

# «Основа» для безопасности



Более чем полувековой путь развития пройден электроникой – она берет свое начало в СССР, когда и происходило формирование ведущих научно-исследовательских центров и высокотехнологичных предприятий. Были на этом пути и взлеты, и забвение. Делая ставку на совместную работу в рамках научно-технических программ Союзного государства, наши современники пытаются вписать новую страницу в историю возрождения электроники, но уже с более современным акцентом, углубляясь в субмикронную область.

Символично, что в комплексе программ по созданию и освоению производства дизельных двигателей и химических волокон, развития космических и лазерных технологий, выпуска телеаппаратуры и оптики XXI века, а также техники двойного назначения проект создания специальной микроэлектроники получил наивысший приоритет. Эта союзная программа проходит под шифром «Основа», и во главу угла здесь ставятся стратегические для наших государств задачи – обеспечение безопасности и поддержание обороноспособности.

В советские времена белорусские и российские предприятия радиоэлектронной промышленности работали в тесной кооперации. Роковыми для электроники наших республик стали 1990-е годы. Разрушен был не только СССР как государство, но и отработанный механизм взаимодействия в области создания и внедрения высоких технологий, что губительно сказалось на электронной промышленности и Беларуси, и России. Дальше, как говорится, выживали самостоятельно. Российские специалисты отмечают: тогда отечественной электронной промышленности был нанесен серьезный урон, что привело к практически полному разрушению научно-технических связей между предприятиями отрасли. Остался без стратегически важных заказов на продукцию двойного назначения и белорусский флагман микроэлектроники «Интеграл».

Новейшую историю, что называется, создавали по крупицам. Россияне в значительной степени свернули электронные производства, уцелели лишь бессменные лидеры ОАО «НИИ молекулярной электроники и завод «Микрон» (ОАО «НИИМЭ и Микрон») и ОАО «Ангстрем», расположенные в Зеленограде. В Беларуси ОАО «Интеграл» тоже снизил масштабы производства, но благодаря государственной поддержке

и ориентации на мелкосерийные заказы высокотехнологичной продукции от отечественных потребителей и покупателей электронно-компонентной базы (ЭКБ) из других стран удержался на плаву.

## Точки роста

Между тем в мировом масштабе развитие электронной промышленности продолжало идти вперед семимильными шагами. В США, например, электроника вышла по объему добавленного продукта на первое место, опередив автомобильную и авиационную отрасли. Активную государственную поддержку своей отечественной электронике оказывают Корея, Китай, Индия, страны Юго-Восточной Азии, рассматривая ее как наиболее эффективный способ подъема всей промышленности и вхождения в мировой рынок. Высокотехнологичные корпорации стремятся подстегнуть данное научное направление, не жалея финансовых вливаний. Ежегодно на научно-технические программы выделяется до 12 млрд долларов. Особое внимание оказывается развитию субмикронных технологий производства сверхбольших интегральных микросхем (СБИС). За прошедшие 30–40 лет элементная база прошла несколько поколений развития:

появились большие (БИС), сверхбольшие и, на их основе, – сложнофункциональные «системы-на-кристалле» (СнК).

Аналитики давно отмечают, что в современном мире электроника предопределяет прогресс в разных сферах жизнедеятельности – промышленности, транспорте, связи, телекоммуникации, здравоохранении, банковской и социальной областях, военной технике и т.д. А для ряда развитых стран, таких как США, Англия, Япония, Германия, Франция и других, служит еще и важнейшим рычагом удержания мирового технического, финансового, политического и военного господства.

Показательно, что по объемам создаваемой продукции мировая радиоэлектронная отрасль превосходит производство нефти, бензина и минерального сырья почти в 4,5 раза, химических продуктов и пластиков – в 3 раза, объемы грузоперевозок – в 2,5 раза, производство электричества и газа – более чем в 2 раза. Не менее позитивно выглядит и рассчитанная экономическая эффективность электроники в развитых странах:

- один доллар вложений приносит до 100 долларов в конечном продукте,
- среднемировой срок окупаемости проектов составляет 2–3 года,
- темпы роста отрасли в 3 раза выше темпов роста ВВП,
- одно рабочее место в электронной промышленности позволяет создать до 4 рабочих мест в других отраслях,
- один килограмм изделий микроэлектроники по стоимости соответствует 110 т нефти.

