

# "ПРОГРЕСС" В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СБИС



**Владимир Георгиевич, почему именно ваше предприятие взвалило на себя столь нелегкий груз – создание инфраструктуры проектирования СБИС нового уровня, так называемых систем на кристалле?**

НИИМА "Прогресс" сегодня – это отраслевой центр РАСУ. Но организован он был 15 лет назад как центр микроэлектроники в структуре Министерства промышленности средств связи (МПСС). Наше основное назначение – создание специализированных СБИС для телекоммуникации, радиосвязи, навигации, радиолокации и т.д. Институт пережил ряд ведомственных трансформаций, но постоянно оставался отраслевым центром по проектированию специализированных СБИС.

Специфика работы еще в рамках МПСС вынуждала постоянно контактировать с десятками аппаратостроительных предприятий различных ведомств, у нас в этом плане более широкий кругозор, чем у многих других организаций. Сложилась хорошая атмосфера с ведущими фирмами-поставщиками программных средств САПР – с Cadence, Synopsys, мы входим в VSIA-альянс, о котором я скажу отдельно, и потому имеем постоянный доступ к информации по новейшим разработкам в области методологии и средств САПР "система на кристалле". Теперь наш институт в РАСУ – отраслевой научный центр проектирования СБИС типа "система в кристалле" на основе субмикронной и глубокой субмикронной технологий. Видимо, поэтому именно на нас возложена функция межотраслевого центра, формирующего стратегию и тактику создания инфраструктуры проектирования СБИС нового поколения в рамках планируемой программы "Развитие технологий создания электронной компонентной базы" (в виде отдельной подпрограммы ФЦП "Национальная технологическая база"). Сегодня это – одна из первоочередных задач, поскольку очевидно, что подъем мощного полупроводникового производства требует значительно больших ресурсов и времени, чем создание современной инфраструктуры проектирования.

Наш институт всегда занимался разработкой конкретных проектов специализированных СБИС (ASIC), работали мы с отечественными и зарубежными фирмами. Только за последнее десятилетие спроектированы десятки СБИС на базе субмикронной и глубокой субмикронной технологий для систем передачи данных, радио-

Нашего нынешнего собеседника долго представлять не надо – Владимир Георгиевич Немудров, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, главный конструктор САПР СБИС "система на кристалле" РАСУ, с 1989 года возглавляет Научно-исследовательский институт микроэлектронной аппаратуры (НИИМА) "Прогресс". В 70-х годах Владимир Георгиевич в НИИМЭ впервые в стране разработал методы логико-схемотехнического проектирования цифровых быстродействующих БИС, на основе которых были созданы хорошо известные серии сверхбыстродействующих ИС 100, 500 и 700. Он был одним из основных создателей в начале 80-х годов отраслевого центра автоматизированного проектирования БИС в Минпромсвязи – предшественника НИИМА "Прогресс". Неудивительно, что сегодня именно на его плечи легла непростая задача создания инфраструктуры проектирования специализированных СБИС типа "система на кристалле" и весь комплекс сопряженных с этим проблем. Очевидно, что от эффективности решения данной задачи во многом зависит дальнейшая судьба российской электроники в целом.

связи по стандарту CDMA, для навигационных приемников GPS-Glonass и т.д.

В отличие от традиционного МЭПовского подхода (хотя сами мы в основном из МЭПа), когда внимание концентрировалось исключительно на микросхемах, наши разработчики всегда тесно взаимодействовали с разработчиками аппаратуры, которые выступали со-разработчиками создаваемых нами СБИС. Такой подход ускоряет путь к конечным изделиям. Например, при создании комплекта СБИС для абонентской станции CDMA совместно с Воронежским НИИ связи (ВНИИС) наши разработчики одновременно с разработчиками аппаратуры моделировали кристаллы на системном уровне, отрабатывали идеологию построения тестов и т.п., причем на единичных программно-аппаратных средствах. Именно это позволило завершить проект с первой итерации. Иными словами, мы апробировали новую методологию, когда разработчик аппаратуры проводит моделирование на системном уровне, отработку и верификацию проекта и выдает нам задание на языках описания VHDL или Verilog. Затем мы совместно отрабатываем тесты и воплощаем

схему в кристалле. Реализуется трехуровневая структура: разработка аппаратуры (системный уровень) – проектирование кристаллов СБИС (кристалльный уровень) – изготовление СБИС. Эту идеологию мы стараемся внедрить при создании новой инфраструктуры проектирования СБИС на ведущих предприятиях радиоэлектронного комплекса.

