

# ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЯЮТ ВСЕ

Государственное унитарное предприятие научно-производственный центр "Электронные вычислительно-информационные системы" (ГУП НПЦ "ЭЛВИС") создано в марте 1990 года на базе структурного подразделения НПО "ЭЛАС", проводившего в 1960–1980 годы передовые разработки в области космической электронной техники. Успешно выполненные тогда проекты охватывали спектр направлений: от создания собственных САПР, на базе которых разрабатывались уникальные и первые в СССР КМОП СБИС, до полностью законченных аппаратно-программных бортовых систем управления и обработки информации космического базирования серий "Салют" (в частности, функционировавших на борту станции "Мир").

ГУП НПЦ "ЭЛВИС" удалось сохранить и реализовать накопленный научно-производственный потенциал. Эта фирма известна на рынке такими продуктами охранных технологий, как комплексная сетевая система контроля доступа Senesys Light, идентифицирующая человека по отпечаткам пальцев. Или системой видеонаблюдения, регистрации, распознавания объектов и тревожных ситуаций Orwell 2k. Она способна круглосуточно регистрировать и распознавать движущиеся объекты с классификацией и предупреждением о тревожных ситуациях.

Сравнительно недавно компания объявила о создании собственной новой открытой IP-ядерной платформы проектирования "систем на кристалле" – "Мультикор". На основе данной технологии фирма разрабатывает несколько серий высокопроизводительных отечественных процессоров цифровой обработки сигналов, и уже вплотную подошла к запуску процессоров "Мультикор" в серийное производство.

О создаваемых в ГУП НПЦ "ЭЛВИС" технологиях и их значении для российской электроники наш разговор с директором этого предприятия Ярославом Ярославовичем Петричковичем.



Рассказывает директор ГУП НПЦ "ЭЛВИС" Ярослав Ярославович Петричкович

Ярослав Ярославович, ваша компания до недавнего времени была известна как разработчик систем безопасности. И вдруг "ЭЛВИС" анонсирует линейку процессоров цифровой обработки сигнала (DSP) с управляющим RISC-контроллером – семейство "Мультикор". Причем, по приводимым характеристикам это – самые производительные отечественные DSP. Как вы пришли к разработке собственных СБИС?

Нашей фирме не надо было "приходить" к разработке СБИС, поскольку этим мы занимались всегда. Ведь исторически ГУП НПЦ "ЭЛВИС" происходит из НПО "ЭЛАС" (г. Зеленоград) – известного объединения в Министерстве электронной промышленности (МЭП) с бессменным генеральным директором и генеральным конструктором Геннадием Яковлевичем Гуськовым. Это была единственная системная фирма во всем министерстве электронной промышленности. Компания "ЭЛАС" не только разрабатывала аппаратуру и системы, но и элементную базу для них. В результате продукция НПО "ЭЛАС", в основном – космические электронные системы, базировалась на самых передовых технологиях микроэлектроники. До конца 80-х годов собственное микроэлектронное производство "ЭЛАС" не уступало ни "Ангстрему", ни "Микрону" по технологическому уровню.

Все уже забыли, но первый КМОП микропроцессорный комплект в стране был создан именно в НПО "ЭЛАС" в 1974 году. Кроме того, НПО "ЭЛАС" было отечественной фирмой №1 и в области микроминиатюризации РЭА посредством сборки чипов в микроминиатюрные модули. Именно здесь была разработана технология бескорпусных полиимидных микросборок, которая затем довольно широко распространилась в стране. Среди других достижений – действующая до сих пор система правительственной связи, системы видеонаблюдения Земли из космоса, бортовые управляющие компьютеры и многие другие уникальные комплексы РЭА.

Очень важно, что мы не копировали зарубежные аналоги: всегда оказывалось, что создавать самим – получается проще и более качественно. Ведь кризис Зеленограда, как и вообще отечественной электроники, был обусловлен началом тотального копирования за-



рубежной электронной компонентной базы (ЭКБ). Соответственно, ее и предлагали системщикам, которые практически не имели возможности сами создавать необходимую им элементную базу и были вынуждены всегда использовать лишь "вторичные" разработки, отстающие по своим параметрам и срокам появления от зарубежных аналогов. В этом смысле наше положение было уникальным.

Когда начались "заморозки" 90-х годов, Геннадий Яковлевич, не дожидаясь неизбежной мучительной агонии крупного предприятия, сам разделил НПО "ЭЛАС" по научно-техническим направлениям на ряд фирм. Сегодня практически все они продолжают работать, причем неплохо.

Наше комплексное подразделение, на базе которого и был создан впоследствии "ЭЛВИС", организовали в середине 80-х для разработки уникальной системы обработки информации на борту космических аппаратов. Подразумевалось создание бортового распределенного компьютера производительностью в миллиарды операций в секунду. Такая вычислительная мощность требовалась для решения задач искусственного интеллекта, включая распознавание изображений. В этом проекте рекордные требования по производительности сочетались с жесточайшими ограничениями по габаритам и потребляемой мощности компьютера. Был необходим совсем новый уровень технологии проектирования и изготовления микросхем. Весь объем поставленных задач сотрудники предприятия решили к концу 80-х. В становлении этой уникальной по тем временам технологии активное участие принимали специалисты НИИМЭ и завода "Микрон".

