

ЭЛИТА МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

НПО «ИНТЕГРАЛ» РЕАЛИЗОВАЛО МНОГОЛЕТНИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

За несколько дней до того, как этот номер журнала увидит свет, в Минске состоится заседание комитета конкурса на соискание Государственной премии Беларуси в области науки и техники 2008 года. Каждый из восьми научных проектов, предварительно отобранных для участия в конкурсе, заслуживает отдельного подробного рассказа. Начать же мы решили с проекта научно-производственного объединения «Интеграл», который называется «Разработка, организация серийного производства и экспортных поставок конкурентоспособных, наукоемких микроэлектронных изделий для высоконадежных радиоэлектронных систем двойного и специального назначения» (авторы Д. В. Вечер, И. И. Рубцевич, С. В. Шведов).

Почему мы отдали своего рода предпочтение именно этому научному проекту? Пожалуй, потому что проект осуществлялся на протяжении 20 лет – с 1985 по 2005 год – и всегда был тесно связан с производством, ведь именно результаты данных научных исследований помогли возродить национальную микроэлектронную промышленность, которая ныне имеет большой экспортный потенциал и сохраняет важное стратегическое значение для поддержания обороноспособности Беларуси и России. По своей наукоемкости проект по разработке и производству микроэлектроники двойного и специального назначения, вероятно, не имеет себе равных среди представленных на конкурс. Не зря специалисты говорят и в шутку и всерьез: один килограмм микросхем стоит до \$100 тыс. – втрое дороже золота!

В 80-х годах «Интеграл» производил около 40% всей элементной базы в Советском Союзе. Перестройка и распад СССР разорвали старые связи с поставщиками, с заказчиками и поставили предприятие на грань выживания. С началом нового тысячелетия «Интеграл» вновь обрел второе дыхание. В этом ему помогло освоение номенклатуры микроэлектронных изделий двойного и специального назначения, которыми комплектуются новейшие российские системы во-

оружения и ракетно-космическая техника. Речь идет об элементной базе «милитари»- и «спейс»-класса, обладающей повышенной устойчивостью к воздействию электромагнитного импульса, радиационного облучения и других специальных внешних факторов. Кто-то может спросить: а зачем вообще Беларуси и России развивать собственную микроэлектронную промышленность для оборонно-промышленного комплекса? Не проще ли покупать микросхемы и другую элементную базу на Западе? С этим вопросом я обратился к одному из соавторов научного проекта первому заместителю генерального директора НПО «Интеграл» Дмитрию Вечеру.

– Высококачественную микроэлектронику для военного и космического оборудования западные компании российским или белорусским предприятиям не продают, – пояснил он. – Доступ к таким микросхемам имеют только фирмы ведущих государств блока НАТО. Еще в эпоху холодной войны возникли главные мировые центры разработки и производства современных систем вооружения и военной техники, которые и сейчас сохраняют свое значение и свою автономность. Первый – это государства НАТО во главе с Соединенными Штатами Америки, а второй – это Российская Федерация. Так что тесная связь «Интеграла» с оборонно-промышленным комплексом России сложилась исторически. Правда, в последнее десятилетие набирает мощь оборонно-промышленный комплекс Китая... Сейчас на постсоветском пространстве по объемам производства микроэлектроники двойного и специального назначения, качеству продукции, перспективам развития лидируют три производителя – НПО «Интеграл» и два московских предприятия – ОАО «НИИ молекулярной электроники и завод «Микрон» и ОАО «Ангстрем». «Интеграловские» микросхемы применяются практически во всех современных системах вооружения, разработанных в

России, например в зенитно-ракетных комплексах С-400, системах «Тополь-М», «Акведук» и многих других. Также наша продукция активно используется предприятиями оборонно-промышленного комплекса Беларуси, в том числе ГНПО «Агат»...

Всего с 1999 по 2005 год «Интеграл» разработал и освоил производство 186 типов новых конкурентоспособных изделий двойного и специального назначения. В частности, не имеют мировых аналогов 8-разрядные комплекты биполярных больших интегральных схем (БИС) серий 1815, 1817 повышенной надежности. Комплект 1815 является базовым комплектом БИС в российской радиолокационной станции раннего предупреждения о ракетном нападении «Волга», которая функционирует в Ганцевичах.

