

К. ф.-м. н. В. Л. ПЕРЕВЕРТАЙЛО

Украина, г. Киев, НИИ микроприборов  
E-mail: detector@carrier.kiev.ua; perevertaylo@imd.org.ua

Дата поступления в редакцию  
04.04 2007 г.

## ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В УКРАИНЕ

*Дан анализ состояния микроэлектронной отрасли в странах СНГ и в Украине. Сформулированы предложения по формированию национальной программы развития микроэлектроники.*

Сегодня экономика развитых стран мира базируется на высокотехнологичных технологиях и отраслях промышленности, среди которых ведущее место занимает электронная промышленность и, в первую очередь, микроэлектроника и оптоэлектроника. Изделия и уровень технологий этих направлений определяют технический уровень промышленной и бытовой продукции и ее конкурентоспособность, обеспечивают процесс электронизации и информатизации общества, что является основой инновационной экономики и экономики знаний.

Следует также отметить, что развитие микроэлектроники происходит с ускорением во времени, с нарастанием сложности интегральных схем и электронных систем и имеет глобальный характер — в том смысле, что влияет на все сферы деятельности человека и общества. Современные информационные системы на 70% своей стоимости базируются на изделиях микроэлектроники, в частности, средства связи — на 60%. Стоимость такого изделия как гражданский самолет на 50% состоит из стоимости электронного оснащения, а военный — на 70%.

Каждый вложенный в микроэлектронику доллар приносит 20 долларов прибыли и создает в три раза больше рабочих мест, чем другие области промышленности. В таких странах, как Корея, Китай, Индия, страны Юго-Восточной Азии, развитие отечественной электронной промышленности рассматривается в качестве наиболее эффективного способа подъема всей промышленности и вхождения в мировой рынок.

В военной сфере высокоточные системы электронного наведения и средства доставки с воздуха принципиально изменили стратегию и тактику военных действий, что ярко продемонстрировано в войнах последнего десятилетия. Противостоять агрессору в таких условиях могут лишь считанные страны, обладающие столь же совершенным оружием, основой которого являются электронные системы. Более того, для обеспечения безопасности эти системы вооружений должны базироваться на электронной компонентной базе отечественной разработки, т. к. информационная безопасность предполагает отсутствие в

каких-либо составных частях систем вооружения так называемых «закладок» для несанкционированных действий, каковые могут иметь место при использовании импортных изделий. Кроме того, для электронной аппаратуры систем вооружения необходима элементная база с особо высокой специальной стойкостью, которая, как правило, не поставляется зарубежными производителями.

Таким образом, электроника является ключевым моментом системы национальной безопасности и обеспечения стратегических и текущих экономических интересов государства.

Исторически в Украине был сосредоточен значительный научно-технический потенциал и промышленные мощности в области электронного приборостроения, разработки и выпуска микроэлектронных компонентов. Около десяти предприятий с кристалльным производством прекратили работу — большинство из них приватизированы и перепрофилированы, некоторые практически разрушены. В крупнейшем центре по разработке интегральных схем — НИИ микроприборов численность разработчиков сократилась почти в 10 раз, а кристалльное производство законсервировано. Таким образом, за последние 10—12 лет оставшийся от бывшего СССР потенциал практически утрачен. Объемы продукции приборостроения не отвечают потребностям рынка. Производство микроэлектронных компонентов в объемах, необходимых для Украины, не обеспечивается, за исключением некоторых изделий [1].

Как следствие, рынок Украины насыщен электронными компонентами производства стран дальнего зарубежья, что поставило Украину в полную зависимость от зарубежных поставщиков. В силу вышесказанного такое положение вряд ли можно считать допустимым.