### **Как подобная структура будет реализована в масштабах России?**

Если говорить о системном уровне, выбраны базовые фирмы – холдинги, так называемые интегрированные структуры, при которых создается сеть дизайн-центров системного уровня. Они должны заниматься разработкой изделий на системном уровне и выдавать техническое задание на разработку кристаллов. За нами – научно-техническая и методологическая координация взаимодействия этих центров и центров следующих уровней. Мы предлагаем сквозной маршрут проектирования, набор единых программно-аппаратных средств, нормативную базу проектирования, проводим обучение персонала. Надо подготовить аппаратостроительные фирмы, которые в последнее десятилетие используют в основном импортную элементную базу – стандартные ИС, процессоры, память – и в полной мере не готовы к выдаче и сопровождению заказов на специализированную высокоинтегрированную элементную базу. Этим вопросом сегодня мы и заняты.

### **Но ведь подобный подход к разработке ИС применяют уже давно. Почему сегодня во всем мире стали говорить о новом уровне проектирования СБИС?**

Прежде всего, новизна в том, что СБИС "система на кристалле" (SOC – System on Chip) – это аппаратно-программная реализация на одном кристалле значительной (если не всей) функционально законченной части аппаратуры. Поэтому средства моделирования системного уровня как самой аппаратуры, так и кристаллов SOC одни и те же. За рубежом сейчас действуют сотни дизайн-центров при аппаратостроительных фирмах и масса отдельных дизайн-центров. И в них соработчиками элементной базы выступают разработчики аппаратуры. Они либо доводят проект до net-листа, который передается разработчикам кристаллов, либо делают только системный проект до RTL-уровня (уровень регистровых передач).

Кроме того, поскольку система на кристалле – изделие не только очень сложное, но и дорогое при небольших объемах выпуска, ошибки проектирования должны быть исключены. Поэтому в новой методологии, кроме математического моделирования, необходим этап создания прототипа устройства на базе неких специальных аппаратно-программных платформ, которые сегодня так и называются – алгоритмически ориентированные платформы проектирования. Они содержат некий джентльменский набор элементов – ПЛИС (программируемые логические ИС), процессорные ядра, память, определенную шинную архитектуру, интерфейсы и т.д., которые позволяют создать прототип схемы до ее воплощения в СБИС. А дальше разработчик решает, остановиться ему на уровне ПЛИС или производить специализированные СБИС SOC.

### **Насколько российские разработчики аппаратуры готовы к работе по такой схеме?**

Сегодня немногие отечественные аппаратостроительные фирмы обладают необходимым набором современных средств САПР и квалифицированных специалистов для решения подобных задач. Это, например, ВНИИС, РИРВ, РНИИ КП, ряд других фирм, которые способны грамотно провести весь цикл функционально-системного моделирования и прототипирования, и выдать в необходимом формате задание на разработку кристалла СБИС SOC. Важно расширить данный круг. Все аппаратостроительные фирмы должны обла-

дать средствами системно-функционального уровня проектирования и уметь их грамотно использовать. Если мы решим эту задачу в ближайшее время, то совершим значительный шаг вперед.

### **А что происходит на уровне разработки кристаллов?**

Здесь ситуация несколько лучше. Мы исходим из того, что определенная инфраструктура дизайн-центров кристалльного уровня уже существует. Правда, их недостаточно, на Западе и Юго-Востоке они исчисляются сотнями. При разработке специализированных СБИС требуются усилия дизайн-центров, специализирующихся в различных областях. Поэтому и за рубежом, и у нас велика потребность в узкоспециализированных дизайн-центрах. Само понятие проектирования СБИС SOC – это квинтэссенция схемотехников различного профиля.

