

# Тенденции рынка ПЛИС (FPGA) и новинки модульных компонентов на базе программируемой логики

**Антон Реутов (Москва)**

**В статье представлены тенденции развития рынка микросхем программируемой логики (ПЛИС), кратко обсуждены особенности новых микросхем ПЛИС и мезонинных модулей на основе программируемой логики.**

Процессор – микроконтроллер – система на кристалле (SoC) – ПЛИС (FPGA). Микросхемы программируемой логики (field programmable gate array, FPGA) за 20-летнюю историю своего развития прошли путь от средств макетирования до полноправной элементной базы телекоммуникационного оборудования, систем сбора данных и потребительской электроники. В конкурентной борьбе с процессорами и микроконтроллерами за первенство в быстродействии и экономичности ПЛИС опираются на те же технологии субмикронной литографии, напряжённого кремния, медных проводников и специальных диэлектриков.

В конструкции микросхем программируемой логики реализуются технологии, подобные технологии Programmable Power в ПЛИС компании Altera, позволяющей достичь максимальной производительности одним блоком микросхемы и минимизировать энергопотребление всех остальных. Аналогичные технологии, например nanoWatt, используются для повышения энергетической эффективности микроконтроллеров. При необходимости на базе ПЛИС можно реализовать специализированную микросхему (технология HardCopy Structured ASIC компании Altera), что позволит сохранить уровень энергопотребления при повышении быстродействия.

В современных ПЛИС семейств LatticeECP2 или LatticeECP2M компании Lattice Semiconductor имеются вычислительные ядра с тактовой частотой 375 МГц, умножители, встроенная память, интерфейс DDR2 и 10-Гб

интерфейс SPI4.2. Микросхемы LatticeECP2M содержат аппаратные ресурсы, необходимые для поддержки интерфейсов PCI Express, Gigabit Ethernet и Serial RapidIO.

Компания Xilinx встраивает в свои микросхемы Virtex ядра с архитектурой PowerPC; программируемая логика компании Atmel содержит процессоры AVR. Одной из тенденций развития ПЛИС является увеличение числа разработок на основе интегрированных процессорных архитектур сторонних фирм, и в частности, ядер ARM и MIPS.

Помимо готовых аппаратных блоков (процессоров общего назначения, цифровых сигнальных процессоров, памяти), в микросхемах программируемой логики процессоры могут быть реализованы программным способом (soft-процессоры). В некоторых ПЛИС количество 16- и 32-разрядных программных процессорных ядер, оптимизированных по производительности, ресурсам логики и т.п., может достигать нескольких сотен. В качестве примеров можно назвать ядра MicroBlaze и PicoBlaze от Xilinx, процессоры семейства Nios компании Altera, ядра LatticeMico32 и LatticeMico8 компании Lattice Semiconductor.

Таким образом, программируемая логика уже применяет многопроцессорные системы, о которых сегодня говорят разработчики процессоров Intel и IBM. Многопроцессорность такого масштаба востребована в современных системах связи и обработки мультимедиа.

Возможность создания «однокристалного» решения, отличающегося

меньшим энергопотреблением по сравнению с решением на основе нескольких компонентов, как правило, приветствуется разработчиками аппаратуры. Дополнительным аргументом в пользу выбора микросхем программируемой логики является увеличивающееся предложение ПЛИС, оборудованных флэш-памятью. Предполагается, что они могут быть востребованы в 44% всех разработок на основе ПЛИС. Улучшение характеристик изделий на базе одиночных ПЛИС (по сравнению с многокомпонентным решением) обеспечивается также расширением возможностей самих микросхем при переходе на новые технологии изготовления.

Повышение производительности ПЛИС становится насущной проблемой по мере роста требований к функциональным возможностям встроенных систем. Применительно к современным микросхемам программируемой логики это означает оптимизацию баланса характеристик встроенных в эти микросхемы функциональных блоков памяти, цифровой обработки сигналов, ввода/вывода и коммутируемой логики (logic fabric).