Уже тогда мы поняли, что обработка сигналов и изображений вторгается в контур управления. Отсюда следовал неизбежный вывод: хорошо было бы сделать такую элементную базу, чтобы на одном кристалле были сосредоточены возможности и управления, и обработки сигналов. Мы активно искали эффективное решение этой задачи. Именно в те годы мы пригласили на работу Татьяну Владимировну Солохину, сегодня – моего заместителя по научной работе, – которая активно отстаивала концепцию разработки в составе одной СБИС контроллера и многофункционального высокопроизводительного процессора обработки сигналов. СБИС, которая и сама могла бы быть элементом легко наращиваемых высокопроизводительных параллельных систем обработки сигналов и изображений. Именно эти идеи во многом определили наше дальнейшее развитие в области проектирования высокопроизводительных микросхем.

Однако в начале 90-х все стало рассыпаться. Было мучительно видеть, как исчезают технологии, рвутся связи. Особенно обидно было "тонуть в гавани", потому что к тому времени уже существовали работающие образцы практически всех задуманных микросхем и систем на их основе. Страна могла получить принципиально новую технологию, призванную на многие годы определить развитие широкого спектра систем РЭА двойного назначения. Именно такую амбициозную задачу и ставил перед нами Г.Я.Гуськов.

В целом 90-е годы прошли довольно трудно, но именно тогда удалось создать на фирме ряд коммерческих направлений, которые позволяют нам "держаться на плаву" и сегодня. Мы "с нуля" развили направление по разработке систем безопасности. Разработали системы контроля доступа с дактилоскопическими датчиками – возможно, одни из первых работающих в мире систем. Создали сложные сетевые комплексы видеонаблюдения, которые не имеют аналогов в мире, – это системы интеллектуального зрения, распознающие объекты в реальном масштабе времени. Сейчас во многих странах к ним проявлен большой интерес. Можно назвать систему RFID (радиоидентификационных меток), радарного наблюдения и т.д. Параллельно мы продолжали заниматься и проектированием

микросхем. Нами были разработаны ИС для цифровой звукозаписи, различные контроллеры, датчики изображения. Непрерывно, практически на энтузиазме, работали и по оборонным заказам, но при очень низком уровне финансирования, совершенно недостаточном для выполнения задуманного. Тем не менее, нам безумно хотелось вернуться к своим микропроцессорным проектам в полном объеме.

Когда направление систем безопасности достаточно окрепло и упрочило наше финансовое положение, мы вернулись к разработке мощных процессорных чипов. Тем более, что удалось сделать главное – сохранить команду разработчиков. Ведь специалисты нашего предприятия накопили уникальный в стране опыт – в течение десятков лет мы участвовали в разработках сотен типов оригинальных микросхем. При этом вся элементная база проектировалась "под систему". Практически ни одна фирма в стране не могла тогда себе этого позволить и "перебивалась" стандартной номенклатурой копированных западных схем. Подчеркну, что исторически мы – системщики, которые мыслят чипами. И разработчики СБИС, которые мыслят системами. В этом смысле "ЭЛАС" обладал уникальным опытом системного проектирования, при котором и система, и элементная база с самого начала рассматриваются как две переменные, которые в процессе проектирования сливаются в единый эффективный организм. Мы постарались сохранить и развить этот опыт.

### **Разработка СБИС требует существенных финансовых ресурсов, тем более, когда речь идет о линейке процессоров "Мультикор". Вы их разрабатывали за счет бюджетных средств или удалось привлечь инвестора?**

Действительно, программа "Мультикор" – очень серьезный и дорогой проект. За рубежом в развитие таких технологий вкладываются даже не десятки – сотни миллионов долларов. Вначале мы работали за счет своих ресурсов, поскольку на уровне идеи доказать кому-либо что-либо у нас в стране очень трудно, особенно в столь сложной области венчурного бизнеса. Это плохо, так как своевременное вложение в развитие идеи как раз и является стержнем современной экономики, и уж тем более – такой динамичной отрасли, как электроника. Разницу в национальных подходах в США и в России к сложным проектам ярко демонстрирует пример из иной области. В США уже через 10 минут после положительного теста на беременность женщины все ее друзья и знакомые узнают об этом радостном событии и сразу готовят ей подарки. Немедленно начинается полная перестройка жизненной инфраструктуры вокруг этой женщины: новое жилье, новая работа, планируются деньги на будущую страховку и даже на университетское образование ребенка. Просто потому, что, если рассматривать беременность как проект, то с вероятностью 99% он будет в зарубежном мире удачным. Это очень высокая вероятность, и можно запустить много параллельных процессов. Совсем другая традиция в России – скрывать до последнего момента от других. Все вокруг тоже относится к процессу скептически: пусть родит, а потом посмотрим.

Мне кажется, что отношение к техническим и экономическим проектам в наших странах совершенно аналогично. Поэтому и мера успеха тоже различна. Казалось бы, если фирма объявляет о разработке новой уникальной элементной технологии, то, по крайней мере, надо провести ее квалифицированную экспертизу, потом сконцентрировать ресурсы, продумать использование в разработках и т.д. Иными словами, подготовка к применению новой элементной базы должна идти параллельно собственно процессу со-

здания компонентов. Однако этого не происходит, так как от неведения в собственные силы мы слишком долго ждем, когда появятся готовые чипы. Конечно, темпы развития при этом сильно падают.