Принципиально, что новая методология проектирования базируется на использовании так называемых сложных функциональных блоков (СФ-блоков). За рубежом их называют IP-блоки, т.е. блоки интеллектуальной собственности. СФ-блоки – это некие функционально законченные устройства (процессорные ядра, сигнальные процессоры, блоки жесткой логики, например декодер Витерби, АЦП и т.д.), которые отработаны, верифицированы и аттестованы либо в кристалле, либо на ПЛИСах. Их можно многократно использовать при проектировании различных схем SOC. Разработчик аппаратуры, имея системные модели СФ-блоков, задействует их при проектировании своего устройства, тем самым сокращая сроки разработки, увеличивая надежность и безошибочность проекта.

Сейчас очень важно разработать отечественную номенклатуру СФ-блоков, для этого привлечены такие известные фирмы, как "Элвис", "Ангстрем" "Микрон", ВНИИС, лаборатории вузов (прежде всего МИЭТ, МИФИ). Совместно мы отработаем методологию проектирования, создавая набор стандартов и нормативных документов, описывающих формирование СФ-блоков и их использование при проектировании. Библиотеки СФ-блоков наряду с созданными нашими "кремниевыми мастерскими" библиотеками микроэлементов позволят сформировать базовую инфраструктуру для перехода к новой методологии по схеме: СФ-блоки – на верхнем уровне, микроблиотеки – на нижнем уровне, плюс сквозной САПР, включающий системный, функциональный, логико-схемотехнический и физический уровни проектирования.

Кроме того, СФ-блоки – рыночный товар. На Западе бизнес СФ-блоков в этом году оценивается на уровне свыше 10 млрд. долл. только от продаж. Например, хорошо известные процессорные ядра ARM7, ARM9 компании ARM стоят порядка сотен тысяч долларов для разового использования. Сотни фирм вовлечены в эту индустрию, причем многие из них – совсем небольшие.

Более пяти лет назад я был на одном, можно сказать, историческом электронном форуме в Европе. Там собрались первые – вторые лица ведущих фирм – Intel, Texas Instruments, Motorola, Ericsson, Hitachi и т.д. – как полупроводниковых, так и аппаратостроительных. Что они обсуждали? Они констатировали, что наступила новая эра создания систем на кристалле и необходима новая методология проектирования SOC и новый алгоритм взаимодействия разработчиков систем и аппаратуры, собственно разработчиков СБИС SOC, а также производителей микросхем. Компании договаривались об обмене интеллектуальной собственностью в виде IP-блоков. Была образована специальная международная ассоциация Virtual Socket Interface Alliance (VSIA), куда вступил и НИИМА "Прогресс" – пока единственный от России. Задача этого альянса – формировать методологию проектирования SOC, стандарты на описание СФ-блоков и микроблиотек, маршруты проектирования СБИС SOC. Тем самым обеспечивается единая информационная

среда общения между различными фирмами. Казалось бы, такие мастодонты, как Motorola или Intel, могут все сами – нет, им также необходим интеллектуальный опыт и услуги других фирм. Проще и эффективнее что-то оперативно заимствовать за разумные деньги, но зато быстрее выйти на рынок и занять определенную нишу.

#### **А как у нас решается проблема интеллектуальной собственности, связанная с разработкой СФ-блоков?**

Мы работаем над этим, в начале будущего года должны появиться документы, регламентирующие права интеллектуальной собственности на СФ-блоки в России. Мы хотим взять за основу разработки VSIA-альянса, преломляя их в свете нашей действительности. Проблемы возникают, когда СФ-блоки разрабатываются в ходе некоего проекта за деньги заказчика, особенно если это спецзаказ. Здесь пока немало нерешенных вопросов. Но IP-блоки потому так и называются, что предназначены для повторного использования, иначе это просто фрагмент схемы.