В середине 1980-х годов коммутируемая логика большинства таких микросхем базировалась на архитектуре 4-входовых таблиц преобразования (4-input Look-Up Table, LUT). Современные микросхемы программируемой логики, производимые по 65-нм технологии, можно строить на основе 6-входовых таблиц LUT с полностью независимыми входами, которые не являются разделяемыми ресурсами. Такова, например, архитектура ПЛИС Virtex-5 компании Xilinx, позволяющая минимизировать задержки.

Новая конструкция ПЛИС компании Xilinx даёт преимущества при арифметических операциях, а также улучшает характеристики памяти, будь то распределённая память LUT,

блочная RAM или буферная FIFO. При переходе на 65-нм технологию обеспечивается возможность работы блочной RAM с тактовой частотой 550 МГц, а размер блока достигает 36 Кбит. Увеличенные блоки могут поддерживать работу с 72-разрядными словами в двухпортовом режиме, а каскадирование двух блоков RAM позволяет увеличивать объём до 72 Кбит. Умножение  $35 \times 25$  бит использует два блока DSP48 вместо четырёх блоков при 90-нм технологии.

В микросхемах Virtex-5 переход на новую топологическую норму позволил увеличить скорость передачи данных интерфейса к DDR2 SDRAM до 667 Мбит/с (с 534 Мбит/с), а число каналов – с 432 до 576 в режиме одновременно переключающихся выходов (simultaneous switching outputs, SSO).

Средний рост производительности типичных приложений при переходе с микросхем Virtex-4 (90 нм) на Virtex-5 (65 нм) составляет 30%. Однако для видеоприложений рост производительности составляет 53%, что обусловлено проведённой оптимизацией блоков DSP48.

По сравнению с предыдущим поколением изделий компании Altera, в современных 65-нм кристаллах в 1,7 раз увеличена логическая ёмкость, в 3,5 раза – встроенная память; до 260 МГц возросла тактовая частота умножителей; появились дополнительные возможности управления и синтеза синхросигналов, а также их динамической реконфигурации.

Приложение, включающее несколько задач с разными требованиями к быстродействию и работе с данными, может быть реализовано различными способами. Например – на базе быстродействующего процессора либо с использованием нескольких процессорных ядер с разными тактовыми частотами и периферией, оптимизированных для выполнения конкретных задач. С точки зрения кода приложения, разводки платы, ресурсов, затрачиваемых на разработку, энергопотребления законченной системы и возможности её работы в режиме реального времени эти способы отличаются существенно.

Конкурентным преимуществом ПЛИС является то обстоятельство, что сконфигурированная микросхема программируемой логики обеспечивает возможности параллельного выполнения нескольких задач при-

ложения. Это представляется одной из решающих предпосылок использования микросхем программируемой логики в системах связи, управления и измерений.

Новейшие ПЛИС типа Cyclone III компании Altera позволяют реализовать кодер H.264 по цене около \$20. Эти микросхемы нашли применение в устройствах шифрованной радиосвязи для военных применений, а благодаря аппаратным средствам поддержки интерфейсов LVDS, RSDS (Reduced Swing Differential Signaling/дифференциальный сигнал с уменьшенным размахом) и PPDS (Point-to-Point Differential Signaling/дифференциальная передача точка–точка) их можно использовать для работы с плоскостельными дисплеями. Относительно недорогие микросхемы Cyclone III могут выполнять функции цифровой обработки сигналов промежуточной частоты в базовых станциях.

Среди производителей ПЛИС лидируют компании Altera и Xilinx, которые контролируют 84% рынка. Оставшиеся 16% делят между собой компании Actel, Atmel, Cypress Semiconductor, Lattice Semiconductor, Quicklogic и ещё несколько фирм.