Интересен и такой факт: доля стоимости изделий электронной техники в стоимости современных промышленных, бытовых и военных радиоэлектронных приборов и систем составляет от 30 до 80 % и ежегодно возрастает.

Исходя из опыта ведущих стран мира, можно утверждать, что реализация программ развития электроники приводит к интегральному эффекту, далеко выходящему за рамки электронной отрасли, в том числе к росту рынка наукоемкой продукции, повышению технического уровня и конкурентоспособности вычислительной, ракетно-космической, авиационной, машиностроительной, автотранспортной, станкостроительной и другой техники. Объемы

ее производства неуклонно растут, определяя прогресс в самых перспективных областях – аэрокосмической и радиоэлектронной промышленности, роботостроении и приборостроении и др.

Понятно, что оставаться в стороне от таких глобальных процессов нельзя было и странам на постсоветском пространстве. Уделить первоочередное внимание развитию электроники и не менее востребованного направления – микроэлектроники, как «точкам роста» экономики и национальной безопасности, получилось в результате совместной работы в рамках научно-технических программ Союзного государства. Основы взаимодействия и результативного решения поставленных задач по возрождению микроэлектроники как приоритетной промышленной отрасли и созданию новых полупроводниковых приборов на российско-белорусской элементно-компонентной базе заложены союзными программами «Микросистемотехника», «База», «Прамень». В текущем году разработкой 68 типонаименований функционально специализированных изделий микроэлектроники, соответствующих мировому уровню, завершится еще один важный проект с участием специалистов и ученых наших стран – программа Союзного государства «Разработка и освоение серий интегральных микросхем и полупроводниковых приборов для аппаратуры специального назначения и двойного применения», шифр «Основа» (2010–2013 годы). Бюджет с российской стороны предусматривает финансирование программы в размере 975 млн российских рублей, с белорусской – 525 млн.

Судя по заметному оживлению на белорусско-российском рынке электронных компонентов, повышенному вниманию и поддержке со стороны правительственных структур Беларуси и России, сообщениям СМИ, работа в данном направлении ведется очень активно. Стала более реальна и обозрима перспектива развития микроэлектроники на ближайшее будущее. В Беларуси и России сообща решаются теперь важнейшие задачи по созданию элементной базы для разработки и реализации расширенной номенклатуры радиоэлектронной аппаратуры и систем общепромышленного, бытового и специального назначения, ликвидации зависимости отечественной







электронной промышленности от импорта и существенному повышению ее экспортного потенциала.

К слову, о необходимости создавать и развивать отечественные технологии в микроэлектронике российский академик К.А. Валиев говорил еще в начале 2000-х годов. Признавая, однако, что задача это непростая и выполнить ее можно лишь при наличии современного специального технологического оборудования, уровень развития которого определяют не только технические характеристики (прецизионность и воспроизводимость процессов), но и технико-экономические показатели (производительность, энергозатраты, надежность и готовность к работе).

Необходимую финансовую и организационную поддержку микроэлектронике способны дать целевые программы, которые развернуты на государственном уровне, и научно-технические программы Союзного государства.

### Ниша «Интеграла»

В далеких 1980-х «Интеграл» производил около 40 % всей номенклатуры элементной базы в Советском Союзе. Предприятие изначально было ориентировано на производство микроэлектронной продукции для нужд оборонной промышленности СССР. В целом в стране на закупку импортного оборудования существовало большое количество запретов. Но все равно какие-то единицы зарубежной техники



правдами-неправдами попадали в научно-исследовательские центры и на предприятия, изучались, а потом воспроизводились на отечественной элементной базе.

