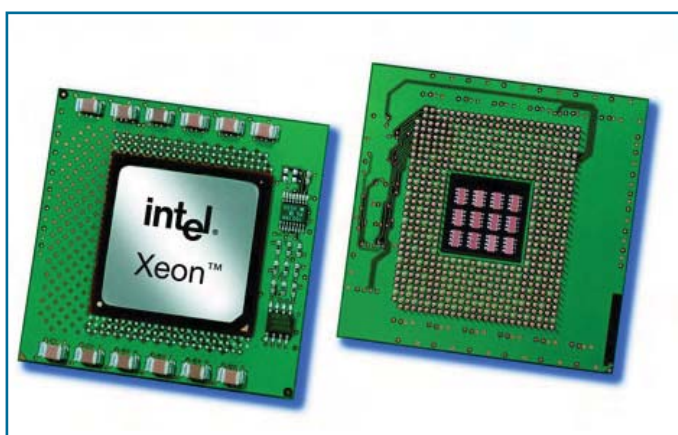


## НАНОЭЛЕКТРОНИКА (Nanoelectronics)

*«Правда невероятнее вымысла, потому что вымысел обязан держаться в рамках правдоподобия, а правда – нет».*

*Марк Твен*



Современный процессор производства компании Intel. Размер элементов транзистора в таких процессорах менее 50 нм

Во второй половине прошлого века электроника прочно вошла в нашу повседневную жизнь (мобильные телефоны, персональные компьютеры, калькуляторы, системы управления двигателем автомобиля), и теперь сложно себе представить день, прожитый без электронных устройств. И даже день отдыха на природе вдали от цивилизации многие проводят с электронным спутниковым навигатором в кармане.

Все знают, что все эти электронные устройства содержат в себе интегральные электронные схемы – чипы, которые быстро обрабатывают электрические сигналы. Но не все догадываются, что чипы в современных приборах являются продуктом **нанотехнологий**. Нанoeлектроника – это формирующаяся сегодня на основе последних достижений нанотехнологии и электроники область техники, которая занимается разработкой физических и технологических основ создания

интегральных электронных схем с характерными размерами элементов менее 100 нм. Исследования в этой области направлены на создание нового поколения быстродействующих систем обработки информации. Расчеты ученых показывают, что **транзистор** (основной компонент электронных микросхем) должен сохранять свои переключательные и усилительные способности при уменьшении его размеров вплоть до 10 нм. Ожидается, что переход этого рубежа произойдет к 2020 году. Дальнейшее уменьшение размера транзистора приведет к качественному изменению его свойств, когда главную роль будут играть так называемые **квантово-размерные эффекты**. Тогда человечество вступит в эру квантовых чипов и **квантовых компьютеров**, а основной задачей исследователей станет не уменьшение элементов существующей технологии, а разработка новых переключающих, запоминающих и усиливающих элементы для сверхбыстрых универсальных суперкомпьютеров будущего.

Собственные нанoprogramмы – программы по исследованиям в области нанoeлектроники – развивают все ведущие разработчики электроники: IBM, Hewlett-Packard, Hitachi, Agilent, Lucent, Infineon, Mitsubishi, Motorola, NEC. В 2004 году на Международной конференции по электронным устройствам в Сан-Франциско компания IBM представила новую технологию, позволяющую втрое увеличить производительность транзисторов. Ускорить работу позволил слой напряженного германия, нанесенный на затвор транзистора. Новые чипы, изготавливаемые по

32-нанометровому процессу, компания планирует выпустить к 2013 году.

Немецкие специалисты из компании Infineon Technologies на той же конференции продемонстрировали электронный чип для *устройств хранения информации* размером всего 20 нм. Аналогичные по характеристикам широко применяемые элементы записи flash-памяти имеют почти в 5 раз бóльшие размеры. Миниатюрный чип исследователям удалось создать благодаря трехмерному расположению слоев полупроводников, тогда как подобных размеров трудно добиться для традиционных «плоских» транзисторов.

Развитие нанoeлектроники сегодня идет семимильными шагами. Вот некоторые тому примеры. Специалисты Intel совместно с учеными университета Беркли продемонстрировали *одноэлектронный транзистор* на базе открытых нобелевскими лауреатами Ричардом Смолли, Робертом Карлом и Хэрольдом Крото *фуллеренов* (молекул углерода C<sub>60</sub>).

Исследователи из Калифорнийского университета в Сан-Диего и университета Клемсона изготовили транзистор на основе Y-образной *углеродной нанотрубки*, обладающий более высоким быстродействием. Если удастся разработать эффективный метод производства и контроля конфигурации целых сетей на основе нанотрубок, то тогда вполне возможно, что такая наноструктура сможет заменить чип компьютерного микропроцессора.

Нанoeлектроника сегодня – это электроника будущего: согласно *закону Мура* всего через 25–30 лет размер одного транзистора в коммерчески доступной микросхеме должен спуститься до размеров одиночной молекулы, а с другой стороны, внедрение технологии и коммерциализация производства – это достаточно долгий процесс, занимающий порой до 10–15 лет. То есть разрабатывать такие компоненты надо начинать уже сейчас! Что ж, следующий шаг за молекулярной электроникой...

#### Литература:

1. <http://www.research.ibm.com>
2. Ежовский Ю.К. Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6, № 1. С. 56–63.