Эксперты сходятся в том, что рынок ПЛИС находится на подъёме. Но прогнозы для рынка программируемой логики разнятся, – по мнению специалистов компании In-Stat, мировые продажи микросхем программируемой логики могут вырасти в 2010 г. до 2,75 млрд. долл., а Gartner оценила объём рынка ПЛИС к этому же году в 6,72 млрд. долл.

Большая часть рынка ПЛИС – в денежном выражении – формируется малыми и средними партиями продаж. При больших объёмах разработчики идут на затраты, связанные с созданием специализированных многоядерных процессорных микросхем, но в мелкосерийном производстве средств связи, мультимедиа и многоканальных систем сбора данных у конфигурируемой логики конкурентов нет.

Наиболее ёмкими рынками для ПЛИС являются телекоммуникационное оборудование и промышленные/военные системы сбора данных. В 2005 г. эти два сегмента рынка потребовали 59% от всего объёма проданных ПЛИС. Одним из основных стимулов роста рынка программируемой логики является беспроводная

связь. Развитие рынка сотовой связи в таких населённых странах, как Индия и Китай, влечёт за собой потребность в недорогом инфраструктурном оборудовании.

Программируемая логика осваивает и новые рынки. По прогнозам Gartner, к 2010 г. доля потребления на упомянутых сегментах сократится до 45% из-за роста объёмов продаж ПЛИС для потребительской электроники и оптоволоконных систем широкополосного доступа в Интернет в жилых домах (fiber-to-the-home, FTTH). В Японии, например, число подписчиков на FTTH превзошло число новых абонентов DSL. Рынок домашних телевизионных систем начал заполняться телевизорами высокой чёткости (HDTV), что влечёт за собой обновление смежной потребительской электроники и стационарного оборудования поставщиков соответствующих услуг.

### **Модульные компоненты встроенных систем на основе ПЛИС**

Производители потребительской электроники (относительно нового рынка для ПЛИС) уже используют микросхемы программируемой логики в широком спектре законченных изделий, таких как цифровые камеры, цифровые телевизоры, телевизионные приставки, игровые консоли, графические платы и приёмники GPS. Гибкость конфигурирования, высокая производительность и снижающееся энергопотребление расширили области применения программируемой логики на изделия для встроенных систем «промежуточного» уровня готовности, таких как мезонинные модули.

Производители телекоммуникационного оборудования опираются на концепцию мезонинов для удешевления и ускорения производства. Включение в конструкцию базовых плат мезонинных интерфейсов позволяет модернизировать уже выпускаемые изделия без существенной переделки. Дополняя возможности базовых плат функциональностью, обеспечиваемой мезонинными модулями (работа в сети, цифровая обработка сигналов, хранение данных, поддержка разнообразных портов ввода/вывода), поставщики встроенных систем могут быстро создавать любое специализированное изделие из доступных компонентов (Commercial Off-The-Shelf, COTS).

Первым стандартом мезонинного модуля стал PMC. Производители систем VMEbus и CompactPCI получили возможность добавлять интерфейсы локальной или глобальной сети (например, Gigabit Ethernet или T1), используя недорогой полноразмерный модуль, занимающий к тому же не целый слот, а относительно дешёвый мезонин. Стандарт PTMC предназначен для расширения спецификации PMC на телекоммуникационное оборудование. В нём предусмотрена отдельная шина для передачи данных, позволяющая передавать потоки TDM, Ethernet, ATM и Packet Over SONET (POS).

Новая мезонинная технология AdvancedMC (AMC), связанная с появлением стандарта телекоммуникационного оборудования AdvancedTCA, обеспечивает широкую полосу пропускания, предусматривает увеличение габаритов модулей (на 14% по сравнению с PMC) и мощности питания (до 60 Вт для самых больших модулей).

