



## ЧТО БУДУЩЕЕ НАМ ГОТОВИТ?

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МИРЕ И В РОССИИ

*Можно с уверенностью сказать, что основной двигатель развития радиоэлектроники – новые технологии. Многие из них позволяют оптимизировать производство, сделать его быстрее и дешевле; значительно улучшить потребительские характеристики изделий (размеры, производительность, экономичность и др.); некоторые же коренным образом меняют не только представление об электронике как таковой, но и нашу жизнь. Какие три (или больше) технологии будут определять развитие мировой радиоэлектроники в ближайшие 10 лет? Окажутся ли они востребованными в России? Если да, то каков прогноз их развития, распространения и применения в нашей стране? На эти вопросы отвечают эксперты – руководители ведущих российских предприятий радиоэлектронной промышленности.*



**Н. Дмитриев**

Директор по развитию  
бизнеса компании "Элтех"

распространяются информационные технологии, например, облачные сервисы. Сложно найти поставщика, который бы еще не вывел (или не планирует это сделать) системы управления взаимоотношений с клиентами (CRM) и планирования ресурсов предприятия (ERP) в облако.

**В** ближайшие десятилетия будут бурно развиваться нано-, био- и информационные технологии. Полупроводниковые структуры становятся сложнее и миниатюрнее, плотность хранения информации стремится к атомарной, вычислительные мощности растут. Однако переход к субмикронным размерам усложняет проектирование интегральных микросхем, поэтому существующие технологии ограничены в развитии.

Можно с уверенностью сказать, что в ближайшие 10 лет появятся технологии, которые изменят рынок микроэлектроники и, возможно, приведут к созданию совершенно новых изделий. Россия будет перенимать инновации, участвуя в этих изменениях. Уже сейчас видно, насколько быстро в России и во всем мире



**А.Ефремов**

Директор направления  
развития образования  
и прикладных  
исследований Группы  
компаний Остек

**Я** думаю, сложно выделить три ключевые технологии, которые определяют развитие радиоэлектроники в мире в ближайшие 10 лет. Пока нет технологий, способных в полной мере заменить кремневую электронику, и, соответственно, создать условия для отказа от производства радиоэлектронных изделий по существующим технологиям. Но есть две основные тенденции, которые

будут определять развитие радиоэлектроники в мире в ближайшие 10 лет:

- благодаря технологиям трехмерной интеграции и гибридных изделий продолжится уменьшение размеров и массы "традиционных" радиоэлектронных изделий при одновременном совершенствовании их функциональных возможностей. Здесь имеются в виду технологии печатных плат со встроенными активными и пассивными компонентами, системы в корпусе (SiP), системы на кристалле (SoC), технологии сборки на пластине (WLP), микроэлектромеханические системы (МЭМС), технологии низкотемпературной спекаемой керамики (LTCC) и создание гибридных гибко-жестких печатных плат (А.Нисан. Восемь тенденций, которые изменят электронику. – Поверхностный монтаж, 2011, №1);
- принципиально новые технологии, например, 3D-MID и печатная электроника, постепенно начнут не только вытеснять традиционные, но и (что самое главное) создавать абсолютно новые области применения электронных изделий. Сегодня это покажется невероятным, но в скором времени каждый из нас не сможет прожить и половины дня, не воспользовавшись продуктами этих технологий. Электроника будет управлять качеством и образом нашей жизни.

Будут ли новейшие и передовые технологии востребованы в России? Безусловно, да. Вспомните, 20 лет назад, когда весь мир применял технологию поверхностного монтажа, в России о ней практически никто не знал. Но уже к 2000 году ее освоили и стали применять повсеместно. Хотя массовое производство по технологии поверхностного монтажа на территории России в основном осуществляют иностранные компании, а отечественные производители занимают крепкие позиции на нишевых рынках и рынках производства специальной техники. Так же будут развиваться в России и новейшие, и передовые технологии.

