

## РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ В УСЛОВИЯХ РЫНКА

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА  
ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ: РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

И. В. Наливкин, главный специалист ОАО «ЭКОС», к.т.н.

В рамках анализа рынка радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) рассмотрим проблемные вопросы высокоинтегрированных изделий микроэлектроники отечественного и зарубежного производства, наиболее часто применяемых в аппаратуре техники связи, а также в системах ГЛОНАСС, цифрового телевидения (ЦТВ) и радиочастотной идентификации (РЧИ).

**Исходные данные.** Мировой рынок высокотехнологичной продукции достиг \$5 трлн., из них \$2 трлн. составил объем продаж радиоэлектронных изделий. Российский сегмент занимает на этом рынке весьма скромное место — \$45 млрд., причем доля отечественных производителей РЭА на внутреннем рынке страны — примерно 20% (объемы производства отечественной РЭА и ее экспорта за последние два года приведены в табл. 1). Отсюда следует, что на ежегодные закупки РЭА за рубежом тратится порядка 1 трлн. руб.

Таблица 1

Годы	Объем производства отечественной РЭА, млрд. руб.	Объем экспорта отечественной РЭА, млрд. руб.
2008	225	14,3
2009	231,3	13,8

**Российский производитель на рынке РЭА.** Попробуем разобраться, так ли уж плоха наша радиоэлектроника и можем ли мы в значительной степени обойтись отечественной продукцией. Вопросы схемотехнического и функционального построения РЭА, безусловно, важны, однако ее основные технические характеристики и надежность во многом зависят и от высокоинтегрированной микроэлектронной компонентной базы.

Последние годы характеризуются интенсивным развитием научно-технического и производственно-технологического потенциала предприятий, специализирующихся на разработке и создании оборудования связи. Тем не менее отечественный рынок заполнен в основном импортным оборудованием. Причины общеизвестны: упорно процветает стереотип, что наша продукция хуже. Объективно это имело место в течение длительного перестроечного периода, чему способствовала устаревшая производственно-технологическая база, недостаточный уровень электронной компонентной базы (ЭКБ) и др.

Ориентация за прошедший период на импортную высокоинтегрированную ЭКБ с технологическим уровнем 0,25—0,045 мкм уже позволила достигнуть требуемого уровня качества и надежности оборудования. Однако внутренний потребительский рынок за это время оказался практически сформированным за счет поставок импортного радиоэлектронного оборудования. Успех его вытеснения с российского рынка в настоящее время будет определяться не только стабильным спросом на отечественную продук-

цию, но и сформированным механизмом предпочтений тем организациям и предприятиям, которые ее приобретают.

Изделия российских предприятий уже начали выходить на мировой рынок, они пользуются спросом в странах бывшего Союза и в таких индустриально развитых государствах, как Швейцария, Германия, Великобритания, Австрия, Италия, Норвегия и др. Некоторые образцы измерительной техники не уступают по своим параметрам зарубежным аналогам, что признается потребителями. Прочно удерживает свою нишу мирового рынка линейка тренажерных систем «Транзас». Приоритет программного продукта Spirit Telesom для оборудования российской навигационной системы ГЛОНАСС признан ведущими мировыми компаниями. Действующая сеть ТВ-вещания более чем на 80% построена на отечественном оборудовании. Примерно 75% цветных телевизоров, продаваемых на внутреннем рынке, собираются на территории страны. Есть и другие примеры. Однако нельзя не признать, что законы рыночных отношений достаточно жесткие, и отечественные предприятия до сих пор вынуждены представлять свою продукцию на внешнем рынке под брендами известных мировых компаний [1].

В структуре потребления высокоинтегрированной ЭКБ (табл. 2) доминируют телекоммуникационная аппаратура и оборудование систем ЦТВ [2].