Компания BittWare разработала и поставляет серийно модуль B2-AMC (B2AM) в формате мезонина AdvancedMC, возможности которого определяются совместным использованием цифрового сигнального процессора (ЦСП) TigerSHARC от Analog Device и ПЛИС (FPGA) Stratix II компании Altera. Модуль предназначен для систем связи WiMAX, Software Defined Radio («программное» радио) и Super 3G. Его вычислительные возможности ограничены производительностью в 14,4 GFLOPS и 57,5 GOPS. Используемая в конструкции модуля ПЛИС типа Stratix II является основой для реализации коммуникационной архитектуры BittWare ATLANTiS, интегрирующей вычислительные ядра ЦПОС (4 TigerSHARC) с интерфейсами Serial RapidIO, PCI Express, Advanced Switching Interconnect (ASI), GigEthernet или XAUI (10 GigEthernet). Реализация архитектуры ATLANTiS на основе ПЛИС позволяет распределить ресурсы ввода/вывода между процессорами, упростить подключение каналов ввода/вывода ко всем или к одному процессору, интегрировать ПЛИС и ЦСП.

Аналогичная комбинация – микросхема Stratix II GX и 4-процессорный кластер ЦСП типа ADSP-TS201S TigerSHARC – использована компанией BittWare в семействе полноразмерных 3U CompactPCI модулей цифровой обработки сигналов GT-3U-cPCI

(GT3U), предназначенных для военных систем с кондуктивным охлаждением. Использование ПЛИС позволяет в течение всего срока жизни изделий адаптировать их к новым технологиям и требованиям заказчиков.

Реализация архитектуры ATLANTiS компании BittWare в микросхеме программируемой логики Stratix II GX FPGA обеспечивает передачу данных со скоростью 4 Гб/с и позволяет выделить значительную часть ресурсов ПЛИС для вычислительных задач. Четыре трансивера SerDes модулей GT3U благодаря архитектуре ATLANTiS могут быть сконфигурированы для поддержки протоколов Aurora, SerialLite, Serial Rapid I/O и PCI Express.

Для коммерческих приложений компания BittWare предлагает PMC-мезонин Tetra-PMC+ (TRPM), выполненный на базе ПЛИС Altera Cyclone II. Помимо четырёх 14-разрядных АЦП с частотой дискретизации 105 МГц, в этом устройстве посредством ПЛИС реализовано управление оцифровкой аналоговых сигналов и предварительной обработкой цифровых сигналов: фильтрацией, прореживанием и сдвигом по частоте (digital down conversion/DDC).

Оригинальной разработкой, опирающейся на возможности программируемой логики, является создание компанией Acromag мезонинных модулей семейств PMC-LX и PMC-SX на базе ПЛИС Virtex-4 компании Xilinx. Новые изделия предлагаются для использования в радарх и сонарах, автоматизированном испытательном оборудовании и коммуникационных системах. Особенностью конструкции модулей семейств PMC-LX и PMC-SX является возможность подключения к ним разнообразных модулей ввода/вывода AXM. Такая «вложенная» конструкция с использованием модулей расширения позволяет организовать обработку различных сигналов на базе конфигурируемой пользователем ПЛИС. Модули PMC-LX оптимизированы для поддержки высокопроизводительных ПЛИС типа LX40 или LX60 Virtex-4, а модуль PMC-SX построен на ПЛИС типа SX35 и предназначен для поддержки алгоритмов цифровой обработки сигналов.

Примером стандартного использования программируемой логики является конструкция процессорного мезонина AXA-100 в формате AdvancedMC. Он создан на базе процес-

сора Intel Core Duo, что практически удваивает вычислительную мощность систем AdvancedMC. В основе конструкции AXA-100 лежат интерфейсы XAUI (2) и PCI Express (4), реализованные на ПЛИС Xilinx Virtex-4.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование микросхем ПЛИС в таких «полуфабрикатах» электронного оборудования, как мезонинные модули, открывает новые перспективы для микросхем программируемой логики. Производители ПЛИС-мезонинов и модулей других форматов, заинтересованные в популяризации своей продукции, подкрепляют аппаратные решения программными средствами. В качестве примера можно назвать комплект разработчика MEN Nios-CompactPCI, который позволяет подключать IP-периферию к интерфейсу soft-процессора Nios II. Компания MEN Mikro Elektronik предлагает IP-ядра для реализации RS232, HDLC и Fast Ethernet. Поддержка конфигурирования архитектуры ATLANTiS компании BittWare осуществляется программным обеспечением ATLANTiS Navigator, входящим в состав инструментария BittWorks Toolkit.

