

ОБЗОР НОВЫХ ПРОДУКТОВ КОМПАНИИ ALTERA ПО МАТЕРИАЛАМ СЕМИНАРА ЗАО "ЗОЛОТОЙ ШАР" И КОМПАНИИ ARROW

В.Ежов

УДК 621.382.2.3
ВАК 05.27.00

Компания Altera – ведущий мировой разработчик микросхем программируемой логики – стремится постоянно расширять сферу применения своей продукции. Приобретение этой компании в 2016 году своим многолетним партнером – корпорацией Intel – открыло новые возможности для развития продуктовой линейки. Что касается Intel, то с покупкой Altera и внедрением технологии программируемой логики мировой производитель микроэлектроники усилил свои позиции в таких перспективных областях, как Интернет вещей и серверы центров обработки данных. В начале 2017 года впервые под маркой Intel было представлено новейшее поколение семейства ПЛИС Cyclone 10, есть планы по обновлению и других серий Altera. 7 сентября 2017 года в Москве состоялся технический семинар, организованный ЗАО "Золотой Шар" совместно с компанией Arrow, на котором был представлен обзор продуктов, рассказано о ключевых особенностях новых семейств Altera.

Компания Altera, которая с 2016 года является подразделением Programmable Solutions Group (PSG) корпорации Intel, предлагает разработчикам самый широкий среди конкурентов спектр устройств программируемой логики, а также однокристалльных систем на базе архитектуры ARM. ПЛИС от Altera подходят как для устройств, выпускаемых серийно, так и для новых разработок.

Продукты компании Altera включают в себя ПЛИС с энергонезависимой конфигурационной памятью семейства MAX, недорогие ПЛИС семейства Cyclone, СБИС программируемой логики среднего класса Arria, высокопроизводительные СБИС Stratix, конфигурационные флеш-ПЗУ для СБИС программируемой логики, импульсные преобразователи питания Enpirion, а также средства разработки и IP-ядра. В современные ПЛИС

и системы-на-кристалле Altera интегрированы блоки памяти, DSP-блоки, высокоскоростные трансиверы, аналоговые схемы, ARM-ядра и др.

Следует отметить длительный жизненный цикл изделий Altera, как правило, не менее 15 лет, что существенно превышает аналогичный показатель конкурентов. Altera периодически анализирует жизненные циклы своей продукции, чтобы минимизировать проблемы, возникающие у потребителей при снятии микросхемы с производства. Таким образом, клиентам Altera доступен широкий ассортимент продукции, который не может предложить ни один поставщик ПЛИС.

Среди всего спектра продукции Altera особое место занимают недорогие ПЛИС семейств MAX и Cyclone (рис.1). Компания постоянно инвестирует в развитие этих семейств. К настоящему времени Altera поставила более 1 млрд изделий недорогих серий.

