

Уважаемые читатели!

Вашему вниманию предлагается последнее интервью Виталия Дмитриевича Вернера, опубликованное в журнале «Наноиндустрия» 4(58)/2015. В этом номере журнала началась публикация цикла статей, посвященных 50-летию закона Мура, где анализируются развитие электроники, проблемы масштабирования элементов ИС, рассматриваются тенденции, определяющие будущее отрасли. О том, как появилась идея этого цикла и о своем видении развития технологий рассказал один из авторов – Виталий Дмитриевич Вернер.

Электроника: от «микро» к «нано» и далее...

Виталий Дмитриевич, чем обусловлен ваш интерес к закону Мура, который и ранее неоднократно критиковался скептиками, а сегодня фактически утратил свою силу?

Заслуга Мура состоит в том, что он эмпирически установил и сформулировал закономерности в темпах развития электроники. Его роль не следует преувеличивать, но и нельзя недооценивать. Иногда говорят, что закон Мура создал электронную промышленность, хотя на самом деле все наоборот: люди, работающие в отрасли, своим трудом и энтузиазмом обеспечили ту тенденцию, которую отметил Мур. Тем не менее в течение десятилетий закон Мура играл роль лозунга развития электроники, определял цели. Причем важным фактором стал общественный резонанс – сформулированные Муром принципы были известны и понятны не только специалистам отрасли, но и широкому кругу пользователей, что дополнительно способствовало росту рынка. Не будет преувеличением сказать, что закон Мура сыграл значительную роль в формировании современного информационного общества.

Как вы считаете, основу для дальнейшего развития электроники создают в большей степени классические или новые подходы?

Применительно к развитию электроники понятие о классических принципах размыто и условно, так как уже в течение десятилетий оно базируется в том числе на квантовой физике. Я думаю, что в дальнейшем физическая основа будет расширяться, например, помимо электронно-дырочного перехода, будут все более широко использоваться туннельные эффекты и другие физические явления. Одно из многообещающих направлений – развитие оптоэлектроники с заменой электрической

передачи информации более скоростными оптическими технологиями. При создании схем памяти хорошие результаты достигнуты на базе магнитных систем или устройств, использующих фазовые превращения. Тем не менее, пока новые подходы позволяют решать лишь сравнительно узкие группы задач, универсальной же альтернативы транзистору, которая обеспечила бы большую эффективность и хранения, и обработки информации, пока не видно.

Какие возможности перед электроникой открывает развитие нанотехнологий?

Производство современных ИС уже достаточно давно вышло на наноуровень, более того, минимальные размеры элементов уже доходят до 5 нм, притом что физически возможный предел составляет около 4 нм. Расширяется применение наноматериалов как в создании активных областей приборов, так и, например, в производстве резистов. Интересные перспективы открывает применение углеродных наноматериалов, которые в некоторых направлениях обеспечивают преимущества по быстродействию, проводимости и т.д., хотя пока на практике речь идет исключительно об их встраивании в полупроводниковые приборы, а не о замене последних. Повторюсь, что реальной альтернативы транзисторам пока не создано, например перспективы вакуумной электроники на базе углеродных нанотрубок в качестве таковой, на мой взгляд, не ясны.

Можно ли, на ваш взгляд, провести границу между «традиционной» электроникой и наноэлектроникой?

С формальной точки зрения практически вся современная электроника относится к сфере нанотехнологий, так как характери-

ческие размеры элементов функциональных структур уже достаточно давно перешли условную границу 100 нм. Тем не менее по ряду признаков можно попытаться отделить классические решения, вышедшие из эпохи микромасштабов, от принципиально новых технологий. В частности, если для первых свойственно развитие «сверху вниз», то есть постепенное уменьшение размеров структур, то вторые развиваются «снизу вверх» – совершенствуются технологии сборки, роста и другие способы создания систем из наноразмерных элементов.

Насколько существенное влияние на внедрение новых технологий оказывают инфраструктурные ограничения?

Инфраструктура имеет решающее значение. В нее вложены огромные средства, поэтому ключевым вопросом при внедрении новых разработок становится их совместимость с имеющимися технологиями. Показательный пример в этом отношении – производство МЭМС. Современные темпы роста этого направления стали возможны потому, что технологии хорошо совместимы с уже имевшейся в отрасли базой. Когда начался рост спроса на датчики для различных систем автоматизированного контроля, производство МЭМС стало бурно развиваться – сейчас большинство крупных производителей электронных компонентов располагают собственными подразделениями с соответствующей специализацией. Другие быстро растущие направления: гибкая и печатная электроника, дисплеи на органических светодиодах – также характеризуются либо относительной дешевизной создания новой производственной инфраструктуры, либо полной или частичной совместимостью с традиционными технологиями.

С точки зрения организации инфраструктуры я сторонник принципов, которые использовались в советские времена. Тогда существовала система научных центров, включавших научно-исследовательский институт с собственным опытным производством и налаженную связь с массовым производством. Эта была достаточно гибкая система, которая себя оправдывала, поэтому очень жаль, что сейчас многие старые разработки в области инфраструктуры совершенно незаслуженно забыты.

Как вы оцениваете ближайшие перспективы развития электроники?

На современном этапе трудности связаны с тем, что технологические инновации, например новые способы литографии, новые пластины и т.д., приводят к существенному удорожанию всего производства. Поэтому возникает философский вопрос: насколько человечеству необходимо, чтобы развитие технологии шло темпами, которые когда-то были заданы законом Мура? Может быть, в этом нет особой нужды, если уже имеются хорошие, проверенные практикой решения? В теории создано много новых идей и направлений, но на практике большинство из них не готовы конкурировать с уже имеющимися технологиями и в лучшем случае находят применение для решения узкоспециальных задач. Например, есть эффективные идеи и красивые научные результаты в области квантовых вычислений, но работоспособного квантового компьютера пока не создано, и не очевидно, что в ближайшее время он будет востребован человечеством.

Одно из существенных изменений, произошедших в последние 10–20 лет, – выход на первые роли рынка массовой продукции, который стал главной движущей силой развития электроники. Когда-то приоритетом было создание суперкомпьютеров для решения научных задач, сейчас – мобильных устройств, которым не требуются высокие вычислительные мощности, а также реализация так называемого интернета вещей или «интернета для всего». Таким образом, актуальной задачей становится не только и не столько улучшение компонентной базы электроники, сколько освоение новых областей применения.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что для развития электроники очень важно привлекать внимание к ее проблемам, задачам, возможностям, чтобы отрасль пополнялась новыми кадрами. В этой связи сложно переоценить роль СМИ, в частности отраслевых изданий.

Спасибо за интересную беседу.

С В.Д. Вернером беседовал Д.Ю. Гудилин
26 июня 2015 г.

*Статья перепечатана с разрешения
редакции журнала «Наноиндустрия»*