Таблица 2

Потребители высокоинтегрированной ЭКБ	Распределение применяемости микроэлектроники в РЭА, %
Телекоммуникационные системы	54
Оборудование ЦТВ	32
Автоэлектроника	4
Аппаратура ГЛОНАСС	1
Средства систем РЧИ	1
Прочие системы	8

**Рынок ЭКБ-2009.** Для установления реального уровня и номенклатуры применяемой высокоинтегрированной ЭКБ в оборудовании техники связи и ЦТВ, аппаратуре ГЛОНАСС и системах радиочастотной идентификации была проанализирована информация, полученная от 174 организаций [3], занимающихся разработкой и производством такой продукции. Исследование показало, что в процентном отношении номенклатура применяемой на данных предприятиях отечественной ЭКБ не превышает, за небольшим исключением, 5—10%. Используя при создании перспективных систем отечественную высокоинтегрированную ЭКБ, производители ориентируются в основном на разработки НТЦ «Модуль», НПЦ «Элвис», НИИЭТ, ПКК «Миландр», НИИМА «Прогресс» и КБ «НАВИС», НИИМЭ и завод «Микро», «Ангстрем» и др.

Результаты статистической обработки информации о применяемой высокоинтегрированной ЭКБ (табл. 3) показывают, что предприятия-разработчики ориентированы на современную импортную ЭКБ с технологическим уровнем производства от 0,25 до 0,045 мкм.

Более подробная информация по каждому типу применяемой ЭКБ приведена в табл. 4. Что касается БИС средней степени интеграции, то разработчики аппаратуры техники связи применяют множество микросхем с технологическим уровнем производства не выше 0,35 мкм: интерфейсы, мультиплексоры, декодеры, модуляторы, драйверы, конверторы, усилители, стабилизаторы и др.

#### Перспективы отечественной микроэлектроники.

Из табл. 3 и 4 можно предположить, что наличие отечественного полупроводникового производства уровня хотя бы 0,09 мкм позволит достигнуть 80 %-ного уровня применяемой номенклатуры отечественной ЭКБ в рассматриваемой аппаратуре. Однако нельзя забывать, что существуют типы СБИС, от которых действительно зависят технические характеристики радиоэлектронного оборудования: микропроцессоры, микроконтроллеры и процессоры цифровой обработки сигналов. Эти программируемые приборы, собственно, и определяют интеллект аппаратных систем и безопасность оборонной продукции.

Созданием этой важнейшей номенклатуры СБИС сейчас занимаются отечественные центры проектирования — их в стране уже около полусотни. Проектирование осуществляется под технологический уровень 0,18—0,09 мкм. Изготовление СБИС организовано на производственной базе зарубежных компаний, причем отечественные разработчики СБИС и «систем на кристалле» (СНК) в основном ориентируются на полупроводниковые производства ФРГ, Японии, Тайваня, Сингапура, Малайзии и Южной Кореи.

Отечественные центры проектирования накопили определенный опыт работы и практически могли бы освоить САПР для проектирования СБИС с технологическим уровнем 45—60 нм, однако их приобретение связано со значительными финансовыми затратами, которых у проектировочных фирм нет (и в ближайшие годы не будет). Решить эту проблему без бюджетных инвестиций не получится.

Возможность разработки отечественных САПР такого уровня вызывает большие сомнения. А организация производства отечественных разработок СБИС с помощью отечественных САПР на зарубежных производствах требует безусловного согласования между собой всех опций САПР разработчика и производителя СБИС. Зарубежные САПР Cadence и Synopsys обеспечивают такое взаимное согласование, даже при раздельном приобретении опций. Освоение же новых САПР, если их удастся приобрести, потребует непродолжительного времени.

Не представляется реальным в ближайшее время и создание отечественного микроэлектронного производства уровня 45—60 нм. Ведь в кооперации по разработке и освоению 32-нм технологии за рубежом участвуют ведущие мировые компании — Philips, Samsung, Panasonic, Infineon, Intel, STMicroelectronics, Texas Instruments, Micron, IMEC и TSMC [4], потому что создание столь высокотехнологичного производства одной, даже самой передовой, микроэлектронной фирмой уже оказывается затруднительным.