И дело тут не в нехватке ресурсов — их на хорошее дело всегда достаточно. Важны технологии планирования и использования ресурсов. К сожалению, у нас пока нет рациональных технологий отбора и экспертизы проектов, как на государственном уровне, так и на уровне частных инвестиций. Притом в такой сложной области как электроника. В определенном смысле нашим технологиям повезло — на начальном этапе фирме помог Федеральный фонд развития электроники России, за что спасибо его председателю А.И.Сухопарову. Активно нас поддержало РАСУ (прежде всего, начальник Научно-технического управления РАСУ В.А.Дубровский) и Минпромнауки.

Выделенные средства — а в этот момент мы подошли уже к стадии запуска в производство — позволили резко ускорить работу. Поверили нам и в ряде управлений Министерства обороны, тоже помогли. В результате в течение года мы получили самые мощные в стране кристаллы и смогли завершить создание базовых элементов технологии "Мультикор", начатое около 15 лет назад.

### Что представляет собой технология "Мультикор", какие идеи вы туда закладывали?

Мы выходцы из оборонки, поэтому технология "Мультикор" в первую очередь ориентирована на этот рынок. А он не маленький — ведь множество микроконтроллеров и процессоров, включая DSP, идет на оборонные применения. Закупаются же их ежегодно, по некоторым оценкам, примерно на 50 млн. долл. Но, конечно же, мы не забываем и о гражданских задачах.

В оборонной области в России ситуация критическая — зарубежная элементная база вытеснила практически все отечественное, особенно в сфере высокопроизводительных процессоров, аналоговых и СВЧ-компонентов. Самое главное — неизменное использование импортной ЭКБ не очень выгодно даже экономически, не говоря про другие аспекты проблемы. Ведь собственно покупка DSP — это еще мелочь. Гораздо серьезнее вложения предприятий в разработку ПО для систем на его основе, в средства отладки, тестирования и т.д. Вложения эти должны быть долговременными. Но стоит зарубежной фирме-производителю снять определенный DSP с производства, как все отечественные вложения пропадают. Попытки же воспроизвести мощные зарубежные микропроцессоры в России практически бесполезны. Не стоит забывать и о том, что каждый микроконтроллер и сигнальный процессор связаны с комплексом элементов системного сопряжения. В результате, с одной стороны, возникает нарастающая зависимость от поставок зарубежной элементной базы; с другой — нет гарантии, что завтра компонент не будет снят с производства, и все вложения не пропадут. А вложения эти по стране измеряются десятками, если не сотнями, миллион долларов. Немало и ограничений на поставку этих элементов — и явных, и скрытых.

Проблема стабильности элементной базы актуальна не только для оборонной, но и для гражданской области, причем во всем мире. Например, одна известная нам крупная американская фирма вынуждена перепроектировать 10–15% своих изделий в год только из-за смены элементной базы — не только процессоров, но и других компонентов. А ведь есть множество долгоживущих применений, например промышленные контроллеры со сроком эксплуатации 10–20 лет.

Поэтому мы решили создать собственную отечественную линейку элементов ЭКБ. От копирования архитектур зарубежных процессоров, т.е. создания архитектурных клонов, мы сразу отказались.

Нас не удовлетворили результаты исследований архитектур зарубежных чипов на соответствие тем требованиям, которые мы сформулировали после анализа огромного объема системных задач потенциальных пользователей будущей ЭКБ. Мы почувствовали, что сможем реализовать в будущих чипах по крайней мере не худшие решения, "выстраданные" за последние 15 лет. Ведь понятно, что зарубежные фирмы являются заложницами собственных требований совместимости "снизу вверх" новых серий ИС по отношению к старым, для которых в предшествующие 10–20 лет уже разработан немислимый объем программного обеспечения. И это просто так не выбросишь. А архитектурные решения, которые были приняты какой-нибудь видной зарубежной фирмой лет эдак 15–20 назад, при современных проектных нормах могут выглядеть анахронизмом. Поэтому просто так технические решения в области СБИС копировать нельзя.

Но это не означает, что нельзя воспроизводить решения маркетинговые, т.е. работать в тех направлениях, экономическая целесообразность которых подтверждена существующим рынком зарубежных микросхем. Ведь ведущие фирмы-производители DSP выпускают приборы для определенных рыночных ниш. Одновременно должны существовать и младшие, и старшие модели DSP — каждая для своего применения. Эти маркетинговые ячейки требуют пристального внимания. Именно их мы и собираемся занять своими изделиями — ведь за ними стоит устойчивый спрос, не только в мире, но и в России. Это — маркетинговая идея первого этапа развития технологии: по возможности полностью заместить своей продукцией самые популярные и у нас, и за рубежом классы ИС обработки сигналов.

Однако для конкуренции с лучшими зарубежными изделиями одних добрых намерений мало. Мы заложили в технологию "Мультикор" ряд базисных принципов, которые, как мы надеемся, помогут в этой борьбе. Среди них — масштабируемость вычислительного потенциала проектируемых чипов: возможность создавать как маломощные микроконтроллеры с умеренной производительностью и низким энергопотреблением для встраиваемых и мобильных применений, так и чипы огромной производительности для мощных систем обработки (к примеру, радарных). Поэтому еще 15 лет назад мы ориентировались на программируемые форматы данных. Много усилий было потрачено на поддержку вычислений с плавающей точкой. Мы считаем, что применение процессоров без плавающей точки будет ограничено. Связано это в первую очередь с увеличением в современных системах динамического диапазона обрабатываемых сигналов и широким использованием методов адаптивной обработки, требующих решения систем уравнений большого порядка. На первом этапе мы специально не стали делать в наших процессорах глубоко конвейеризованный вычислитель, так как трудности программирования подобных архитектур и затраты на создание средств программирования для них просто огромны. Тем не менее нам удалось достичь прекрасных результатов по производительности процессоров — не хуже, чем у зарубежных аналогов. Конечно, мы проработали и в ближайшем будущем реализуем решения для еще более мощных процессоров, с глубоким конвейером, для особенных, очень высокопроизводительных сигнальных систем. Важно также, что удалась наша старая идея: разместить в одной многоядерной "системе на кристалле" и DSP-ядро в качестве мощного элемента обработки, и ядро RISC-процессора как стабильную и универсальную компоненту чипа. Таким образом, какой бы производительности процессоры мы ни делали, с точки зрения программирования они будут очень похожи, поскольку общая концепция программирования во многом определяется RISC-контрол-