А ответ на вопрос, будет ли Россия участвовать в разработке передовых технологий и станет ли одним из лидеров по их внедрению, лежит в области компетенций нашего государства и, в частности, в зоне ответственности Минпромторга и Минобрнауки России. Пока осознанной политики и механизмов реализации этой задачи нет.

**Е.Иванова**

-----  
 Генеральный директор  
 ООО "Синопис"

**В** нашей стране, как и во всем мире, по различным технологическим нормам выпускаются разные типы микросхем. На российском рынке востребованы в основном те из них, которые используются в нашей промышленности, в том числе специального назначения, разработанные и произведенные в России по технологиям 0,35–1 мкм. Мне кажется, этот рынок останется стабильным и в ближайшие 10 лет.

Такие же спрос и предложение есть во многих других странах. Например, европейские фабрики X-Fab и Austrian Micro получают основной доход от производства чипов по 0,6- и 0,35-мкм технологиям. Их используют, в частности, в автомобильной промышленности, которая вынуждает производителей поставлять изделия с гарантией не менее 10 лет и обеспечивать их наличие на рынке в течение этого срока (как запасных частей), в авиационной промышленности и их поставщики.

Есть, однако, и много компаний, готовых отвоевывать новые рынки с новыми технологиями. Я знаю, по меньшей мере, о трех российских компаниях, которые уже начали или планируют начать производство по технологии 28 нм, и не удивлюсь, если в будущем году их станет больше. Поэтому я все больше уверена в том, что с точки зрения разработок Россия идет в ногу с остальным миром.

Что же касается фабрик – в первую очередь необходимо довести до конца начатые 90-нм проекты в Зеленограде. К фабрике, не предлагающей полноценные услуги по производству (набор PDK и run-set для всех поставщиков САПР, IP-блоки, портированные на их технологию), будут обращаться очень мало заказчиков. Внедрение же новых процессов должно быть коммерчески обоснованным, инвестиции окупаться (а не закапываться в землю, как это часто у нас бывает). Поэтому фабрики "на любой вкус" есть далеко не в каждой стране.

В России есть область рынка, которая должна быть интересна нашим разработчикам и производителям. Не думаю, что я – ее

первооткрыватель, но пока в этом направлении не видно активных действий. Поставки в Россию некоторых импортных компонентов, например, мощных ЦАП/АЦП, ограничены. Поэтому этот рынок открыт лишь для российских разработчиков и производителей, а потребителей таких компонентов у нас очень много. Для начала его освоения нужны лишь хороший менеджер, команда разработчиков и небольшой стартовый капитал.

**Н.Королев**

-----  
 INELTEK Russia

**О**бщая тенденция на рынке электронных компонентов – повышение рабочих частот микросхем при уменьшении потребляемой мощности. Эти задачи решаются совершенствованием технологических процессов изготовления кристаллов. Сегодня уже освоены нормы 20–22 нм, ведущие мировые производители готовятся к внедрению технологий 14 нм и есть информация о 10–12-нм технологиях. Это очень дорогостоящие проекты, поэтому ими могут заниматься только крупные компании.

Интересные результаты приносят работы по получению новых материалов на основе углеродных нанотрубок. Ведутся технологические исследования по созданию микросхем памяти MRAM, объединяющих в себе энергонезависимость (преимущество флеш-памяти) и быстродействие (как у памяти DDR). Современные технологии позволяют изготавливать MRAM, но ее стоимость пока достаточно высока. Однако в течение ближайших лет все же можно ожидать прорыва и в этой области.

Бурно развивается относительно новая технология МЭМС, которая применяется в датчиках ускорения и перемещения, устройствах гальванической развязки, интегральных микрофонах и других областях микроэлектроники. Несомненно, области применения МЭМС-микросхем будут расширяться.