#### Наноминиатюризация: шанс есть, но надо торопиться.

Обеспечение технических характеристик перспективной аппаратуры зависит не только от технологического уровня применяемых СБИС, но и от заложенных конструктором аппаратурных алгоритмов обработки информации. При использовании унифицированной высокоинтегрированной ЭКБ всегда есть определенный элемент неиспользуемой из-

Таблица 3

Тип ЭКБ	Зарубежные производители ЭКБ; уровень технологии	Отечественные разработчики ЭКБ; уровень технологии	Распределение применяемости отечественной и импортной ЭКБ в обследованной РЭА, %
Микропроцессоры	Analog Devices, Texas Instruments, Intel, AMD; 45—180 нм	НТЦ «Модуль», НПЦ «Элвис», НИИЭТ, ПКК «Миландр», НИИСИ РАН, МЦСТ, «Ангстрем»; 0,09—0,18 мкм	3,6
Микроконтроллеры	Microchip, Atmel, Texas Instruments, Infineon Technologies; 0,13—0,18 мкм	ПКК «Миландр», НИИЭТ, «Ангстрем», НПЦ «Элвис», МЦСТ, НИИСИ РАН; 0,18—0,25 мкм	3,7
АЦП, ЦАП	Analog Devices; 65—90 нм	НТЦ «Модуль», СКТБ ЭС, НПЦ «Элвис», НИИЭТ; 0,09—0,3 мкм	3,0
Флеш, ПЛИС	Xilinx, Altera, Actel; 0,09—0,13 мкм	ПКК «Миландр», КТЦ «Электроника»; 0,18—0,3 мкм	4,8
Память	Xilinx, AMD, Atmel, Cypress, Micron, Samsung; 45—60 нм	НИИСИ РАН, «Ангстрем», НПО «Интеграл», ПКК «Миландр»; 0,18—0,5 мкм	5,5
Мультиплексоры, ин- терфейсы, драйверы, компараторы, кодеры/ декодеры	Analog Devices, Maxim, Infineon, Motorola, National Semiconductors, Texas Instruments; 0,25—0,35 мкм	НИИМЭ и «Микрон», ПКК «Миландр», НПП «Пульсар», НПЦ «Элвис»; 0,5—1,5 мкм	5,8
Прочие элементы ЭКБ	Analog Devices, Maxim, Infineon, Motorola, National Semiconductors, Texas Instruments; 0,35—0,5 мкм	ОКБ «Планета», НПП «Восток», НИИПП, НЗПП с ОКБ; 0,5—1,5 мкм	70

Таблица 4

Тип ЭКБ	Технологический уровень применяемых импортных микросхем; разрядность приборов	Доля применяемых импортных микросхем, %
Процессоры цифровой обработки сигналов	0,18 мкм	76
	90—130 нм	20
	45—60 нм	4
Микроконтроллеры*	8-разрядные	58
	12-разрядные	2
	16-разрядные	24
	32-разрядные	16
АЦП, ЦАП*	8-разрядные	6
	10-разрядные	14
	12-разрядные	40
	14-разрядные	14
ПЛИС**	16-разрядные	26
	0,13 мкм	80
	90 нм	20
Флеш***	0,13 мкм	85
	90 нм	15
Микросхемы памяти (перепрограммируемая, статическая и динамическая, сегнетоэлектрическая)****	45—60 нм	13

\* Технологический уровень производства порядка 60% применяемых приборов — до 90 нм, порядка 40% — 60 нм.  
\*\* Конфигурация ПЛИС достаточно широкая. Количество вентилях — от 8 тыс. до 4 млн., логических ячеек — от 900 до 400 тыс., макроячеек — от 100 до 5 тыс.  
\*\*\* Объем памяти флеш — от 1 Мбайт до 10 Гбайт при быстродействии 60—100 нс и 8,2 Гбайт при быстродействии до 25 нс.  
\*\*\*\* Объем применяемой памяти — от 256 кбайт до 1 Гбайт, быстродействие — от 10 до 100 нс.

быточности, иногда довольно весомый. Создание полужаказных СБИС под конкретные виды оборудования техники связи позволяет обеспечить требуемые характеристики радиоэлектронной аппаратуры на СБИС с меньшим технологическим уровнем их производства.