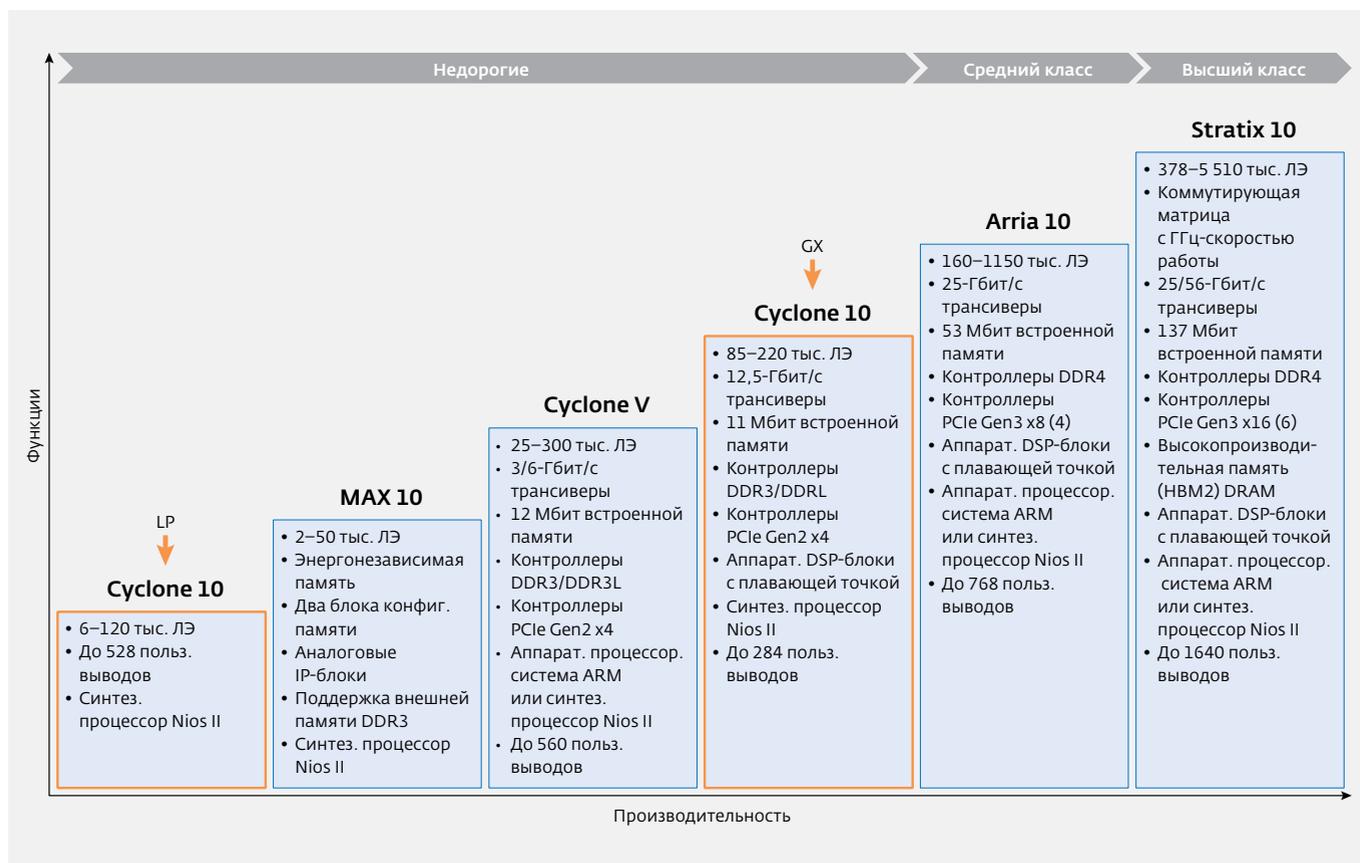


Рис.1. Портфолио микросхем программируемой логики Altera

Рассмотрим подробнее особенности семейств ПЛИС от Altera последних поколений.

В первую очередь следует отметить серию MAX 10 – полнофункциональные ПЛИС общего назначения с конфигурационной NOR флеш-памятью, выпускаемые по технологии 55 нм компании TSMC. Микросхемы семейства MAX 10 сочетают высокую функциональность с низкой стоимостью, компактностью и простотой использования микросхем предыдущих поколений семейства MAX. ПЛИС MAX 10 содержат от 2 000 до 50 000 эквивалентных логических элементов, блоки пользовательской и конфигурационной (до двух конфигурационных образов) флеш-памяти, аналоговые блоки (до двух АЦП), блоки встроенной статической памяти и DSP-блоки (табл.1). Кроме того, в MAX 10 реализованы интерфейсы внешней памяти (DDR2, DDR3, DDR3L, LPDDR2). Возможна также реализация синтезируемого процессора Nios II.

Микросхемы MAX 10 содержат до 500 пользовательских выводов, а также встроенный преобразователь напряжения. Малое время конфигурации (менее 10 мс) позволяет использовать эти устройства для решения задач быстрой инициализации и конфигурации системы, безопасного обновления, мониторинга

и управления последовательностью подачи питания. При подаче питания микросхемы MAX 10 самостоятельно конфигурируются из встроенной памяти. Наличие в устройствах семейства MAX 10 двух блоков флеш-памяти для хранения конфигурации обеспечивает возможность динамического переключения между двумя образами конфигурации и безопасность при обновлении системы.