#### **Насколько реально для российских разработчиков выйти на международный рынок СФ-блоков?**

У нас уже сейчас есть возможность, сделав СФ-блоки в соответствии с международными стандартами, продавать их на внешнем рынке. Можно – и нужно – войти в международный фонд IP-блоков. Но прежде всего России необходим свой банк СФ-блоков, который может быть создан под эгидой, например, Федерального фонда развития электронной техники. Нужна структура, что-то вроде альянса производителей, которая поможет регулировать отношения между разработчиками и потребителями, поможет войти в международный бизнес.

#### **А в России возможен в ближайшее время свободный рынок СФ-блоков?**

Думаю, да. И его нужно форсированно создавать. У нас еще достаточно много людей, которые способны найти здесь точку приложения. Надо только создать им адекватную рыночную инфраструктуру. К сожалению, у нас нет полной информации о всех дизайн-центрах кристалльного уровня. Но использовать мы должны все возможности. Повторюсь, на Западе очень много небольших дизайн-центров по 15–20 человек, специализирующихся на определенных тонких вещах. Аналогичные фирмы есть и у нас. Например, при МИФИ есть ЗАО "Ангстрем-СБИС" – возглавляемая Герасимовым небольшая группа специалистов, успешно работающая в области разработки АЦП и специализированных схем памяти, имеющая определенный задел. В рамках формируемой инфраструктуры они будут разрабатывать СФ-блоки по своему направлению. Можно назвать и другие небольшие группы, которые мы рассматриваем как партнеров при создании крупных систем на кристалле.

Характерный пример – сейчас мы с рядом институтов разрабатываем чипсет для цифрового телевидения. В него входят три схемы – селектор каналов, MPEG-декодер и COFDM-демодулятор. Последнее устройство – самое сложное, насчитывает более 10 млн. транзисторов и включает массу блоков жесткой логики, процессоры и т.д. Поэтому к его разработке мы привлекаем ряд фирм. Например, "Элвис" предлагает процессорное ядро на базе своей разработки Multisoge, аналого-цифровую часть разрабатывают МИЭТ и "Ангстрем-СБИС" и т.д. В комплексе этой разработки завязано 5–7 фирм. Задействованы и две алгоритмические фирмы – НИИ телевидения в Санкт-Петербурге (системная модель и отработка прототипа декодера MPEG2) и челябинский институт измерительной техники (системный проект и моделирование COFDM-демодулятора). Ряд СФ-блоков делаем сами. Затем все разработанные СФ-блоки мы будем интегрировать, формируя структуру кристаллов SOC.

#### **Складывается впечатление, что вы, как системный интегратор, монополизируете разработку СБИС в России.**

Конечно же, нет. Мы выступаем как головное предприятие в отдельных проектах – например, в разработке чипсета для цифрового телевидения, навигации и ряда других направлений. Кроме того, на нас сегодня, прежде всего, возложена задача научно-технической и методологической координации работ по созданию новой инфраструктуры проектирования СБИС SOC. Ведь у тех же "Ангстрема", "Элвиса", "Модуля" и других центров есть свои большие проекты. Число таких интеграторов SOC естественно ограничено – ведь для этой работы нужны очень дорогостоящие аппаратно-программные средства синтеза и моделирования проектов, реализации топологии, тестирования и верификации проектов SOC. Последняя проблема очень сложна – десятки миллионов транзисторов, колоссальное число конструкторско-технологических норм и ограничений, много тонкостей, связанных непосредственно с глубоким субмикронном. И чем дальше, тем будет сложнее. Поэтому для верификации больших проектов нужны колоссальные вычислительные мощности и дорогостоящие инструментальные средства. Далеко не все могут себе позволить обладать ими.