Если сравнивать состояние микроэлектроники в странах СНГ, то следует сказать, что и там прошли аналогичные процессы. В России рынок электронных изделий также насыщен и импортными комплектующими, и импортной готовой аппаратурой, а отечественные изделия либо вытеснены из-за неконкурентоспособности по различным показателям, либо вовсе не выпускаются. Однако несмотря на потерю внутреннего рынка крупнейшие электронные предприятия России «Ангстрем» и «Микрон» (г. Москва, Зеленоградский округ) экспортируют кремниевые чипы зарубежным потребителям, поддерживая в рабочем состоянии свои кристалльные производства. Ясно, что эти производства будут легко развернуты в

сторону внутреннего рынка, как только он востребует их продукцию, в том числе и военного назначения. Одновременно наблюдается существенный сдвиг в переоснащении технологической базы микроэлектроники за счет государственных капиталовложений и инвестиций с целью достижения современного мирового уровня технологии, который в настоящее время уже перешел отметку 0,18 мкм.

Следует отметить, что в России в последние годы наблюдалось чрезвычайно активное обсуждение проблемы развития высоких технологий. Например, в 2004 г. вышел выпуск “Экономической газеты”, специально посвященный развитию микроэлектроники, в котором, что называется, “всем миром” ведущие ученые отрасли, менеджеры и государственные чиновники самого высокого ранга обсуждали эту проблему. Все однозначно высказались за необходимость приоритетного развития электронной техники и микроэлектроники [2]. Высокую активность и понимание своей роли проявило руководство управления радиоэлектронной промышленности и систем управления Федерального агентства по промышленности, что видно из ряда публикаций начальника управления Ю. И. Борисова, в результате чего в 2006 г. этим управлением была представлена Совету безопасности РФ концепция и стратегия развития электроники России [3—5]. Успешным завершением этих событий можно считать выделение бюджетных средств в размере 58 млрд. руб. на финансирование программы развития электронной компонентной базы на 2007—2011 гг.

В Белоруссии кристалльные производства также не прекращали свою работу и поставляют продукцию за рубеж. По данным, приведенным в [6], удельный вес продукции наукоемкого сектора в общем ее объеме в стране должен был составить в 2006 г. 15,6%. Одну из первых позиций в этой сфере занимает НПО “Интеграл” — самая большая в Восточной Европе корпорация по производству микроэлектронных компонентов, которая объединяет шесть заводов (в Минске, Бресте и Пинске) и четыре конструкторских бюро. Объединение также выпускает медицинскую аппаратуру, средства для телекоммуникации, телефоны, часы, оборудование для банков и предприятий торговли и др.

За счет модернизации технологической базы НПО “Интеграл” в последние годы довел уровень технологии до 0,8 мкм, а осуществление планов на ближайшие годы позволит достичь уровня 0,5 мкм, а затем и 0,35 мкм.

**В** России в какой-то мере сохранен государственный контроль над предприятиями электронной промышленности. Например, в крупнейшем холдинге «Российская электроника», включающем 32 предприятия, контрольный пакет акций принадлежит государству, которое даже получает дивиденды. Поэтому когда продаются активы холдинга, то средства направляются на создание внутреннего инвестиционного фонда, необходимого для реализации корпоративных программ развития. Фонд суммой в сотни миллионов долларов помогает холдингу решить немало проблем, в том числе и проблемы обновления устаревшей технологической базы, постановки новых технологий и изделий. Украина же потеряла возможность поддерживать свою электронику подобным образом после того, как допустила приватизацию

стратегических предприятий отрасли. Ни государство, ни отрасль от этой приватизации ничего не получили, наоборот, потеряли активы, «продав» или «передав» их в частные руки за бесценок.