лером и общей для всех серий "Мультикор" архитектурной концепцией "процессор-сопроцессор". Это создает устойчивость всей палитры элементной базы. Во всем ряду – от младших моделей до старших – действует единая концепция программирования. Как бы дальше ни развивалось это семейство, разработчику не придется отказываться от своих прежних наработок в течение 10 и более лет. В этот период мы гарантируем не только преемственность наработок в ПО, причем в любом технологическом базисе, но и развитие линейки "Мультикор"-серий.

В 2003 году нам удалось получить два работающих кристалла – "Мультикор-12S" (MC12S) и "Мультикор-24" (MC24S). Пока это опытные образцы. Проект был выполнен в кратчайшие сроки, в среднем по 6-месячному маршруту проектирования: один из процессоров начат в январе, другой – в июне прошлого года. Большую роль в этом успехе сыграл коллектив дизайн-центра "Ангстрем-М". Под техническим руководством заместителя директора этого центра И.В.Заболотнова удалось решить проблему топологического проектирования кристаллов объемом в 4 млн. транзисторов. А серийные образцы "Мультикоров" содержат уже 15 млн. транзисторов. Кристаллы были изготовлены по технологии 0,25 мкм и, помимо RISC-ядра, содержат DSP-ядро (в MC24S это вдвоенное вычислительное ядро). Производительность процессоров – порядка 300 и 600 Mflops, соответственно. Напомню, 600 Mflops – это быстродействие процессора SHARC ADSP21160N компании Analog Devices, который три года назад был флагманом производительности по арифметике с плавающей точкой на мировом рынке и поставки которого до сих пор на российский рынок сильно ограничены.

Серийный запуск этих процессоров запланирован на начало 2004 года. Кроме того, в середине года мы планируем изготовить процессор на основе технологии "Мультикор" с производительностью 2400 Mflops и свыше 14 млрд. оп./с для байтовых форматов данных. Понятно, что уровень данного кристалла, разрабатываемого по 0,25-мкм технологии, соответствует уровню производительности самого мощного нового чипа DSP Tiger SHARC (TS201, 0,13-мкм, 3600 Mflops) от фирмы Analog Devices. Данный проект проводится по заказу и с участием НИИСИ РАН. Отработанная методология проектирования "система-на-кристалле" позволяет нам существенно сократить сроки разработки мощных чипов. Если мы воплотим задуманное, то уже нельзя будет говорить об отставании российской электроники в области контроллеров и DSP.

В целом же, платформа "Мультикор" – это не только чипы, содержащие набор программируемых ядер, объединенных единой концепцией, плюс некий набор периферийных элементов, интерфейсов, программ отладки и т.п. Прежде всего, это – технология проектирования СБИС, базирующаяся на наборе "повторно используемых" базовых элементов (IP-блоков или "сложнофункциональных" блоков), позволяющих быстро синтезировать необходимый компонент кристалла с заданным набором функций и возможностей.

Но технология разработки кристаллов – это еще не все. Не менее важна технология разработки систем. Мы создаем системный конструктор ("Мультикор – конструктор") на основе набора СБИС, позволяющий разработчику РЭА легко создавать как сильно связанные, так и распределенные и децентрализованные системы. Это очень важный момент: ведь существуют две концепции построения систем управления – сосредоточенные (централизованные) системы и распределенные. Первая подразумевает мощнейший центральный процессор, обязательно произведенный на основе технологии с предельными нормами, и достаточно примитивные периферийные датчики. Распределенные системы менее требовательны к

быстродействию элементной базы, но предполагают более сложную системную разработку, так как многие интеллектуальные функции выполняются именно датчиками. В нашей стране к концу 80-х была довольно развитая школа распределенных систем управления и вычислений. Однако после 15-летнего зстоя с удивлением обнаруживается, что большинство отечественных фирм вновь оказались в эпохе централизованных систем управления. Будущее же, безусловно, за распределенными системами управления. Поэтому мы и стараемся реализовать системный конструктор – комплект СБИС прежде всего для построения распределенных систем. В стране и сегодня существуют прекрасные научные школы в области распределенных систем управления и обработки информации. С некоторыми мы уже работаем и надеемся на поддержку остальных.

Системный конструктор – это не только процессоры "Мультикор". Он включает элементы системного сопряжения (бриджи, коммутаторы, оконечные контроллеры), аналого-цифровые элементы предварительной обработки в предметных областях, некоторые проблемно ориентированные СБИС. Конструктор ориентирован на гиперлинки – высокоскоростные последовательные каналы передачи данных, которые позволяют непосредственно соединять кристаллы между собой на расстоянии в десятки метров. В конструктор входит и разнообразное программное обеспечение, средства отладки и моделирования, инструментальные платы и т.д.