Встроенные в ПЛИС MAX 10 АЦП имеют разрешение 12 бит, частота выборки составляет 1 Мвыб/с. Кроме того, MAX 10 содержит до 18-ти аналоговых каналов, блоки ФАПЧ, температурный датчик. В режиме ожидания потребление микросхемы может быть снижено на 95%. Одна из особенностей ПЛИС MAX 10 – наличие встроенного линейного стабилизатора напряжения (LDO), формирующего из входного напряжения 3 В/3,3 В необходимые уровни для питания ядра и блоков ввода-вывода. Также доступны варианты исполнения MAX 10 без встроенного стабилизатора напряжения, на которое необходимо подавать отдельно напряжение питания ядра (1,2 В) и напряжение питания ФАПЧ/АЦП/блоков ввода-вывода (2,5 В). Применение MAX 10 со встроенным стабилизатором напряжения упрощает проектирование схемы и печатной платы.

Таблица 1. ПЛИС семейства MAX 10

| Модель | Число логических элементов | Объем встроенного ОЗУ, Кбит | Число умножителей 18×18 | ФАПЧ | Конфигурационная флеш-память | Пользовательская флеш-память ¹ , Кбайт | АЦП | Интерфейс внешней памяти |
|--------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------|------------------------------|---|-----|--------------------------|
| 10M02 | 2 000 | 108 | 16 | 1, 2 | Один блок | 12 | – | Есть ² |
| 10M04 | 4 000 | 189 | 20 | 1, 2 | Два блока | 16–156 | 1 | Есть ² |
| 10M08 | 8 000 | 378 | 24 | 1, 2 | Два блока | 32–172 | 1 | Есть ² |
| 10M16 | 16 000 | 549 | 45 | 1, 4 | Два блока | 32–296 | 1 | Есть ³ |
| 10M25 | 25 000 | 675 | 55 | 1, 4 | Два блока | 32–400 | 2 | Есть ³ |
| 10M40 | 40 000 | 1 260 | 125 | 1, 4 | Два блока | 64–736 | 2 | Есть ³ |
| 10M50 | 50 000 | 1 638 | 144 | 1, 4 | Два блока | 64–736 | 2 | Есть ³ |

¹ Объем пользовательской флеш-памяти зависит от конфигурации.

² Только SRAM.

³ SDR SDRAM, SRAM, DDR3, DDR2, LPDDR2.

⁴ Блоки АЦП встроены в кристалл, но могут быть недоступны в корпусах с малым количеством выводов.

Более продвинутое ПЛИС семейства Cyclone позиционируются в первую очередь как компоненты для недорогих систем, работающих с большим объемом данных, например таких, как Интернет вещей. Они подходят и для большинства встраиваемых систем, используемых в промышленности и автомобилестроении. ПЛИС этого семейства содержат ОЗУ для хранения конфигурационных данных, которые загружаются в ПЛИС каждый раз, как только на микросхему подается питание. Последние поколения семейства Cyclone – Cyclone V и Cyclone 10.

Основой массива программируемой логики 28-нм семейства Cyclone V являются адаптивные логические модули (как в более дорогих сериях Arria и Stratix). Кроме этого, микросхемы семейства Cyclone V содержат DSP-блоки переменной точности, встроенное ОЗУ, высокоскоростные трансиверы, аппаратные IP-блоки (контроллеры PCI Express и внешней синхронной памяти) и средства защиты проекта от несанкционированного копирования и модификации.

Входящие в состав устройств семейства Cyclone V микросхемы содержат такие инновационные решения, как аппаратный процессорный блок, основой которого является одно- или двухъядерный процессор ARM Cortex-A9 (табл.2).