В результате активной маркетинговой политики на рынке России объем поставок продукции двойного и специального назначения в 2007 году в шесть раз превысил уровень 2000 года. В нынешнем году планируется увеличить объем экспорта данной продукции не менее чем в полтора раза.

Помимо научных разработок, продолжается техническое перевооружение производства. В рамках инновационного проекта «Субмикрон» в ближайшем будущем на головном предприятии научно-производственного объединения – заводе полупроводниковых приборов – будет введена в эксплуатацию новая линия для производства пластин диаметром 200 мм по технологиям 0,35 микрона. Значительные средства вкладываются в реализацию инновационного проекта «Энергосбережение» для того, чтобы максимально снизить энергоемкость производства, которая традиционно высока в микроэлектронной промышленности.

– В 2009–2010 годах темпы роста экспорта продукции двойного и специального назначения сохраняются, – прогнозирует Дмитрий Вечер. – Но для этого необходимо выпустить на рынок новые изделия. Основные направления, по которым сейчас работает «Интеграл», – это разработка новых микросхем для систем управления оружием; микросхем и полупроводниковых приборов для специальных источников питания;

а также элементной базы для специализированных устройств вычислительной техники (память, микропроцессоры и т. д.). Вот три вида новых изделий, которые в следующие два-три года будут запущены в серийное производство. Именно это к 2010–2011 годам позволит нам удвоить экспорт.

Одним из соавторов научного проекта является первый заместитель директора УП «Завод Транзистор» Иван Рубцевич, в 2005 году защитивший кандидатскую диссертацию по актуальной теме создания новой элементной базы силовой микроэлектроники – разработке мощных высоковольтных полевых транзисторов двойного назначения. Кстати, успешное завершение этой работы позволило российским специалистам отстоять концепцию о возможности и необходимости применения отечественной элементной базы в самых современных системах вооружения в противовес лоббируемой некоторыми российскими бизнесменами идее использовать американскую комплектацию.

Знакомство с положением дел на предприятии, которое входит в состав НПО «Интеграл», лишний раз доказывает, что в жесткой конкурентной борьбе на внешних рынках белорусские микроэлектронщики главную ставку делают на собственные научные разработки и внедрение в производство новой наукоемкой продукции.

За последние десятилетия особое внимание специалисты Национальной академии наук Беларуси, ведущих вузов страны и НПО «Интеграл» уделяли разработке научных и конструкторско-технологических основ производства высококачественных и надежных изделий силовой микроэлектроники, серийное производство которых сосредоточено в основном на УП «Завод Транзистор». В течение 15 лет проведены исследования и освоено производство семи видов изделий, относящихся к классу силовых полупроводниковых приборов. В их числе мощные и маломощные полевые и биполярные транзисторы, мощные и маломощные диоды Шоттки, мощные выпрямительно-ограничительные диоды и т. д. В результате диапазон рабочих напряжений приборов, изготавливаемых УП «Завод Транзистор», увеличился от



Первый заместитель генерального директора НПО «Интеграл» Дмитрий Вечер



Первый заместитель директора УП «Завод Транзистор» Иван Рубцевич

Основные научно-технические результаты проекта

1. Разработка новых оригинальных физических и математических моделей, адекватно описывающих базовые технологические процессы создания изделий микроэлектроники, создание системы сквозного моделирования современных технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники и разработка ряда новых технологических процессов, операций микроэлектронной технологии и элементной базы для производства больших интегральных микросхем, устойчивых к внешним дестабилизирующим факторам.
2. Разработка инженерно-физических методов и программных средств расчета и оптимизации конструкции кристаллов силовых ДМОП*-полевых транзисторов с заданными электрическими и эксплуатационными характеристиками, разработка оригинальных твердотельных структур мощных ДМОП-полевых транзисторов, оригинальных технологических процессов и маршрутов изготовления силовых полевых и биполярных приборов с широким диапазоном рабочих напряжений и импульсных токов.
3. Разработка новых схемотехнических методов проектирования цифровых и цифро-аналоговых микросхем для радиоэлектронных систем повышенной надежности специального и двойного назначения.
4. Разработка новых технологий сборки и корпусирования микроэлектронных изделий двойного и специального назначения.
5. Разработка новых методов повышения надежности и устойчивости к дестабилизирующим факторам биполярных и КМОП**-микросхем и силовых полупроводниковых приборов.
6. Разработка методологии применения изделий микроэлектроники в высоконадежных радиоэлектронных системах двойного и специального назначения.