Сейчас почти во всех устройствах есть дисплеи. Производители стремятся сделать их

ярче, с хорошим быстродействием и при этом снизить энергопотребление. Достичь таких характеристик помогут технологии OLED для цветных дисплеев и "электронной бумаги" для энергоэффективных решений. Эти технологии уже достаточно успешны, но рынок ждет OLED-дисплеи с еще большим сроком службы и e-Ink дисплеи с более высоким быстродействием.

Развитие же беспроводной связи, в отличие от "кремниевых" технологий, зависит от государственных органов, регулирующих распределение частот. Уже есть интересные решения как для субгигагерцового диапазона, так и для более высоких частот. Осталось лишь дождаться, когда этими частотами разрешат пользоваться "в мирных целях".

В России, конечно, будут применяться все эти технологии. К сожалению, подобные исследования не финансируются в достаточной степени, поэтому ожидать отечественных новинок не стоит. Остается лишь старый путь – закупать импортные комплектующие.

**В.Макаров**

-----  
 Генеральный директор  
 NSAB

**Р**ассмотрим этот вопрос с точки зрения производителя печатных плат. Я убежден в том, что печатные платы – это ключевой элемент в производстве электроники, поскольку именно они определяют возможности применения современных микросхем высокой степени интеграции, а также конструктивные особенности изделий и их габариты. Но при этом индустрия печатных плат достаточно консервативна для применения новых технологий. Сами технологии, конечно, появляются, но спрос на них существенно отстает от предложения. Например, много лет назад, когда мы только стали предлагать нашим потребителям гибко-жесткие и HDI-платы, первой проблемой оказалась неготовность многих разработчиков их проектировать. Впоследствии эта преграда была преодолена – рынок стал более цивилизованным, повысился его технический уровень.

Появились "одержимые" молодые дизайнеры печатных плат (их, правда, пока не так много, как хотелось бы), которые следят за новейшими мировыми тенденциями и готовы применять в своих разработках все возможные типы переходов, нестандартные материалы и их комбинации и т. д.

И что же? Многие, наверное, знают, что в Советском Союзе производились уникальные системы ПВО, диктофоны и рации для спецслужб размером с пачку сигарет, но при этом обычный бытовой магнитофон или телевизор не выдерживали критики с точки зрения качества и надежности. Иногда мне приходится наблюдать ту же историю, но на современном витке развития рынка электроники. Если раньше новые технологии по каким-то причинам не передавались в серийное (массовое) производство на уровне административных решений извне, то сейчас они не внедряются в производство из-за внутрикорпоративных барьеров. Один из них – схема принятия решения, в которой основную роль играет служба снабжения. Ей, например, не нравятся "дорогие" гибко-жесткие платы – "ведь в прошлом месяце были платы в 10 раз дешевле!". Эта ситуация не типична, но встречается нередко. К счастью, у нас есть современные компании, которые создают проектные группы для оперативного внедрения новых технологий. Они могут оценивать эффективность проектов с разных точек зрения – насколько сократятся издержки монтажа, сколько можно сэкономить на разъемах, как это повысит надежность и т. д. Кстати, среди этих "и т. д." есть и вопросы, которые просто неприлично задавать некоторым компаниям. Например, "как внедрение той или иной технологии повлияет на объем выпуска ЗИПа и на стоимость гарантийного и пост-гарантийного обслуживания?". Такие вопросы иногда вызывают просто непонимание – если на этом предприятии вообще есть планирование, то только краткосрочное (это русская традиция – вяжемся в драку, а там посмотрим). Иногда доходит до абсурда: сотрудник отдела снабжения принимает решение, какое покрытие должно быть на плате – горячее лужение или иммерсионное золото. Понятно, что склоняется он в пользу более дешевого,

но может ли он оценить требования к плоскости покрытия, например, для корпусов BGA?