В последние годы растет интерес, со стороны как разработчиков аппаратуры, так и производителей полупроводников, к модному термину «система на кристалле» (СнК). Период разработки и организации производства СнК — год-полтора [5], на проектирование уходит до полугода. Обеспечить столь сжатые сроки можно только при условии значительного задела — за рубежом он существует в формате магазина разработанных ранее сложно-функциональных (СФ) блоков. Как показывает японский опыт, до 90% внутренней структуры СнК конфигурируется за счет приобретения СФ-блоков и всего 10% проектировочная фирма разрабатывает самостоятельно. В основном это блоки с жесткой или гибкой программируемой логикой под конкретную аппаратуру. Разработка и организация выпуска СнК рентабельна только при больших объемах производства, в противном случае заказчик вынужден брать на себя вопросы дотации процессов разработки и производства.

Серьезные проблемы создания СнК двойного применения при ограниченном объеме их использования имеют место и за рубежом. В связи с этим одним из перспективных направлений интеграции ЭКБ за рубежом считается технология создания «систем на плате» (СнП) и «систем в корпусе» (СвК) [6]. В отличие от СнК системы на плате и в корпусе формируются по требованиям заказчика

из нескольких СБИС в бескорпусном или корпусном варианте. Микросхемы монтируются, как правило, на многослойную или керамическую плату с дальнейшим оформлением в виде законченного модуля под аппаратуру заказчика или путем корпусирования полученной гибридной сборки. Функционально СнП и СвК решают те же задачи, что и СнК, но выполнены в виде гибридной сборки на СБИС более низкого технологического уровня. Кроме того, процесс изготовления СнП и СвК не требует дорогостоящего специального оборудования и может быть организован на базе фирмы, являющейся системным интегратором по определенному виду техники. Работа выполняется по требованиям заказчика и осуществляется в кооперации с предприятиями-производителями СБИС, печатных плат и корпусов.

Предлагаемая технология уже получила начальное развитие в отечественных центрах проектирования (НТЦ «Модуль», КБ «НАВИС», НПП «Цифровые решения», НИИМА «Прогресс», НПЦ «Элвис» и др.), которые активно сотрудничают с разработчиками аппаратуры, принимая непосредственное участие в создании перспективной радиоэлектронной техники. Это позволит **компенсировать отсутствие в стране в ближайшем будущем производства СБИС с технологическим уровнем 45—60 нм**. Однако нельзя забывать, что такое (реальное) решение проблемы в сложившейся ситуации будет эффективно на непродолжительном временном отрезке. Зарубежные полупроводниковые компании Intel, IBM, Samsung, Toshiba и другие объединяются в своем желании организовать производство высоко-

интегрированных СБИС уже уровня 32—22 нм [7]. Чтобы компенсировать отсутствие производства такого технологического уровня, потребуются уже обязательное создание в России в ближайшем будущем производства с технологическим уровнем в 45—60 нм.

А между тем не за горами следующий этап наноминиатюризации. Samsung заявила о переводе производства чипов на технологию сверхглубокого ультрафиолета (Extreme UltraViolet — EUV). Дальнейшее развитие EUV-литографии, по мнению зарубежных экспертов, позволит в будущем выпускать чипы по 5-нм техпроцессу [8]. Мы должны готовиться к этому уже сегодня, но еще важнее для такой страны, как Россия, принять в этом участие.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по НИР «Потенциал»/НТЦ «Промтехазро». — М., 2009.
2. Российский рынок микроэлектроники. Перспективы развития: докл. на конф. газеты «Ведомости» зам. министра Минпромторговли РФ Ю. И. Борисова. — М., 2010.
3. Отчет по НИР «Рынок-ЭКБ-2009»/НИИ «ЭКОС». — М., 2009.
4. Техническое перевооружение микроэлектронных производств. Проблемы, задачи, методы решения: докл. генерального директора ГНПО «Планар» С. Б. Школыка//Сб. матер. науч.-техн. конф. «Радиоэлектронный комплекс — экономика России». — Ростов-на-Дону, 2006.
5. Развитие сети центров проектирования специализированных микросхем: докл. директора НИИМА «Прогресс» В. Г. Немудрова на совещ. руководящего состава предприятий разработчиков, изготовителей и потребителей ЭКБ. — М., 2009.
6. **Валиева С. Н.** Кристалл-на-плате — новая эра сборочной технологии//Технология в электронике. — 2005. — № 6.
7. **Исаев И., Суетин Н.** Тенденции полупроводниковой индустрии и развитие Intel в России: докл. на конф. «Российский рынок микроэлектроники. Перспективы развития». — М., 2010.
8. **Гаранжа А.** Samsung на пути к 5-нм техпроцессу//3DNews, 2010.