Мы понимаем, что невозможно объять необъятное, поэтому современными программно-аппаратными средствами системного уровня проектирования в первую очередь должны быть оснащены ведущие аппаратные фирмы. На втором уровне – кристалльном – достаточно 5–8 фирм-интеграторов. Они есть, их просто надо оснастить и предоставить им условия для совершенствования. Хорошо бы, чтоб их было больше, но в наших условиях это не реально – и по набору специалистов и по необходимым для этого вложениям. На Западе интегрирующих фирм тоже не так много. А вот инфраструктура разработчиков СФ-блоков, библиотек элементов должна быть максимально широкой, с привлечением лабораторий академических институтов РАН и ведущих вузов.

#### **Что препятствует массовому появлению подобных дизайн-центров?**

Прежде всего, существует кадровая проблема. Многие наши специалисты работают на такие центры, как Motorola, Samsung и др. Иностранцы в силу известных материальных причин забирают лучших дизайнеров. К сожалению, у нас не решен ряд правовых вопросов, в результате зарубежные компании в России оказываются в лучших условиях с точки зрения налоговой ответственности, чем российские фирмы. Подобная практика противоречит опыту развитых стран. Наши специалисты из "Прогресса" много работали по заказам зарубежных фирм – в Германии, Великобритании, в Италии и США, в Южной Корее и на Тайване. И везде – строжайшее и четкое отслеживание того, чтобы все было в рамках действующего законодательства данной страны. Например, группа наших специалистов работала в известном Мюнхенском центре микроэлектроники по заказу фирм Motorola и VLSI Technology, представленных в Германии дочерними компаниями. И в соответствии с контрактами достаточно крупная сумма выплачивалась в бюджет земли Бавария – в соответствии с действующим немецким налоговым законодательством. Эти вопросы требуют решения на законодательном уровне. Безусловно, наши специалисты могут работать где угодно, но использующие их фирмы должны нести полную ответственность за них и полное налоговое бремя.

Вопрос этот, конечно, достаточно тонкий, поскольку специалист, даже работая на зарубежную фирму, даже полулегально с точки зрения оплаты труда, работает на российской земле – а это лучше, чем если бы он просто уехал за рубеж или сменил бы специальность. Здесь нужен нормальный цивилизованный подход, как это

сделано во всех цивилизованных странах, – и не более того. Все субъекты деятельности в одной стране должны быть в равных условиях – будь то дизайн-центр ФГУП НИИМА "Прогресс", ЗАО НТЦ "Модуль" или российский дизайн-центр фирмы Motorola.

Кадровый вопрос в деле формирования дизайн-центров – один из важнейших. Подготовкой специалистов сегодня занимаются и в МИЭТе, и в МИРЭА, и в МИФИ. Был период, когда молодые люди охладели к этой специализации, поскольку не видели перспектив. Сейчас вновь обозначился интерес не просто к специальности программиста, но и к разработке и проектированию в области микроэлектроники. Перелом произошел. К нам приходят молодые ребята – и если правильно поставить процесс обучения, они через год-полтора становятся ведущими специалистами. Мы стараемся создать им такие же материальные условия, как и в российских дизайн-центрах зарубежных фирм – для этого сегодня есть все основания. А то, что часть специалистов работает в иностранных фирмах, надо воспринимать как должное.

Другой важный вопрос – это систематическое совершенствование квалификации работающих специалистов дизайн-центров всех уровней. Мы сейчас с рядом зарубежных фирм прорабатываем вопрос открытия в ближайшее время современного тренинг-центра по подготовке специалистов в области автоматизированного проектирования систем на кристалле.

### **Вы говорили о разработке собственно схем. А инструментальные средства САПР предполагается использовать зарубежные?**

В основном, да. Однако и в этой области есть поле деятельности для наших компаний, несмотря на то, что средствами САПР в России в последнее десятилетие практически не занимались. Сейчас очевидно, что не надо создавать все средства в полном объеме, как в пакетах Cadence или Synopsys. На Западе сейчас десятки небольших фирм, по 10–15 человек, в отдельных областях делают хорошие продукты, которые затем встраиваются в общую цепочку маршрута проектирования, со стандартными интерфейсами. То же самое возможно и у нас. Есть еще, особенно в вузах и институтах РАН, коллективы, способные в отдельных подсистемах – логического синтеза, синтеза топологии, тестирования, верификации – сделать программные продукты, которые могут быть встроены в единую систему проектирования СБИС SOC.