Представленное совсем недавно семейство Cyclone 10 состоит из двух линеек – Cyclone 10 GX и Cyclone 10 LP, которые существенно различаются по характеристикам и позиционированию.

Микросхемы Cyclone 10 GX оптимизированы для высокопроизводительных приложений, таких как системы промышленного зрения, робототехника и автомобильные развлекательные системы. ПЛИС Cyclone 10 LP предназначены для недорогих приложений с низким энергопотреблением – расширителей ввода-вывода, систем на основе датчиков, управления электроприводами и др.

ПЛИС Cyclone 10 GX изготовлены по 20-нм техпроцессу, обеспечивают высокую производительность (до 134 Гфлопс) и расширенные возможности ввода-вывода. Микросхемы содержат до 220 тыс. логических элементов, до 80 тыс. адаптивных логических модулей с 8-входовыми таблицами поиска (LUT), до 192 DSP-блоков переменной точности (табл.3). Подключение к другим устройствам возможно посредством LVDS-каналов со скоростью передачи 1,4 Гбит/с, сетевого порта 10G либо шины PCI Express x4. В микросхемы Cyclone 10 GX встроены 72-битный интерфейс внешней памяти (DDR3, DDR3L, LPDDR3), работающий на скорости до 1866 Мбит/с. Напряжение питания ядра составляет 0,9 В.

Микросхемы Cyclone 10 LP, выполненные по 60-нм процессу (оптимизированному для низкого энергопотребления), содержат до 120 тыс. логических элементов, до 288 умножителей 18×18 и до 230 LVDS-каналов (табл.4). Для питания микросхем Cyclone 10 LP требуется напряжение 1,0 или 1,2 В.

ПЛИС и СМК среднего класса – Arria 10 – производятся по 20-нм технологии и обеспечивают баланс

Таблица 2. Варианты микросхем программируемой логики семейства Cyclone V

| Вариант исполнения | Не содержат встроенных трансиверов и аппаратных контроллеров PCI Express | Содержат встроенные трансиверы | |
|---|--|--|--|
| | | максимальная скорость передачи данных 3 125 Гбит/с | максимальная скорость передачи данных 6 144 Гбит/с |
| ПЛИС | Cyclone V E | Cyclone V GX | Cyclone V GT |
| Система-на-кристалле (аппаратный процессорный блок на базе ARM Cortex-A9) | Cyclone V SE (одно- или двухъядерный процессорный блок) | Cyclone V SX (двухъядерный процессорный блок) | Cyclone V ST (двухъядерный процессорный блок) |

между производительностью и энергопотреблением. Они предназначены для разработок, требующих высокой производительности, но имеющих жесткие ограничения по конечной стоимости и энергопотреблению. Основные сферы применения Arria 10 – телекоммуникационная аппаратура и высокопроизводительные вычислительные системы.

ПЛИС Arria 10 содержат до 1,15 млн эквивалентных логических элементов, а также более 3300 аппаратных умножителей 18×19. В составе микросхем – аппаратные контроллеры с поддержкой высокоскоростных интерфейсов внешней памяти (в том числе DDR4 со скоростью передачи 2666 Мбит/с и Hybrid Memory Cube со скоростью передачи до 15 Гбит/с), а также контроллеры шины PCI Express Gen3 x8. СнК Arria 10 содержат двухъядерный процессор ARM Cortex-A9, работающий на частоте до 1,5 ГГц. Пропускная способность каналов связи Arria 10 возросла в четыре раза по сравнению

с Arria V благодаря трансиверам со скоростью передачи данных в 25,78 Гбит/с.

В составе семейства Arria 10 три варианта СБИС:

- Arria 10 GT – ПЛИС, содержащие до 78 трансиверов со скоростью передачи данных до 25,78 Гбит/с и до 1,15 млн эквивалентных логических элементов;
- Arria 10 GX – ПЛИС, содержащие до 96 трансиверов со скоростью передачи данных до 17,4 Гбит/с и до 1,15 млн эквивалентных логических элементов;
- Arria 10 SX – системы-на-кристалле на базе двухъядерного процессора ARM Cortex-A9, содержащие до 48 трансиверов со скоростью передачи данных до 17,4 Гбит/с и до 660 тыс. эквивалентных логических элементов.