Очень важно, что такой технологией, как "Мультикор", до недавнего времени владели не более десятка фирм в мире – Philips, Hitachi, Toshiba, Sony и др. Причем, такие пионеры этих технологий, как Philips и Hitachi, использовали их для производства широкого класса бытовых устройств. IP-ядерные технологии проектирования СБИС позволили фирмам-лидерам быстро выпустить на рынок новые невиданные ранее компоненты, поддерживающие различные стандарты мультимедийной обработки (звук, видео и т.д.). Стоимость же этих технологий исчислялась сотнями миллионов долларов, и никто их не продавал. Более того, зачастую не продавали даже микросхемы, предлагая сразу же модульные решения в виде плат или систем "под ключ", в которых стоимость произведенных чипов вырастала в десятки и сотни раз. Вот такого уровня технологией мы сейчас и владеем. Это серьезное отечественное явление, которым надо уметь воспользоваться.

### **Процессоры серии "Мультикор" будут продаваться без ограничений?**

Да. Мы с самого начала заявили, что поддерживаем идею, согласно которой каждый разработчик РЭА имеет право купить "свой Мультикор". Реализация этой идеи началась с того, что тестовое инструментальное ПО для разработчиков аппаратуры на базе наших чипов (MultiCore Studio, включая симуляторы, компиляторы и т.д.) мы стали передавать бесплатно, и уже роздали несколько десятков CD-дисков с этим ПО. В первой половине года должны начаться продажи процессоров. Одновременно появится рабочий вариант инструментального ПО и отладочных плат с нашими сигнальными процессорами.

Действительно, можно разработать чипы только для себя, никому их не продавать, а всю "коммерческую" выгоду получать от взаимодействия с одной-двумя крупными системными фирмами. Мы тоже взаимодействуем с системными фирмами – отечественными лидерами в разработке РЭА, но при этом считаем, что доступ к микросхемам всех остальных потребителей должен быть свободным. Расчет строится на том, что все фирмы, которые будут использовать микросхемы "Мультикор", станут улучшать и развивать эту технологию вместе с нами: разрабатывать ПО для данной платформы, со-

здавать библиотеки, т.е. в конечном итоге вместе с нами выведут ее на принципиально новый мировой уровень. "Мультикор" имеет все шансы стать "народным" чиповым проектом.

**Сейчас все говорят о новой методологии проектирования типа "система на кристалле", причем зачастую преподносят ее как панацею от всех проблем отечественной электроники. Как вы относитесь к этому становящемуся "общественно-политическим" движению в целом?**

К этому движению у нас хорошее отношение, тем более что мы – одни из его зачинателей и активных участников. Но отметим и некоторые проблемы.

Понятие "система на кристалле" (СнК или SoC) имеет двойственный смысл. Это и способ проектирования СБИС (способ борьбы со сложностью) и собственно физическая реализация сложной системы на одном кристалле. Мы рассматриваем СнК, прежде всего, как способ разработки кристаллов. Некоторые же видят в СнК непосредственно аппаратную систему на одном кристалле, которые все вот-вот начнут разрабатывать и производить. Но это не реально по множеству причин. Основные из них – всякий новый элемент должен проходить испытания, его надо отладить, аттестовать и т.д. Это – время и деньги, не говоря уж, что на каждом этапе могут возникнуть проблемы. Кроме того, производство СБИС подразумевает серийность – иначе это невероятно дорого для заказчиков и не интересно фабрикам-производителям. Со штучными заказами никто из изготовителей работать не хочет как внутри страны, так и за рубежом. Ведь и во всем мире никто по каждому поводу не создает уникальную "систему на кристалле" – все стремятся создать некий универсальный набор компонентов.

Поэтому мы стремимся использовать технологию проектирования "система на кристалле" прежде всего как эффективный инструмент для создания базового уровня универсальных микросхем серии "Мультикор". При этом основная цель – как можно больше задач в промышленности решать как можно меньшим числом типов микросхем, выпускаемых большими сериями. Другого пути все равно нет просто по экономическим соображениям. Помимо универсальных серий "Мультикор" мы развиваем проблемно ориентированные системы на кристалле – для космоса, для связи и т.д., словом, для тех задач, где применение универсальных компонентов не оптимально. Микросхемы останутся универсальными, но мы стараемся "окрасить" их специфическими для каждой предметной области возможностями. Это относится, прежде всего, к аналоговой части, к специальным процессорным ядрам и т.д. На этом уровне и надо в первую очередь использовать потенциал отечественных дизайн-центров.

Что касается собственно узкоспециализированных "систем на кристалле" – они целесообразны только в исключительных случаях: если предполагается гигантская серия (сотовые телефоны, массовая бытовая аппаратура, цифровое телевидение и т.п.). Или невозможно вписаться в массогабаритные или энергетические характеристики, а цена уже не имеет значения. Либо какой-нибудь фирме очень хочется реализовать подобный проект по соображениям престижа. Специализированные СнК в отечественных условиях редко бывают оправданы экономически. Но почему-то наша научно-техническая общественность сразу заинтересовалась именно ими, забыв про предыдущие базовые уровни, где как раз проявляется основная экономическая и техническая целесообразность технологии СнК.