В кругах ученых и специалистов стран постсоветского пространства в начале 1990-х разгорелась жаркая дискуссия о том, что же все-таки для отечественной микроэлектроники будет лучше: производить свое или покупать готовое импортное? Генеральный директор ОАО «Интеграл» Виталий Солодуха с сожалением констатирует: победила вторая точка зрения, и теперь приходится исправлять уже сложившуюся ситуацию. Следует понимать: разработка современного специального электронного технологического оборудования – это не просто создание нового «железа», а, прежде всего, развитие новых технологических принципов и оптимальная их реализация в оборудовании, отвечающем требованиям высокой производительности, выхода годных изделий, надежности и т.п. И в этом ОАО «Интеграл», как один из крупнейших производителей микроэлектроники на постсоветском пространстве, действительно преуспел.

– Мы целенаправленно удерживаем свою нишу, – отмечает генеральный директор ОАО «Интеграл», – производим до 2 тыс. типономиналов интегральных схем, примерно 500 тыс. типономиналов полупроводниковых приборов – транзисторов, диодов. Работаем в основном по предоплате, поэтому потребитель, заплатив деньги, не рассчитывает на долговременную поставку.

◀ ОАО «Интеграл» – это полный цикл разработки и производства интегральных микросхем и полупроводниковых приборов: от кремниевых слитков до законченных изделий

Между тем каждое изделие микроэлектроники, пусть даже мелкосерийное, имеет свои нюансы в изготовлении. Отдельные технологические циклы по созданию микроэлектронных компонентов могут занимать около 6 месяцев. Поэтому возникают определенные вопросы по объему готовой продукции на складе. Ведь чтобы не допустить срывов по отгрузке потребителям, нам нужно на складе иметь запас ЭКБ до двух месячных планов. Параллельно приходится решать задачи по загрузке кристалльного производства, работа на полную мощность особенно важна для получения высокого качества микросхем.

Кстати, качество и надежность высокотехнологичных микроэлектронных изделий ОАО «Интеграл» не раз отмечали партнеры. Что касается заказов на продукцию для военно-промышленного комплекса, тут требования к качеству и сертификации вообще очень строгие. Еще со времен Советского Союза так повелось, что для подобных изделий предусмотрен дополнительный контроль со стороны заказчика – военная приемка.

Впрочем, это не сдерживает объемы поставок. Только в прошлом году для космической и оборонной промышленности России реализовано высокотехнологичной продукции на сумму около 78 млн долларов. Теперь на рынке аналогичного оборудования Российской Федерации на долю белорусского флагмана микроэлектроники приходится около 20 % продаж.

ОАО «Интеграл» удалось выйти и на рынок Юго-Восточной Азии: заключены контракты с Республикой Корея и Китаем. Туда в основном поставляются микросхемы управления питанием и матрицы драйверов. Не исключено, что именно белорусская элементная база будет использоваться в дальнейшем для комплектования мобильных телефонов, телевизоров и другой техники, выпускаемой под брендами знаменитых компаний LG, Samsung и других. Во многом только благодаря высокому качеству и надежности отечественной ЭКБ удастся выдерживать жесткую конкуренцию на этом рынке. На «Интеграле» не скрывают, что в последние годы она особенно усилилась со стороны Китая, где построены мощные заводы по производству полупроводников и микросхем. К слову, аналогичной микроэлектронной продукции в КНР ежегодно

реализуется не менее чем на 15–20 млн долларов.

И все же главным преимуществом «Интеграла» является то, что здесь выполняется весь комплекс работ, от проектирования и производства широкой номенклатуры микроэлектронных изделий до получения законченных изделий – медицинских приборов, электронных табло, блоков управления бытовой, промышленной, автомобильной и сельскохозяйственной техникой. Таким полным замкнутым производственно-технологическим циклом могут похвастаться только крупнейшие мировые фирмы, среди которых брендовые – Intel, Motorola, Siemens, Toshiba и другие. Не секрет, что ряд интегральных схем, спроектированных и изготовленных на «Интеграле», прошел успешную апробацию и безотказно работает в проектах GEM (суперколлайдер SSC, США), DO (коллайдер Тэватрон Национальной ускорительной лаборатории имени Ферми, США), CMS (Большой адронный коллайдер LHC, Центр европейского совета ядерных исследований), Pibeta (Швейцария), PANDA (Ускорительный комплекс FAIR, Германия), в многочастичном спектрометре и универсальном калориметрическом детекторе в Дубне и т.д.