В Украине с целью государственной поддержки микроэлектронной отрасли в период с 1999 по 2005 гг. был разработан ряд научно-технических программ [7—9]. Так, в ГНТП “Развитие конкурентоспособных направлений микроэлектроники в Украине” [7] было представлено 75 научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по таким направлениям как новые материалы, функциональная микроэлектроника, энергетическая микроэлектроника, сенсорная электроника, технологическое оборудование для микроэлектроники, интегральные схемы и полупроводниковые устройства и др. Однако недостаток финансирования (≈30% от запланированного объема) привел к тому, что ряд работ утратили свою актуальность, намеченного улучшения состояния технологической базы не произошло, а разработки ИС остались на уровне 1,5—2-микронной технологии. В 2006 г. программа была пересмотрена, дополнена новыми работами, а часть работ микроэлектронной тематики была передана в другую ГНТП — “Развитие высоких наукоемких технологий” [8], однако общим слабым местом этих программ стало недостаточное финансирование.

В Украине традиционно имела хорошие позиции СВЧ-электроника, и положительным событием стало то, что для стабилизации этого направления была сформирована и принята ГНТП “Развитие техники и технологий СВЧ на 2005—2009 годы в Украине” [9]. Но СВЧ-электроника является очень узким специализированным сектором электроники со своими специфическими технологиями (например GaAs-технология), т. е. она не базируется на традиционной для микроэлектроники кремниевой технологии. Заметим, кстати, что в последние годы в традиционной кремниевой технологии интенсивно развивается технология интегральных схем на основе Si-Ge, которая уже перекрывает часть диапазона частот СВЧ-электроники, конкурируя с ней. К сожалению, данная технология не представлена в упомянутой программе.

В программе “Развитие микро- и оптоэлектронных технологий в Украине на 2005—2007 годы” собственно микроэлектроника и кремниевая технология составляют небольшую часть. Основной идеей этой программы является реализация нескольких «прорывных» технологий, по которым мы имеем наиболее серьезный задел на уровне лучших мировых достижений и которые могут дать быструю отдачу в виде конечных наукоемких изделий высокого уровня, пользующихся спросом на рынке. Такими приоритетными направлениями были выбраны следующие:

— разработка и создание микро-, оптоэлектронных компонентов и приборов для сферы здравоохранения, мониторинга окружающей среды, военной техники, предотвращения терроризма (формирователи изображения для томографов нового поколения, приборы дозового контроля для всех видов ионизирующих излучений и ультрафиолетового излучения, детекторы для инспекционных рентгеновских сканеров, приборы для обнаружения радиоактивных материалов, другое);

— разработка и создание изделий инфракрасной микрофотоэлектроники (ИК-фотоприемники и матрицы для тепловизоров и приборов ночного видения);

— разработка и производство высокоэффективных полупроводниковых источников света (полупроводниковые светодиодные структуры, в том числе сверхяркие светодиоды для замены ламп освещения, светодиодные матрицы, светофоры, другие светоизлучающие приборы);

— развитие конкурентоспособных направлений твердотельной СВЧ-электроники миллиметрового диапазона длин волн (компоненты для радиолокационных систем различного применения, радиорелейных линий связи диапазона миллиметровых волн коммерческого назначения, других систем и приборов).

Таким образом, упомянутая программа нацелена на быструю реализацию существующего задела в виде ряда электронных приборов и аппаратуры. Однако объемы и сроки финансирования отстают от запланированных, и, соответственно, результаты ожидаются не в полном объеме.

Отсутствие признания лидирующей роли микроэлектроники в инновационном развитии Украины видно также на примере Государственной программы прогнозирования научно-технологического и инновационного развития Украины на 2004—2006 гг. Здесь также нет выделенного раздела «Микроэлектронные технологии», а есть только небольшие фрагменты в двух направлениях.

Как видно из сказанного выше, государственные научно-технические программы Украины содержат лишь отдельные фрагменты, касающиеся микроэлектроники и ее основы — кремниевой технологии, с небольшим объемом финансирования. То есть нет какой-либо цельной программы восстановления и развития микроэлектроники в стране. А такая программа необходима. Национальная программа развития микроэлектроники и ее технологий, которая выделила бы эту отрасль как приоритетную. Такая программа может быть разработана по инициативе Национальной Академии наук, Министерства образования и науки и Министерства промышленной политики Украины, получить статус государственной научно-технической программы с незамедлительным принятием к реализации, пока еще есть кадры и научно-технический задел.