И естественно этот «дополнительный» инструментарий интегрируется со средствами поддержки разработок от тех компаний, кто собственно и производит микросхемы ПЛИС (FPGA).

Мезонины позволяют гибко конфигурировать и масштабировать конечное оборудование за счёт аналогичных свойств микросхем программируемой логики; они сформировали систему модулей, на базе которых предлагаются законченные решения высокой степени готовности начального и среднего уровней (стандарт MicroTCA). На основе систем MicroTCA можно создавать базовые станции, оборудование DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), маршрутизаторы уровня рабочих групп, изделия для «цифрового» дома и т.п. Весьма перспективным является использование MicroTCA в военной аппаратуре, где будут востребованы высокая готовность и надёжность таких систем, а также их относительно невысокая стоимость. Системы MicroTCA могут заинтересовать разработчиков устройств хранения данных, производительных серверов, медицинского и промышленного оборудования.



## Infineon потеряла в прошлом квартале \$15 млн.

Производитель чипов, немецкая компания Infineon Technologies, на днях обнародовала данные о результатах деятельности во втором квартале. Несмотря на оптимистичные прогнозы аналитиков, менеджеры Infineon Technologies в этом периоде столкнулись с серьёзными проблемами: убытки компании превысили \$15 млн., что, признаться, намного меньше отрицательных показателей прошлого года, когда Infineon потеряла \$35 млн. Парадокс, но аналитики Dow Jones News-wires предсказывали компании в этом периоде рост прибыли до уровня \$23,1 млн.

Продажи снизились на 2% и в сумме составили \$2,66 млрд., хотя в прошлом году Infineon отгрузила продукции на сумму \$2,7 млрд. Ошибочный прогноз экспертов пророчил продажи на уровне \$2,73 млрд.

Несмотря на это, президент Infineon, Вольфганг Цибарт (Wolfgang Ziebart), выразил удовлетворение деятельностью его предприятия, однако отметил недостаточный уровень делового исполнения некоторых структур. Одной из причин убытков разработчика можно назвать кризис на рынке чипов памяти DRAM, когда цены на эту продукцию упали более чем на треть из-за переизбытка. Нужно сказать, что затруднения и снижение прибылей из-за этого кризиса наблюдали и другие разработчики памяти по всему миру.

*physorg.com*

## LG.Philips лидирует по поставкам крупных ЖК-панелей

Согласно данным аналитического агентства iSuppli, совместное детище корейских и голландских производителей LG.Philips LCD по итогам первого квартала 2007 г. вышло на первое место по поставкам крупных ЖК-панелей для телевизионных приёмников и компьютерных мониторов, обойдя тайваньскую AU Optonics. Корейский гигант Samsung Electronics, сохранив первое место по объёму полученных средств, потеснился по количеству проданных панелей на третье место рейтинга.

«LG.Philips определённо справилась с сезонным снижением спроса в первом квартале 2007 г., – говорит Света Дэш (Sweta Dash), директор группы мониторинга рынка ЖК ТВ iSuppli. – Согласно заявлениям официальных лиц, метраж отгруженных панелей снизился в указанном периоде всего на 1%. Кроме того, в пер-

вом квартале компания сократила с трёх до двух недель среднее время нахождения готовой продукции на складе, что способствовало увеличению её доходов».

Несмотря на то что второй квартал традиционно рассматривается как неудачный для производителей крупных ЖК-панелей, аналитики iSuppli предсказывают увеличение спроса на матрицы больших размеров в указанный период. В целом в 2007 г. ожидается увеличение поставок крупных ЖК-панелей на 350 млн. штук, т.е. на 24% по сравнению с уровнем 2006 г.