Но, повторюсь, СнК – это очень дорого: каждый запуск в производство стоит сотни тысяч долларов. Кроме того, если нет

сколько-нибудь крупной серии, никакая зарубежная фабрика не захочет с таким заказчиком связываться. Многие по старой привычке ассоциируют СнК с базовыми матричными кристаллами, где серийность не имела столь высокого значения. Но СнК – это не замена базовых матричных кристаллов, они намного сложнее и дороже. Поэтому наделать десятки или сотни типов СнК партиями по несколько десятков штук вряд ли удастся. Более того, даже если у нас появятся свои фабрики, они по тем же самым экономическим соображениям не станут производить штучные СнК. Необходимо заботиться о серийности, а это подразумевает определенную универсальность подобного чипового проекта, что гарантируется, прежде всего, опытом разработчика СнК как в предметной области РЭА, так и в понимании приложения принимаемых в чипе решений в рамках всего обозримого потенциального рынка. То есть уровнем системного мышления разработчика СнК. Поэтому массового характера производство специализированных СнК в России не приобретет. Тем не менее, специализированная система на кристалле – самое мощное средство микроминиатюризации сложных систем, и нам просто необходимо проводить здесь серьезные исследования. Лучший способ для этого – реализация совместно с мощными системными фирмами реальных проектов специализированных систем на кристалле. Интерес к таким проектам сейчас проявляют и РАСУ, и Минобороны. Существуют и коммерческие проекты.

Однако на данном этапе развития, возможно, даже более важно, что впервые за многие годы сделана попытка консолидации сил многих наших разработчиков. Впервые все пытаются научиться говорить на одном языке. И великая заслуга лозунга "системы на кристалле" – в том, что впервые за 15–20 лет системные фирмы вновь обратили внимание на отечественную элементную базу, поверили, что мы все вместе здесь можем что-то создать. Разработчики элементной базы и системщики вновь начинают общаться, строить планы – и это хорошо. Налаживаются связи между дизайн-центрами. Например, мы сейчас активно работаем с НИИМА "Прогресс" по программе создания чипсета для цифрового телевидения. В этом проекте НИИМА "Прогресс" выступает интеграционным центром, мы разрабатываем один из элементов наших совместных СнК, причем передаем свое процессорное ядро в виде топологии. Мы активно работаем с НИИСИ РАН над созданием очень мощного процессора обработки сигналов, и в данном проекте тоже используются ядра из IP – библиотеки платформы "Мультикор". Примечательно, что топологическим проектированием занимаемся не мы, а компания "Ангстрем-М". Кроме того, отдельные блоки для наших чипов разработала фирма "Ангстрем-СБИС" – некогда наша отраслевая лаборатория в МИФИ, а сейчас – независимый и успешно работающий дизайн-центр. Взаимодействуем мы и с другими дизайн-центрами. Мощные отечественные фирмы впервые за долгие годы не просто вписывают в перечень повторение зарубежной элементной базы, но активно и заинтересованно обсуждают возможность создания своих комплектов СБИС. Полагаю, что именно идеология "систем на кристалле" и ее первые успехи позволяют преодолевать "вавилонское смешение языков" в промышленности. Даже одно это чрезвычайно важно, но ведь технология сулит огромные практические результаты!

Не менее значимый фактор – создание инфраструктуры дизайн-центров в России. Именно дизайн-центры выступают аккумуляторами и проводниками самых передовых технологий проектирования, что демонстрирует и мировой опыт. Но их надо поставить на ноги и оснастить средствами проектирования. Часто это не под силу отдельным фирмам. Существует программа инвестирования



дизайн-центров, в рамках которой предполагалось и оснащение нашего центра, но, к сожалению, планы пока остаются планами.

**Хорошо известно, что в России одна из основных проблем при передаче IP-блоков – это решение вопросов права на интеллектуальную собственность. Как вы справляетесь с этой задачей?**

Не могу сказать, что это основная проблема и даже не могу сказать, что пока это вообще проблема. Но вопрос может мгновенно вырасти в проблему, если к этому приложат руки чиновники различных ведомств – умышленно или нечаянно, по классическому принципу "хотелось, как лучше..." Поэтому надо обозначить суть возможной проблемы.

Если фирма частная и выполняла работы за свой счет, то проблемы с интеллектуальной собственностью типично российские – не дать украсть и попытаться наказать за украденное. Сложнее – в областях с государственным финансированием. Если фирма полностью финансируется государством и реализует свою продукцию тоже государству, то проблема остается в "свернутом" виде. Как только возникают любые смешанные случаи (смешанное финансирование разработок технологии, коммерческая реализация продукции как внутри страны, так и за рубежом), то проблема прав на интеллектуальную собственность встает в полный рост. Она не нова и успешно решается в промышленно развитых странах.

Ведь примечательно, что термин IP – интеллектуальная собственность (intellectual property) – у нас в документах переводят как "сложнофункциональный" блок. При этом отражена только малая смысловая часть понятия IP-блока: только то, что он сложный и функциональный. Все поставлено с ног на голову, а ведь суть термина "IP-блок" – что это чья-то собственность, которую можно купить (продать) и повторно использовать с целью сокращения времени выхода на рынок. Но в целом – это лишь одно из проявлений общей проблемы, связанной со складывающейся в стране ситуацией с правами на интеллектуальную собственность, полученную в ходе выполнения государственного контракта.