Как видим, созданная на ОАО «Интеграл» электронно-компонентная база находит применение в высокотехнологичных проектах стратегически важного партнера России и других стран, что демонстрирует возможности белорусской науки и микроэлектронной промышленности. Успех такой деятельности, по мнению генерального директора ОАО «Интеграл» Виталия Солодухи, обусловлен меньшей по сравнению с зарубежными аналогами стоимостью разработок, их высокой надежностью, стабильными техническими параметрами, хорошо организованным взаимовыгодным сотрудничеством.

## Технологический рывок

Что касается военной сферы, то высокоточная микроэлектроника прописалась здесь давно. Сегодня Беларусь и Россия совместно разрабатывают современную электронно-компонентную базу для создания высокоэффективных средств обороны. Комментируя в СМИ результаты работы по программе Союзного государства «Основа», начальник отдела военного и оборонного







сотрудничества Департамента оборонной промышленности и военно-технического сотрудничества Постоянного комитета Союзного государства Михаил Осипов отметил, что новые микросхемы и полупроводниковые приборы запланированы к применению в более чем 100 новейших образцах вооружения и военной техники. Они будут использоваться в радиолокационных станциях, зенитно-ракетных комплексах, включая знаменитый С-400. Одним из направлений проекта станут микросхемы для комплексов радиоэлектронной борьбы: элементы подавления помех, перехвата и подавления радиопередач.

Чтобы создавать такую высокоточную технику, оснащённую сложной ЭКБ, надо было объединить усилия научно-исследовательских центров и флагманов микроэлектроники Беларуси и России.

Программа Союзного государства Беларуси и России «Основа» стала очередным этапом в создании новейших технологий. Всего в ее реализации в качестве основных исполнителей и соисполнителей выступают около 40 научно-исследовательских институтов и промышленных предприятий. Главный поставщик микроэлектронной элементно-компонентной базы специального и двойного назначения – белорусское ОАО «Интеграл». С российской стороны эстафету по созданию высокотехнологичных изделий на базе современной электроники подхватывает группа компаний «Микрон» – крупнейший в России и СНГ производитель и экспортер микроэлектро-



ники, который входит в отраслевой холдинг ОАО «РТИ». Головная компания группы ОАО «НИИМЭ и Микрон» – предприятие с почти полувековой историей, технологический лидер российской полупроводниковой отрасли. Там сегодня занимаются научными исследованиями, разработкой, производством и реализацией интегральных микросхем, в том числе на экспорт. В 2012 году запущена новая линия по выпуску микрочипов с топологическим уровнем 90 нм. Проект реализован совместно с государственной корпорацией РОСНАНО в партнерстве с европейским лидером отрасли STMicroelectronics.

ОАО «НИИМЭ и Микрон» в научно-технологической программе Союзного государства «Основа» является головным исполнителем комплекса НИОКР, его соисполнителями выступают 15 ведущих предприятий радиоэлектронной промышленности России. В состав комплекса НИОКР входят одна научно-исследовательская и 26 опытно-конструкторских разработок по созданию 54 типоминималов импортозамещающей электронной компонентной базы повышенной степени интеграции с высокими функциональными и точностными характеристиками. ОАО «НИИМЭ и Микрон» решает целый комплекс задач, одна из которых посвящена разработке микропроцессорной СБИС со встроенной операционной системой для интеллектуальных карт и электронных документов.

В рамках программы Союзного государства «Основа» эти два лидера на рынке

◀ Ключевые направления деятельности ОАО «НИИМЭ и Микрон» – развитие отечественных технологий и уникальных продуктов в области микро- и микроэлектроники

микроэлектроники – ОАО «Интеграл» и ОАО «НИИМЭ и Микрон» – работают сообща на гражданские и военные нужды. Что касается продукции белорусского предприятия, то, благодаря высокому качеству и надежности, повышенным спросом в России пользуются свыше 250 типов интегральных микросхем и дискретных полупроводниковых приборов специального назначения. Более того, ОАО «Интеграл» Министерством обороны Российской Федерации сертифицировано на разработку и серийный выпуск изделий для предприятий Военно-промышленного комплекса России. Сегодня «Интеграл» поставляет на белорусско-российский рынок полупроводников изделия военного назначения, комплекты схем для автомобильной электроники, телевизионной техники, средства связи и телекоммуникаций, приборы и средства управления ими в виде конвертеров, интеллектуальных ключей и многое другое. Ежемесячно производится около 300 номенклатурных позиций.