Вернемся к технологиям. Любые новые технологии на нашем рынке могут быть востребованы. Вопрос только в объеме их использования и эффективности. Есть как минимум один абсолютно объективный фактор, определяющий развитие современной электроники, – увеличение плотности монтажа. Это требование и потребителей, и необходимость все более плотной "упаковки" кристаллов. При этом около 50% потребляемых нашим рынком печатных плат – одно- и двухсторонние, которые никоим образом не решают указанные задачи. Поэтому, "не замахиваясь" на модные нанотехнологии, я бы предложил многим компаниям сфокусироваться на современной организации бизнес-процессов, принятии взвешенных решений, введении определенной технологической дисциплины монтажа, которая предполагает, в частности, такие элементарные вещи, как правильный выбор покрытий печатных плат.

Из всего этого можно сделать выводы (может, несколько неожиданные):

- спрос на печатные платы повышенной плотности с элементами HDI на нашем рынке будет в ближайшее время расти;
- спрос на гибко-жесткие платы будет расти умеренно, не оказывая серьезного влияния на рынок в целом;
- новые технологии, связанные со встроенными компонентами, в ближайшее время будут иметь очень ограниченное применение (единичные проекты).



**Е. Матов**

Генеральный директор  
ООО "АссемПус"

Развитие такой динамичной и инновационной индустрии, как электроника, трудно предугадать на ближайшие 10 лет. Многие технологии, которые уже давно активно применяются в других странах (PoP, CoB, Embedded PCB и т. д.),

для России определенно можно считать новыми.

Сейчас ведутся разработки технологий создания трехмерных объектов. Это касается и производства печатных плат, и элементной базы, и готовых изделий. Идея создания электронного изделия любой формы за одну технологическую операцию, скорее всего, и будет вектором развития технологий в мире на ближайшие годы.

История индустрии показывает, что все прорывные технологии становятся востребованными только тогда, когда их начинают применять массово. В противном случае их стоимость слишком высока. В России крупносерийное производство электроники пока не развилось достаточно сильно, поэтому однозначно заявить об успехе той или иной технологии невозможно. Всегда найдутся энтузиасты, готовые пробовать все новое, но они, к сожалению, не определяют ситуацию на рынке.

Многие наши клиенты стараются внедрять у себя лучшие достижения современных технологий, и мы им активно в этом помогаем знаниями, информацией и продуктами.



**П. Руднев**

Директор  
ООО "Центр АЦП"

В последнее время появилось несколько технологий, связанных с улучшенными характеристиками по объемному управлению р-р-переходом. Но в целом новые технологии не будут востребованы в России. Как я уже упоминал ранее, в России уничтожены практически все технологические кафедры в вузах, поэтому поднимать технологии некому, и, главное, незачем, так как рынка просто нет. Мы стремительно идем к тому, чтобы стать энергетическим придатком всего мира. Но при этом забываем, что Западу это не выгодно ни экономически, ни политически, а поэтому он всеми силами будет этому сопротивляться.

**Р.Хафизов**

Начальник отдела  
маркетинга  
ЗАО "ПКК "Миландр"

**В.Ануфриев**

Ведущий инженер  
ЗАО "ПКК "Миландр"

**П**о нашему мнению, в радиоэлектронике и микроэлектронике получают развитие следующие новые технологии:

- печатная электроника. С развитием современных методов печати и внедрением новых материалов (листовых и рулонных подложек, послойно наносимых схемообразующих "рисунков" из электропроводящих и изолирующих составов), с разработкой и применением отраслевых стандартов технология печатной электроники будет все шире использоваться для создания электронных приборов массового применения. Некремниевый технологический цикл печатного изготовления электроники (в сравнении с кремниевой технологией) менее материалоемок и дорог. Как следствие, при крупносерийном печатном изготовлении электрических схем "типографским способом" снижаются масса и габариты схемы, и, что чрезвычайно

важно, удельная стоимость конечного изделия;

- технология "электронной бумаги" или гибких экранов. Над разработками технологий промышленного изготовления "электронной бумаги" трудятся больше десятка известных компаний и множество мелких из разных стран мира. Считается, что производство "электронной бумаги" должно стать дешевле и проще, чем традиционная индустрия жидкокристаллических дисплеев. Сегодня лучший продукт, созданный на основе "электронной бумаги", – цифровая книга; в перспективе же "электронная бумага" будет применяться в периодических изданиях;
- солнечная энергетика;
- биоэлектронные изделия, в первую очередь – биоэлектронные протезы.