Чтобы не потерять то, что осталось, и привлечь все имеющиеся в Украине ресурсы, программа должна быть координирующей и объединяющей потенциал академических институтов, вузов и промышленности. По идеологии программа должна выразить конкретные государственные интересы Украины на внешнем и внутреннем рынке, в ней должен быть заложен механизм государственного финансирования НИОКР в области электронной компонентной базы.

Основными разделами такой программы может стать решение следующих задач:

1. Разработка и освоение производства специальной электроники для оборонной промышленности.

2. Электроника для интеллектуализации изделий машиностроения, приборостроения, транспорта и других отраслей экономики Украины.

3. Микросхемы для телекоммуникационных применений, связи, телевидения.

4. Элементная база вычислительной техники.

5. Создание сенсоров и мультисенсорных систем, интегрированных с аналоговыми и цифровыми схемами обработки сигналов и микроэлектронными механическими системами (МЭМС).

6. Схемы памяти и чипы для электронных интеллектуальных карт различного назначения, в том числе и чипы для электронизации документов и электронного паспорта гражданина.

7. Электроника для бытовой техники.

8. Интегральные схемы и изделия для реализации энергосберегающих устройств и технологий.

9. Разработка и производство альтернативных высокоэффективных источников энергии (солнечных батарей и других).

10. Восстановление технологической базы микроэлектроники.

11. Развитие нанoeлектронных технологий и технологий оптоэлектроники.

12. Производство материалов электронной техники (в первую очередь кремния).

13. Развитие электронного приборостроения и изделий на основе микроэлектронных компонентов (в том числе — и в первую очередь — отечественного производства).

14. Создание национальной инфраструктуры отрасли для осуществления подготовки кадров, обеспечения разработки и выпуска изделий электронной техники.

\*\*\*

Таким образом, выходом из сложившейся ситуации может стать объединение усилий НАНУ (Президиума НАНУ), Минобразования и науки и Минпромполитики Украины по формированию и последующему утверждению национальной программы развития микроэлектроники, которая выделила бы эту наукоемкую отрасль как приоритетную для обеспечения стратегических и экономических интересов государства.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ткаченко В., Рысин В. Операционные усилители украинского производства // Chip News.— 2004.— № 6.— С. 44—48.

2. Экономическая газета.— Июнь 2004.— № 12.— С. 1—8.

3. Борисов Ю. И. О стратегии развития электронной промышленности // Электронная промышленность.— 2006.— № 4.— С. 4—16.

4. Концепция и стратегия развития электроники России. Круглый стол, приуроченный к 10-летию журнала "Электроника: Наука. Технология. Бизнес" // Электроника: НТБ.— 2006.— № 3.— С. 4—17.

5. Борисов Ю. И. Радиоэлектронный комплекс — экономике России // Электроника: НТБ.— 2006.— № 7.— С. 104—110.

6. Денисюк В. А. Инновационная деятельность в Республике Беларусь: экономические показатели, направления активизации // Проблемы науки.— 2006.— № 9.— С. 34—37.

7. Падалко В. Г., Грищенко С. Г., Зубарев В. В. и др. Программа развития конкурентоспособных направлений микроэлектроники в Украине (основные положения и задачи) // Технология и конструирование в электронной аппаратуре (ТКЭА).— 1999.— № 4.— С. 3—8.

8. Закон України № 1676-IV від 9 квітня 2004 р. Про Загальнодержавну комплексну програму розвитку високих наукоємних технологій // www.rada.gov.ua/

9. Луговский В. В., Николаенко Ю. Е., Демедюк А. В., Ларкин С. Ю. Основные положения государственной программы развития техники и технологий СВЧ на 2005—2009 гг. в Украине // Технология и конструирование в электронной аппаратуре (ТКЭА).— 2005.— № 6.— С. 3—5.