К примеру, государственное ведомство заказывает нам проект. Если государство претендует на полную собственность, т.е. не только на разработку конкретной микросхемы (на которую у него все права), но и на ее части (IP-ядра), то мы начинаем думать, а не вытянет ли потом государство за эту удочку все наши технологические наработки – те же IP-ядра или ПО, которые мы сделали еще до заключения контракта и на совершенно другие деньги (например, за счет внутренних средств фирмы или на деньги другого заказчика). Возникает много вопросов. Прежде всего, надо ли вкладывать душу, сердце и наши сокровенные технологии в такие заказы или выдавать что "поплоче", и тем самым снижать уровень разработки и тормозить развитие, что нам совершенно не по душе, поскольку привыкли делать проекты "на совесть"? Не использует ли государственное ведомство полученные от нас технологии для своеобразного промышленного шпионажа в пользу других, более "равных" компаний? Как решать вопросы поддержки и сопровождения IP-блоков при их бесплатной передаче? И вообще, каков механизм лицензирования такой передачи? Перечень можно продолжить.

Впервые мы столкнулись с одной из этих проблем при взаимодействии с НИИМА "Прогресс" в ходе работ по цифровому телевидению. Как первопроходцы, мы совместно обрабатываем вопросы передачи интеллектуальной собственности, нарабатываем определенные технологии передачи, поддержки и использования наших процессорных ядер. Надо отдать должное коллегам из НИИМА "Прогресс" и лично его директору В.Г.Немудрову, так как они дей-

ствительно хотят структурировать и развивать технологию СнК во всех ее сложных проявлениях, как технических, так и организационных. За нашим совместным опытом внимательно и заинтересованно наблюдают в РАСУ и Минпромнауки.

Можно обратиться к опыту США в вопросе регулирования собственности при госзаказе. В начале 80-х США приняли основополагающий закон Бэя-Доула (Bayh and Dole), в соответствии с которым исключительные права на объекты промышленной собственности, полученные в ходе выполнения правительственного заказа, остаются у фирмы-разработчика. Интересно, что закон был принят как раз накануне большой "накачки" американской промышленности оборонными деньгами для развития программы "звездных войн". Чтобы промышленность отозвалась рекордными технологиями, и ничего не пыталась при этом утаить, ей дали возможность оставить все себе и использовать наработки в коммерческой деятельности. В законе было положение, позволяющее государству в особых случаях (к примеру, при ликвидации компании) передавать права интеллектуальной собственности для стратегически значимых проектов другой фирме. Но, насколько мне известно, это положение практически не применялось. Триллионные инвестиции оборонки в промышленность окупались сторицей. В 90-е годы США превратилось в государство, монопольно владеющее практически всеми современными технологиями.

Сегодня, после экономического спада, ситуация в США повторяется. Под лозунгом борьбы с терроризмом государство опять начало инвестировать средства в промышленность. И в этот момент вновь начинается обсуждение закона об интеллектуальной собственности, суть которого – отмена положения, позволяющего при определенных условиях отбирать у фирмы ее интеллектуальную собственность. Почему прагматичные американцы идут на это? Нетрудно догадаться – через несколько лет промышленность, защищенная законом от изъятия разработок, опять "выстрелит" технологиями, разогнавшись на оборонных деньгах.

Нам бы подумать об этом. Еще есть время. Тем более что официальные механизмы возвращения денег государству, кроме налогов, просто неизвестны. Так, может быть, мы станем возвращать вложенное государством конкурентоспособной продукцией, рабочими местами для наших детей и налогами? Правовая база для этого есть, надо просто установить правоприменительную практику, аналогичную американской. К примеру, если в договоре с фирмой-разработчиком ЭКБ не указывать, что все права принадлежат заказчику, тогда в соответствии с законодательством (Статья 9<sup>1</sup> Патентного закона РФ) они в равной мере принадлежат и заказчику, и исполнителю. Поскольку заказчик практически никоим образом не сможет воспользоваться своими правами без создания параллельной дорогостоящей инфраструктуры, то все остается у исполнителя по факту. Конечно, надо заложить какие-то механизмы решений в форс-мажорных обстоятельствах. Государство при этом только выигрывает.

В целом же изъятие прав на интеллектуальную собственность у разработчика – это покушение на курицу, несущую золотые яйца. Ведь государство само по себе этими разработками воспользоваться не может. Хотя бы потому, что нет соответствующих структур. А ведь интеллектуальная собственность без умелого управления моментально превращается ни во что. Это – серьезная проблема, которая в области электроники может со временем стать камнем преткновения и разрушить то небольшое, что начинает сегодня появляться. Ведь технология СнК как раз и подразумевает активный обмен, продажу-покупку наработанных ядер как базовую часть всей затеи.



## Насколько важно появление технологии "Мультикор" и вашего системного конструктора для отечественной промышленности?

Оно гораздо важнее, чем это можно представить на первый взгляд. Принципиально, что мы создали не отдельный чип, а технологию. Почему-то никто не хочет замечать, что в электронике все определяют не организационные мероприятия – создание холдингов, смена директоров и т.д. Все определяет технология. Скажем, вся компьютерная индустрия строится на одном технологическом изобретении – микропроцессоре. А все остальное, включая Microsoft, – лишь надстройки над этой технологией. Именно технологии обусловили рождение и взлет таких могучих империй, как Intel или Apple. Мир знает и обратные примеры. Великая технологическая империя DEC (в лучшие годы она насчитывала до 120 тысяч работников) погибла из-за решения одного человека, ее руководителя, не оценившего нового технологического веяния и посчитавшего, что персональный компьютер – глупая выдумка, не достойная внимания фирмы. А ведь весь мир лежал у ног корпорации DEC, ибо она в наибольшей мере была готова к выпуску персональных компьютеров. Технические решения и технологии создают и разрушают промышленные империи.