Хорошо зарекомендовали себя у потребителей российского ВПК новые конструктивно-технологические решения и типологии ИМС, запатентованные в РФ, обеспечивающие высокую надежность и работоспособность устройств в условиях воздействия повышенной радиации, облучения нейтронами, гамма- и рентгеновского излучения, электромагнитного импульса. Такие технические характеристики и параметры исключительно важны для систем вооружения, электронных систем управления военной и космической техникой, систем управления и обеспечения безопасности АЭС.

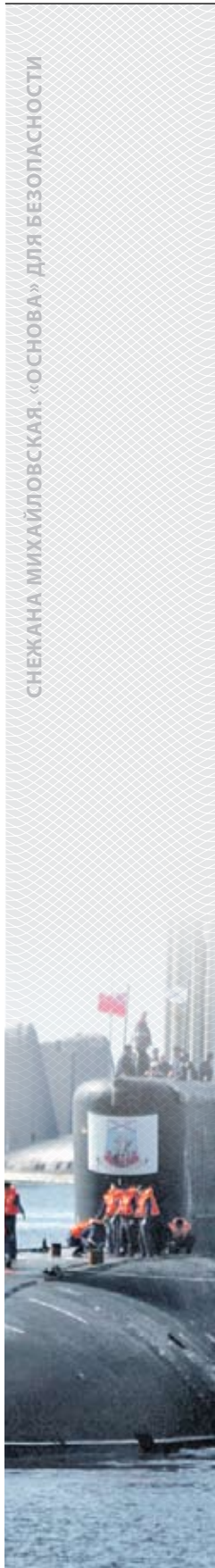
На постсоветском пространстве «Интеграл» – пока единственный поставщик высокотехнологичных изделий для атомной энергетики, ряда предприятий «Роскосмоса». К такой продукции требования особые: в космическом пространстве полупроводниковые устройства должны функционировать при наличии жесткой радиации, обусловленной облучением ионами, присутствующими в космических лучах и солнечном ветре, а также захваченными в радиационных поясах вокруг Земли.

С использованием микроэлектронной продукции ОАО «Интеграл» в России создаются новейшие образцы систем стратегических вооружений «Тополь-М», «Акведук», «Синева», «Булава», зенитно-ракет-

ные комплексы С-400, С-500, истребители Су-35, МиГ-35, вертолеты Ми-28, «Черная акула», «Аллигатор» (Ка-50, Ка-52), подводные лодки четвертого поколения типа «Юрий Долгорукий», проекта 955 «Борей» и т.д.

Хороший научно-технологический фундамент был заложен «Интегралом» еще во время выполнения союзной программы «База», когда разрабатывались 79 типов новых микросхем, предназначенных, в первую очередь, для систем вооружения и военной техники, а также для изделий народно-хозяйственного назначения. В рамках проекта по организации субмикронного производства на белорусском предприятии созданы, например, сверхбольшие интегральные схемы на пластинах диаметром 200 мм с проектными нормами 0,35 мкм. Это позволит решить многие проблемы совместного радиоэлектронного комплекса Беларуси и России, в том числе по изготовлению микросхем с информационной емкостью 1–4 Мбит, устойчивых к внешним воздействиям.

Специалисты двух стран отмечают, что переход к субмикронным технологиям, безусловно, является сверхзадачей как для белорусской, так и для российской микроэлектроники. Важно также, чтобы в целях безопасности революционные достижения для оборонной промышленности, атомной энергетики и других стратегически важных отраслей базировались преимущественно на отечественных технологиях. Не секрет, что в интегральных микросхемах большой функциональной сложности могут быть легко размещены так называемые «закладки», то есть электрические цепи, которые по команде извне могут парализовать работу всей системы. Подобные эффекты отмечались в ходе военных конфликтов в ряде стран и впоследствии вызвали серьезные осложнения межгосударственных отношений с поставщиками такого оружия. Кроме того, как правило, новейшую высококачественную микроэлектронику для военного и космического оборудования западные компании ни российским, ни белорусским предприятиям не продают. Поэтому первоочередная задача на ближайшую перспективу в ходе выполнения стратегических союзных программ – реализация технологического рывка в будущее.