Результаты исследований были опубликованы с 1985 по 2005 год в 85 научных работах. Новизна предложенных технических решений подтверждена 17 патентами и 15 авторскими свидетельствами об охранной регистрации топологии Республики Беларусь и Российской Федерации. Результаты обсуждались на 35 научно-технических конференциях, семинарах и симпозиумах.

* ДМОП – двухдиффузионный металлооксидный полупроводниковый прибор.

** КМОП – комплиментарный металлооксидный полупроводниковый прибор.

60 до 1500 вольт, токов – от 3 до 100 ампер, в десятки раз возросла номенклатура выпускаемой продукции, а в Республике Беларусь появилось новое научно-техническое направление силовой микроэлектроники. С 2001 по 2007 годы объем товарной продукции завода возрос в 2,4 раза с Br25 млрд. 953 млн. до Br63 млрд. 196 млн. в сопоставимых ценах, объем экспортных поставок увеличился более чем втрое – с \$9 млн. 632 тыс. до \$29 млн. 738 тыс. Экспортные поставки с января по июль нынешнего года достигли суммы \$19 млн. 483 тыс. – на 20,7 % больше по сравнению с прошлым годом. Более 90 % продукции идет на экспорт, причем до половины – в страны дальнего зару-

бежья, а остальное в Россию. Микросхемы УП «Завод Транзистор» применяются в каждом втором мобильном телефоне, выпускаемом в мире. Система обеспечения качества продукции завода сертифицирована по международному стандарту ISO 9001, имеет сертификат Министерства обороны России. В марте 2000 года мощные диоды Шоттки, выпускаемые предприятием, получили сертификат качества на соответствие требованиям мирового лидера в области производства силовых полупроводниковых приборов фирмы International rectifier (США).

К сожалению, рентабельность на предприятии относительно невелика – 7,5% (при средней зарплате сотрудников Br800 тыс.). Одной из причин этого, по словам Ивана Рубцевича, является резкое удорожание в последние годы материалов и комплектующих для микроэлектронной промышленности. Так, кремний подорожал за последние три года от \$147 до \$450 за килограмм. Чуть меньшими темпами растут цены на медь и корпусные изделия, которые УП «Завод Транзистор» покупает в России.

Впрочем, резервы для снижения себестоимости продукции имеются. Прежде всего это техническое перевооружение – в 2008 году завод планирует инвестировать в основной капитал Br2 млрд. Достаточно успешно проводится комплекс мер по уменьшению энергоемкости. Дело в том, что для выполнения ряда технологических условий при производстве микроэлектроники необходим большой расход электроэнергии. В технологических гермозонах постоянно поддерживается необходимая температура, функционирует многоуровневая система фильтрации для предотвращения чрезмерной запыленности. За семь месяцев 2008 года на заводе удалось снизить расход электроэнергии на 10%, а к концу года запланировано достичь показателя в 11%.

На «Интеграле» не скрывают, что в последние годы усилилась конкуренция со стороны Китая, где построены мощные заводы по производству полупроводников и микросхем. На китайских предприятиях крайне низкая зарплата, к тому же государство дотирует своим производителям до половины стоимости кремния и других материалов,