Поэтому и в отечественной электронике реальные изменения возможны только при наличии новых технологий. Иначе мы так и будем создавать различные организационные структуры, которые в отрасли ровным счетом ничего не изменят. Хуже того, структуры, создаваемые под старые технологии, стремятся защищать себя всеми силами, и объективно могут препятствовать развитию технологий новых.

Разработанная нами технология "Мультикор" способна сильно повлиять на ситуацию. Причем наиболее явно – в области больших системных проектов. Во всем мире такие проекты, как, к примеру, создание истребителя пятого поколения, важны не только (а, может быть, и не столько) в плане изготовления конечного изделия, но и как полигон для новейших технологий. Полагаю, что одной из таких технологий мог бы стать "Мультикор", так как на его основе можно было бы эффективно построить многие бортовые системы.

Иными словами, наша технология двойного назначения способна оказать очень серьезное влияние на промышленность в целом. Это – и системы вооружений, и мультимедиа, и связь, и телевидение, и новая медицинская техника и т.д. И не только у нас в стране. Недавно в Нидерландах на конференции европейского аэрокосмического агентства доклад одного из ведущих идеологов платформы "Мультикор" – заместителя директора "ЭЛВИС"а по научной работе Татьяны Владимировны Солохиной – вызвал большой резонанс, поскольку наша системная разработка превосходит по уровню все, что есть или проектируется сейчас в Европе для перспективных космических систем.

Сейчас самое время делать новые технологии и занимать рынки. Уже сегодня на базе собственного чипсета мы разрабатываем платы обработки и сжатия изображения для наших систем видеонаблюдения. Мало того, что это в несколько раз дешевле по сравнению с DSP компании Texas Instruments. Это еще и вселяет уверенность, что нужные процессоры будут в нашем распоряжении всегда. Мы разрабатываем собственный радар для систем безопасности, позволяющий на расстоянии 1–2 км детектировать и распознавать любые подвижные объекты. Он также основывается на процессоре "Мультикор-24".

Огромные возможности открываются в области телекоммуникаций. Наша технология позволяет строить любые системы связи, включая и перспективные системы 3/4/5G и т.п. Но интерес в Рос-

сии к этой стратегической области пока слабый. Увы, мы не можем развивать все направления за свой счет...

## Спектр деятельности вашей компании довольно широк. Наверное, ГУП НПЦ "ЭЛВИС" – достаточно крупная фирма?

В новый век понятие крупной фирмы весьма относительно. С точки зрения отечественных традиций мы – фирма маленькая, всего 120 человек. Причем много молодежи. Но у нас 150 компьютеров. Это говорит о вооруженности коллектива – предпочитаем танковые полки конным армиям. По зарубежным понятиям мы – крупный дизайн-центр. Действует мощная система кооперации с ИРЭ РАН, МИЭТ, МИФИ, МФТИ, ФГУП "Субмикрон", АО "Инструментальные Системы" и другими фирмами. Этого достаточно для реализации многих перспективных проектов. Рамки нашей беседы не позволяют подробно остановиться на каждом из них. Из еще не упомянутых отмечу один – разработка технологии так называемых программируемых радиосистем\* (SDR – Software Defined Radio), суть которой в том, что часть аналогового тракта трансиверов можно реализовать цифровым способом. При этом возможно достижение уникальных характеристик – например, если для аналогового тракта реализовать соотношение сигнал/шум более 60 дБ очень сложно, то при цифровом тракте нетрудно добиться и 100 дБ. Такой проект мы сейчас заканчиваем, в этой области мы – пионеры в России. В первом полугодии 2004 года должны появиться наши первые СБИС для SDR, что даст уникальный инструмент разработчикам антенной и связанной аппаратуры – как гражданской, так и оборонной.

В целом же, на чем могут выезжать отечественные фирмы, – это на разработке сложных технологий и систем. Конкурировать с китайцами в области массового производства сейчас не может никто. Как только китайцы осознали, как делать то или иное изделие, прибор, систему – все, всякая конкуренция прекращается. Просто потому, что там чрезвычайно дешевая рабочая сила. Конкурировать надо в области сложных изделий, витиеватых технологий, которые не так просто понять. А именно это мы и умеем. Обратите внимание – практически все микрoeлектронное производство сегодня сосредоточено на Юго-Востоке. А большая часть прибыли оседает у компаний-разработчиков соответствующих технологий (главным образом – в США). Иногда в небольших фирмах из нескольких человек, которые потом лицензируют свои технологические достижения по всему миру. Мировая индустрия СБИС разделилась на фирмы-производители (foundry) и фирмы-разработчики (fables). При этом изготовители получают свои 15–20 % прибыли, а разработчики – сотни, а иногда и тысячи процентов. Это дает российским предприятиям исторический шанс поучаствовать в мировой гонке на уровне разработок. Если их, конечно, целенаправленно поддерживать.

**Остается только надеяться, что российские предприятия сумеют этим шансом воспользоваться. Успехов вам в столь непростом и редком для современной России деле, как создание и реализация новых технологий.**

С Я.Я. Петричковичем беседовали Б.И.Казуров и И.В.Шахнович

\*О технологии SDR см.: Щербак.Н. Программируемые радиостанции – будущее тактической связи. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2001, №5, с. 16.