– Анализ тенденций, складывающихся в сфере высоких технологий, свидетельствует, что развитие производства электронной техники, и прежде всего микроэлектроники, может стать одним из возможных путей возрождения российской экономики, изменения ее сырьевой ориентации на наукоемкую, технотронную, – считает директор Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли РФ Александр Якунин.

Для преодоления имеющегося технологического отставания реализуется комплекс мер, основанный на документах, определяющих развитие микроэлектроники на перспективу. К ним относятся: Стратегия развития электронной промышленности России на период до 2025 года, ряд федеральных целевых программ и научно-технические программы Союзного государства Беларуси и России. Со времени их принятия, несмотря на ограниченное финансирование, происходит ускоренное освоение микроэлектронных технологий нового поколения, создается современная инфраструктура высокотехнологичной микроэлектронной промышленности России.

Как подчеркнул А. Якунин, ряд микроэлектронных производств уже модернизирован. Начато создание дизайн-центров проектирования проблемно ориентированных сложнофункциональных БИС типа «система-на-кристале» на базе ведущих предприятий – разработчиков радиоэлектронной аппаратуры. Открыт Межотраслевой центр проектирования, каталогизации и изготовления фотосаблонов, создаются базовые промышленные технологии микроэлектроники уровней 90 нм и ниже.

Директор Департамента радиоэлектронной промышленности России считает, что в дальнейшем акцент будет сделан на формировании социально значимых сегментов отечественного рынка – наиболее емких потребителей микроэлектронной продукции, в первую очередь таких перспективных направлений, как идентификационные документы с электронным носителем информации, изделия в радиационно стойком исполнении, радиочастотные метки для целей логистики, маркировки различных товаров, изделия микроэлектроники для аппаратуры цифрового теле- и радиовещания, мобильной связи, транспорта, навигационной аппа-

ратуры ГЛОНАСС. На ОАО «НИИМЭ и Микрон» уже производится около 25 млн высокочастотных меток для транспорта и других применений.

Значительный объем работ по развитию базовых микроэлектронных технологий в России проводится в рамках действующих сегодня федеральных целевых программ и программ Союзного государства. Что касается программы «Основа», в нынешнем году она входит в свой завершающий этап. А значит, разработчики современной микроэлектроники наших стран близки к главной цели совместной работы – созданию импортозамещающей электронной компонентной базы как для применения в народном хозяйстве, так и для стратегически значимых радиоэлектронных систем и систем вооружений, военной техники Беларуси и России. В этом году на реализацию программы будет направлено 360 млн российских рублей.

Потребителями разрабатываемых микросхем в перспективе станут более 80 предприятий Республики Беларусь, Российской Федерации и стран СНГ. Учитывая значимость в современном мире развития микроэлектроники, думается, что и очередные инновации в этой области, созданные в белорусско-российском тандеме, не заставят себя ждать. Как сообщил Виталий Солодуха, в нынешнем году начинается реализация еще одной научно-технической программы – «Союзный тепловизор». Здесь будут разрабатываться мультиплексоры для тепловизионных приемников, для систем видеонаблюдения. Иначе говоря, появятся новые высокотехнологичные приборы, которые будут применяться в системе вооружений и в других сферах на предприятиях Беларуси и России. Такая кооперация в военной и гражданских сферах поспособствует дальнейшему углублению межгосударственных отношений России и Беларуси.

По словам первого заместителя премьер-министра Беларуси Владимира Семашко, именно по линии военно-технического сотрудничества, кооперации между предприятиями оборонно-промышленных комплексов продвижение идет наиболее быстрыми темпами. Так и должно развиваться сотрудничество между двумя братскими государствами, связанными к тому же интересами укрепления общей безопасности.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ ▮