*eetimes.com*

## Winbond введёт в строй производство 80-нм чипов DRAM

По итогам первого квартала 2007 г., компания Winbond Electronics, входящая в десятку крупнейших мировых производителей модулей динамической памяти DRAM, констатировала значительный, на 53%, рост объёма продаж по сравнению с аналогичным показателем прошлого года, составившим 285 млн. долл. США. Чистая прибыль компании за указанный период достигла 10,2 млн. долл. США. Однако, по отношению к четвёртому кварталу 2006 г. компания констатировала снижение количества проданной продукции на 18,8% – участь, постигшая практически всех ведущих производителей DRAM в первые три месяца текущего года.

В дополнение к приличным финансовым результатам первого квартала, компания объявила о начале второй фазы развёртывания производства на 300-мм фабрике, расположенной в одном из крупнейших тайваньских «силиконовых заповедников» Taichung Science Park (TSP). Основной задачей предприятия является ввод в строй второй производственной линии, занятой выпуском 80-нм микросхем DRAM.

Как сообщил официальный представитель компании, из 24 тыс. ежемесячно выпускаемых подложек с чипами DRAM, 16 тыс. обрабатываются согласно нормам 90-нм техпроцесса. При этом большинство из произведённых чипов представляют собой модули стандарта DDR2 ёмкостью 512 Мбит, предназначенные для основного партнёра немецкой компании Qimonda. Ожидается, что вторая фаза закончится в середине 2008 г. стартом массового производства 80-нм чипов с ожидаемым выходом до 24 тыс. подложек в месяц. Суммарная мощность обновлённого производства составит 48 тыс. подложек в месяц.

*digitimes.com*

## TSMC отчиталась за первый квартал 2007 г.

Одна из двух ведущих тайваньских «полупроводниковых кузниц» Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. (TSMC) объявила, что доход компании от основной деятельности в первом квартале 2007 г. составил 2 млрд. долл. США, что на 16,6% ниже, чем в первом квартале 2006 г. и на 13,4% ниже аналогичного показателя четвёртого квартала прошлого года.

Как следует из официального пресс-релиза, за указанный период чистая прибыль компании составила 567,5 млн. долл. США, что на 42,3% ниже прошлогоднего показателя и на 32,5% меньше прибыли предыдущего квартала. При этом отмечается, что на долю продуктов, произведённых согласно норм 130-нм техпроцесса и менее, приходится около 49% всей произведённой в первом квартале продукции. Доходы от реализации 90-нм продуктов составляют 22%, а 65-нм – всего 1%. Отмечается, что доходы от продукции, предназначенной для компьютерной индустрии, снизились на 21%, коммуникационных приборов – на 15% и потребительской электроники – на 12%. Доходы от продаж 65- и 90-нм продуктов остались практически неизменными с прошлого квартала, тогда как доходность от продаж 130-нм продуктов увеличилась на 1% по сравнению с четвёртым кварталом 2006 г.

Консолидированная прибыль за первый квартал 2007 г. составила 741 млн. долл. США, что составило 37,9% от чистой выручки предприятия, тогда как аналогичный показатель четвёртого квартала прошлого года составлял 46%. Рентабельность производства (gross margin, отношение валовой прибыли к выручке от продаж) понизилась за первый квартал 2007 г. на 8,1%, в основном благодаря уменьшению загрузки производственных мощностей, снижению средних отпускных цен, увеличению амортизационных отчислений и низкому вниманию к увеличивающемуся возврату отгруженных товаров в четвёртом квартале 2006 г.

Согласно прогнозу аналитиков компании, во втором квартале TSMC может достичь уровня доходов между 2,3 и 2,4 млрд. долл. США, рентабельности валовой прибыли в 42...44% и рентабельности операционной прибыли (прибыли от основной деятельности) в 32...34%.

*reed-electronics.com*