## DARPA меняет направление финансируемых работ

Поиск альтернативы GPS – одна из важных задач DARPA в связи с обостряющейся борьбой с терроризмом, сокращением военных расходов и увеличением сложности бытовой техники. Растут угрозы со стороны террористических групп и отдельных лиц, потребители получают доступ к все более сложным системам, военный бюджет США в обозримом будущем, согласно оценкам, будет сокращаться. Эти три фактора и предусматривают необходимость перехода к нешаблонному, творческому мышлению. DARPA начало активно инвестировать в идеи, меняющие "правила игры", в фундаментальные новые системные концепции и технологии.

Современная боевая техника может оказаться слишком сложной, чтобы обеспечивать преимущество перед другими системами при выполнении различных сценариев. Поэтому Управление перспективных разработок особое внимание уделяет разработке универсальных относительно недорогих систем, которые можно конфигурировать для различных приложений, для противодействия которым противнику должны потребоваться большие затраты.

Директор DARPA Агати Прабхакер предвидит создание имеющих решающее значение при ведении войн объединенных систем координированного позиционирования, навигации и хронометража (Position, Navigation, Timing, PNT), адаптивной электронной боевой техники, согласованно

работающих управляемых людьми или необслуживаемых систем, перспективных интеллектуальных систем наблюдения и рекогносцировки (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance, ISR).

Программы создания систем PNT предусматривают обеспечение возможности выполнения функций, подобных GPS, в местах, где сейчас GPS не действует: под землей или под водой. При поддержке DARPA разработаны микроPNT-технологии создания автономных инерциальных систем навигации и прецизионного наведения размером с полупроводниковую микросхему. Разрабатываются новые инерциальные измерительные приборы (IMUs) и схемы синхронизации на основе атомной интерферометрии для длительных боевых заданий, а также средства, способные реагировать на телевизионные и радиосигналы, сигналы вышек систем сотовой связи или даже на свет, излучаемый средствами освещения, для пополнения информации о местонахождении объекта. В соответствии с задачей обеспечения эксплуатационной гибкости, новая программа интеграции полно навигационной системы должна предоставить возможность быстрого конфигурирования различных типов платформ, требующих применения прогрессивных систем PNT.

Продолжатся работы по так называемой программе Plan X, которые из-за секвестра были отложены на пять месяцев. Цель программы, на

которую планируется затратить 100 млн. долл., – планирование, руководство и оценка боевых действий в киберпространстве аналогично этим операциям, проводимым для кинетического оружия. Киберпространство определяется как совокупность компьютерных сетей, работающих со многими протоколами и содержащих различные системы – от суперкомпьютеров до встраиваемых устройств. Программа потребует серьезные разработки аппаратных средств, в которых будут участвовать различные организации. Но, по утверждению Прабхакер, такая технология изменит правила игры. По окончании программы результаты, полученные научными институтами, будут переданы военно-промышленным организациям, коммерческим компаниям и квалифицированным экспертам. Правда, когда будут получены реальные результаты по этой работе, которая рассчитана на пять лет, не известно.

В изучении технологий следующего поколения в области организации сетей, электромагнитных датчиков и органов управления и средств ведения боевых действий в космосе участвуют Управления BBC, BMC и восемь руководителей программ DARPA.

Прабхакер также отметила, что DARPA выявило новые крупные проблемы и призвала исследователей готовиться к их решению.

www.eetimes.com