### **Есть ли подобные примеры?**

Пожалуйста. В Институте проблем проектирования в микроэлектронике РАН (бывший НИИ САПР РАН) по заказу фирмы Motorola разрабатываются очень хорошие продукты. Есть и другие примеры. Но нужно понимать, что затраты на создание новых программных средств САПР колоссальны. Скажем, известная фирма Cadence только в этом году и только на НИОКР потратила 250 млн. долл. собственных ресурсов. В России сложно найти такие средства, но отдельные подсистемы развивать нужно. Специалисты в данной области появляются, и они нужны, не случайно та же Cadence открыла в МИЭТе центр подготовки таких специалистов.

### **Но СБИС мало разработать – ее надо еще и произвести.**

Это уже третий уровень в нашей инфраструктуре – "кремниевые мастерские". Отечественные заводы хорошо известны – "Ангстрем", "Микрон", сюда же можно отнести минский "Интеграл", должна быть запущена 0,35-мкм технологическая линия в Институте системных исследований (ИСИ) РАН. Мы планируем ориентировать библиотеки СФ-блоков и микроэлементов на наши кремниевые мастерские, чтобы максимально использовать их ресурс. Вопрос стоит так – для субмикронной технологии мы используем возможности отечественных производителей. Если же

необходим уровень глубокого субмикрона – используем зарубежные "кремниевые мастерские" в Юго-Восточной Азии и Европе. Этот механизм отработан и нами, и НТЦ "Модуль", и в ИСИ РАН, рядом других фирм. Наш опыт исчисляется десятилетием, мы работали и с кремниевой мастерской из Силиконовой Долины в Калифорнии, сейчас интенсивно работаем с Тайванем, с Германией, с Южной Кореей. Одно из самых дешевых мест сейчас – тайваньская Кремниевая Долина. Причем с точки зрения скорости исполнения и корректности там все на высоте. Механизмы передачи информации и верификации проектов отработаны, так что технических проблем нет.

Но мое мнение – нужно изыскивать средства, чтобы создать и в России одну-две мощные полупроводниковые фабрики, которые могли бы работать на самом современном уровне. Здесь крайне интересен опыт Китая, построившего в последние годы ряд мощных субмикронных производств.

### **Вы можете привести примеры перспективных для российских разработчиков областей?**

Про цифровое телевидение и радиовещание я уже говорил. Очень перспективны связанные абонентские терминалы со встроенными навигационными приемниками. Мы уже создали один из лучших в мире по функциональным и массогабаритным характеристикам навигационный приемник GPS-Glonass и пытаемся продвинуть проект по выпуску терминалов спутниковой связи со встроенным навигационным приемником. Если проект удастся, он позволит выйти и на внешний рынок.

В области радионавигации, однозначно уверен, приемники GPS-Glonass и системы на их основе в автомобильном транспорте, в авиации, на железной дороге должны быть только отечественные. Уже сейчас мы совместно с НИИ РИРВ создаем систему на двух кристаллах, возможен и однокристалльный двухсистемный приемник. Но для успешной реализации крупных проектов должны прозойти определенные процессы на уровне формирования и регулирования отечественного радиоэлектронного рынка.

### **О каких процессах идет речь?**

Нужен здоровый протекционизм. Я говорю только про близкие нам области – радионавигацию, цифровое телевидение и радиовещание, радиосвязь. Зачем отдавать их на откуп зарубежным фирмам? Скажем, за два года мы сделаем чипсет для цифрового телевидения. Но нужно, чтобы отечественные производители оборудования на его основе не захлебнулись в потоке зарубежных приставок и цифровых приемников, который неизбежно хлынет, как в свое время – абонентские станции сотовой связи.