Получено 07.04.10

## А. И. КОМАРИЦКИЙ: «ПОДДЕРЖКА ГОСУДАРСТВА МОЖЕТ И ДОЛЖНА БЫТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ»

Обосновывая это общее мнение участников ИКТ-рынка, генеральный директор ООО «Истар» А. И. Комарицкий обращается к истокам отрасли, рассуждает о том, каким должно быть партнерство государства и частного бизнеса в интересах модернизации экономики, высказывается за либерализацию регулирования.

— Александр Иванович, насколько уверенно чувствует себя ваша компания в статусе отечественного производителя?

— Дело в том, что статус-то государством не определен! В начале этого года Минкомсвязи готовило проект постановления Правительства РФ «О приоритетном использовании оборудования отечественного производства», в котором должно быть определение, что такое «отечественный производитель». Но оно так и не было принято.

А чувствуем мы себя уверенно и ответственно, потому что на сегодняшний день «Истар», единственная из российских компаний, поставяет собственное, разработанное с нуля оборудование спутниковой связи, превосходящее по своим характеристикам и потребительским качествам зарубежные аналоги.

— Есть ли у отечественного производителя конкурентные преимущества? Каковы они?

— Разумеется, есть, и это не только цена, хотя цена — это наше несомненное конкурентное преимущество. В первую очередь я бы выделил техническую поддержку на уровне разработчиков, т. е. возможность не просто давать консультации по использованию нашего оборудования и ПО, по системе управления и другим вопросам, но и по заказу клиента изменить или дополнить функциональные возможности оборудования и ПО.

— В чем, по-вашему, заключаются механизмы стимулирования спроса на новую наукоемкую продукцию в России? Назовите, пожалуйста, наиболее эффективные, с вашей точ-

ки зрения, меры для повышения конкурентоспособности отечественных продуктов.

— Спрос и так огромен. Проблема как раз в том, что он удовлетворяется, в первую очередь, за счет импорта, потому что большинство организаций промышленности, в том числе относящихся к высокотехнологичным комплексам, предпочитают заниматься так называемыми продуктовыми инновациями, т. е. закупкой готового импортного оборудования, используя НИОКР главным образом в отношении действующего (за рубежом) производства. В результате в общем случае получается «отверточное» производство на территории России — оно и объявляется высокотехнологичным российским продуктом. Доля исследований и новых разработок в затратах на технологичные инновации в нашей промышленности составляет менее 10%, тогда как в большинстве государств Европейского союза — от 40 до 75%.

А меры нужны простые и эффективные, которые действуют в странах, добившихся неоспоримых успехов в разработке новых технологий. «Там» государство предоставляет гранты, налоговые каникулы на весь этап разработки, компенсирует часть затрат на эксперименты, персонал, аренду производственных помещений и офисов. В свою очередь, компания должна гарантировать, что разрабатываемая технология будет выведена на рынок в течение определенного срока, а также оставаться отечественной в течение нескольких лет. Это и есть нормальное партнерство государства и частного бизнеса, направленное на модернизацию экономики.

— Насколько эффективной может оказаться поддержка отечественного производителя со стороны государства в России? Какие конкретные шаги в этом направлении уже предприняты и почувствовала ли эту поддержку ваша компания?

— Для современной структуры высокотехнологичных сфер промышленности России характерны диспропорции, слабая развитость или полное отсутствие многих элементов. Особенно это касается области связи, где самообеспеченность