вводит скидки на электроэнергию. Ощущается конкурентный натиск и со стороны российских предприятий. Годы строительства Союзного государства не отменили тот факт, что белорусские производители микроэлектроники по-прежнему имеют на рынке России статус иностранцев и на них распространяются некоторые ограничения. Вполне объяснимо, что россияне при размещении государственных заказов стремятся отдавать приоритет собственным предприятиям. Но, к сожалению, порой это пытаются делать в ущерб качеству и вопреки элементарному здравому смыслу... Довольно показателен эпизод, свидетелем которого стал автор этих строк полтора года назад. На семинаре по оборонной тематике, проведенном Парламентским собранием Союза Беларуси и России в Пскове, один российский парламентарий недвусмысленно и резко заявил, что не видит смысла в поддержке и лоббировании интересов «Интеграла» в России, поскольку, дескать, через несколько лет в соответствии с какой-то государственной программой намечается создание аналогичного российского производства микроэлектроники. Выступавший не учел только одного: организация современной конкурентоспособной микроэлектронной промышленности для нужд «оборонки» – дело не одного десятилетия. Действительно, в России предпринимаются попытки копировать некоторые изделия «Интеграла», но пока что копии значительно уступают своим прототипам по надежности и качеству. Альтернативы нашей микроэлектронике двойного и специального назначения на российском рынке нет и в обозримом будущем не предвидится. Именно поэтому, хотелось бы того кому-то или нет, «Интеграл» участвует в очередной программе Союзного государства по развитию микроэлектронной промышленности двойного и специального назначения «Основа», реализация которой стартует в 2009 году.

На «Интеграле» прекрасно понимают, что для завоевания зарубежного рынка продукция объединения должна быть не просто такой же по качеству, как продукция конкурентов, но и превосходить ее – прежде всего по научной новизне и перспективности.

При реализации научного проекта, представленного на соискание государственной премии, объединение сотрудничало с учеными Физико-технического института Национальной академии наук Беларуси, НИИ прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко, Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (БГУИР), Белорусского государственного университета. Для подготовки будущей смены – инженеров, технологов, ученых – на УП «Завод Транзистор» совместно с БГУИР создан филиал кафедры «Электронная техника и технологии», где проводятся лекции и лабораторно-практические работы для студентов по специальности «Электронно-оптические системы и технологии». Но следует признать: проблема оттока высококвалифицированных белорусских специалистов на электронные фирмы Южной Кореи, Китая, Тайваня пока еще существует. Развитие в Беларуси научно-технической базы высоких технологий в области микроэлектроники, создание обширного спектра микроэлектронных изделий для оборонной промышленности России и Беларуси, по ряду параметров превышающих западные аналоги, увеличение экспортного потенциала нашей страны – таковы весомые результаты научного проекта, реализованного на НПО «Интеграл». Впрочем, применение этой продукции далеко не ограничивается лишь военной или космической отраслями. Микросхемы повышенной надежности используются в гражданской авиации, атомной энергетике... Сам факт их производства повышает конкурентоспособность и экспортные перспективы сугубо гражданской продукции «Интеграла», поставляемой в страны ближнего и дальнего зарубежья. К слову, ежегодно объединение экспортирует более 1 млрд. микросхем на рынки Юго-Восточной Азии и Китая, где белорусская элементная база используется для комплектования мобильных телефонов, телевизоров и другой техники, выпускаемой под брендами знаменитых компаний. Не случайно предприятия, производящие изделия двойного и специального назначения, считаются элитой мировой микроэлектронной промышленности.

Владимир ОЛЬГЕРДОВ ■

Научно-производственное объединение «Интеграл» образовано в 1971 году на базе минского завода полупроводниковых приборов имени Дзержинского. В настоящее время в состав объединения входят ведущие белорусские предприятия микроэлектронной и электронной промышленности – УП «Завод полупроводниковых приборов», НТЦ «Белмикросистемы», УП «Завод Транзистор», УП «Завод «Цветотрон», РУП «СКБ Немига», РУП «Завод «Электроника», УП «Завод «Камертон» и другие.

НПО «Интеграл» разрабатывает и производит интегральные микросхемы, полупроводниковые приборы, жидкокристаллические индикаторы и модули, изделия электронной техники, товары народного потребления.

НПО «Интеграл» принимало успешное участие в реализации ряда космических проектов, таких как орбитальная станция «Мир», многоразовый космический корабль «Буран», международная космическая станция (Российский модуль «Звезда»).

Продукция объединения экспортируется в страны Юго-Восточной Азии, Европы, Балтии, СНГ. Генеральный директор НПО «Интеграл» – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор В. А. Емельянов.