Соответствующие структуры должны четко отслеживать перспективные области, знать о появлении новых образцов и обеспечивать им режим благоприятствования. Нужна взаимная заинтересованность производителей и министерств-потребителей, которые должны отслеживать ситуацию и создавать режим благоприятствования для конкурентоспособной отечественной продукции.

Возникает еще одна проблема, которая выходит за рамки нашего сегодняшнего разговора – организация массового производства. Я наблюдал, как на Тайване массовое производство абонентских терминалов радионавигации развернули в течение нескольких месяцев. Это – наша ахиллесова пята, данная проблема остро стоит перед отечественными аппаратостроительными фирмами. Надеюсь, соответствующая инфраструктура для ее решения будет создана.

### **Достаточно ли средств, выделенных в рамках программы "Национальная технологическая база" для решения поставленных перед вами задач?**

Стартовать необходимо в рамках выделяемых ресурсов. С 2004 года, с появлением отдельной подпрограммы со значительно большими ресурсами, можно будет решить многие проблемы, связанные с созданием новой инфраструктуры проектирования. Средств в рамках конкурсов НИОКР, плюс средства на инвестиционные проекты, плюс собственные ресурсы предприятий, должно хватить для первого этапа. А с 2006 года – второй этап программы, но там ситуация должна измениться, надеюсь, появится ощутимый поток инвестиций в отрасль.

#### Что нужно, чтобы этот поток возник?

Следует доказать, что в России можно разрабатывать конкурентоспособные системы на кристалле, на их основе создавать конкурентоспособную аппаратуру разного назначения, интересную не только здесь, но и на внешнем рынке. Все в значительной степени зависит от самих разработчиков. На рынке должно появиться новое поколение аппаратуры – не только специального назначения, но и массовой.

Я надеюсь, что реализация предложенного в рамках программы комплекса инвестиционных проектов и НИОКР позволит создать принципиально новую отечественную научно-технологическую и промышленную инфраструктуру разработчиков и производителей электронной компонентной базы и радиоэлектронных систем. И будет выгодно вкладывать значительные инвестиции в высокотехнологичные проекты в этой сфере. По крайней мере, НИИМА "Прогресс" сделает для этого все от себя зависящее.

**В этом случае остается только пожелать разработчикам успешной работы.**

С В.Г.Немудровым беседовали Б.И.Казуров и И.В.Шахнович



**Светит кремний,  
светит ярко.**

Компания STMicroelectronics объявила о разработанной технологии изготовления светоизлучающих кремниевых структур, по эффективности не уступающих традиционным светоизлучающим полупроводниковым материалам типа GaAs. Данная разработка может открыть новое направление в микроэлектронике и интегральной оптике, когда на одном кремниевом кристалле реализуются оптические и электрические элементы ИС. По словам разработчиков, новая структура представляет собой слой SiO<sub>2</sub>, содержащий нанокристаллы кремния (диаметром 1–2 нм), в который имплантированы ионы редкоземельных металлов, например эрбия или церия. Частота излучения такой структуры определяется типом примеси, а ее квантовая эффективность по крайней мере на два порядка выше, чем у известных на сегодня кремниевых светоизлучающих материалов и сопоставима с материалами группы A<sup>3</sup>B<sup>5</sup>, используемыми в светодиодах.

Область применения ИС на основе предлагаемой технологии может оказаться крайне большой. Например, ИС управления мощными электрическими системами, в которых схема управления оптически развязана с силовыми ключами. STMicroelectronics запатентовала структуру ИС, в которой две отдельные схемы, реализованные на одной кремниевой подложке, электрически изолированы слоем SiO<sub>2</sub>, но имеют оптическую связь. Подобные схемы найдут широкое применение в силовой электронике, опытные образцы ожидаются к концу 2002 года. Не менее обширная ниша для новой технологии – ИС для телекоммуникационных волоконно-оптических систем, в том числе – с технологией DWDM.

По материалам STMicroelectronics