Семейство Arria 10 содержит усовершенствованные аппаратные DSP-блоки переменной точности, которые обеспечивают скорость обработки данных до 1,5 Тфлопс.

Таблица 3. Микросхемы семейства Cyclone 10 GX

| Модель | 10CX085 | 10CX105 | 10CX150 | 10CX220 |
|---|---------|---------|---------|---------|
| Число логических элементов, тыс. | 85 | 104 | 150 | 220 |
| Число блоков ОЗУ (M20K) | 291 | 382 | 475 | 587 |
| Объем ОЗУ, Кбит | 5820 | 7640 | 9500 | 11740 |
| Аппаратные умножители/сумматоры одинарной точности с плавающей точкой | 84 | 125 | 156 | 192 |
| Глобальные тактовые сигналы | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Умножители 18×19 | 168 | 250 | 312 | 384 |
| Аппаратные контроллеры внешней памяти | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Максимальное количество LVDS-каналов (1,4 Гбит/с) | 72 | 118 | 118 | 118 |
| Максимальное количество пользовательских выводов | 192 | 284 | 284 | 284 |
| Количество трансиверов (12,5 Гбит/с) | 6 | 12 | 12 | 12 |

Таблица 4. Микросхемы семейства Cyclone 10 LP

| Модель | 10CL006 | 10CL010 | 10CL016 | 10CL025 | 10CL040 | 10CL055 | 10CL080 | 10CL120 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Число логических элементов, тыс. | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 55 | 80 | 120 |
| Число блоков ОЗУ (М9К) | 30 | 46 | 56 | 66 | 126 | 260 | 305 | 432 |
| Объем ОЗУ, Кбит | 270 | 414 | 504 | 594 | 1 134 | 2 340 | 2 745 | 3 888 |
| Умножители 18×18 | 15 | 23 | 56 | 66 | 126 | 156 | 244 | 288 |
| ФАПЧ | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Глобальные тактовые сигналы | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Количество LVDS-каналов | 65 | 65 | 137 | 52 | 124 | 132 | 178 | 230 |
| Максимальное количество пользовательских выводов | 176 | 176 | 340 | 150 | 325 | 321 | 423 | 525 |

Наиболее производительное семейство – Stratix 10 – изготавливается по 14-нм технологическому процессу Tri-Gate компании Intel, содержит до 5,5 млн эквивалентных логических элементов, до 144 высокоскоростных трансиверов (до 56 Гбит/с) и обеспечивает производительность более 10 Тфлопс при решении задач цифровой обработки сигнала одинарной точности. Микросхемы Stratix 10 предназначены

для создания самых передовых приложений в сфере телекоммуникации, телерадиовещания, высокопроизводительных вычислений, хранения данных, обладающих в то же время невысоким энергопотреблением.

В СБИС Stratix 10 реализована инновационная архитектура HyperFlex, имеющая регистры не только в логических элементах, но и во всех узлах матрицы межсоединений. Данные регистры позволяют оптимальным способом обеспечить максимальное быстродействие разрабатываемого устройства за счет перераспределения задержек, конвейеризации и других методов. Применение архитектуры HyperFlex совместно с 14-нм технологией Tri-Gate дает возможность снизить энергопотребление Stratix 10 на 70% по сравнению с предыдущим поколением.

Все СБИС семейства Stratix 10 реализованы в виде гетерогенных систем-в-корпусе (3D SiP): трансиверы и высокопроизводительная память (HBM2) DRAM (опционально) расположены на отдельных кристаллах и объединены с программируемой логической матрицей по технологии EMIB (Embedded Multi-die Interconnect Bridge) от Intel (рис.2). Технология EMIB обеспечивает значительно большее быстродействие и высокую целостность сигналов при меньшей

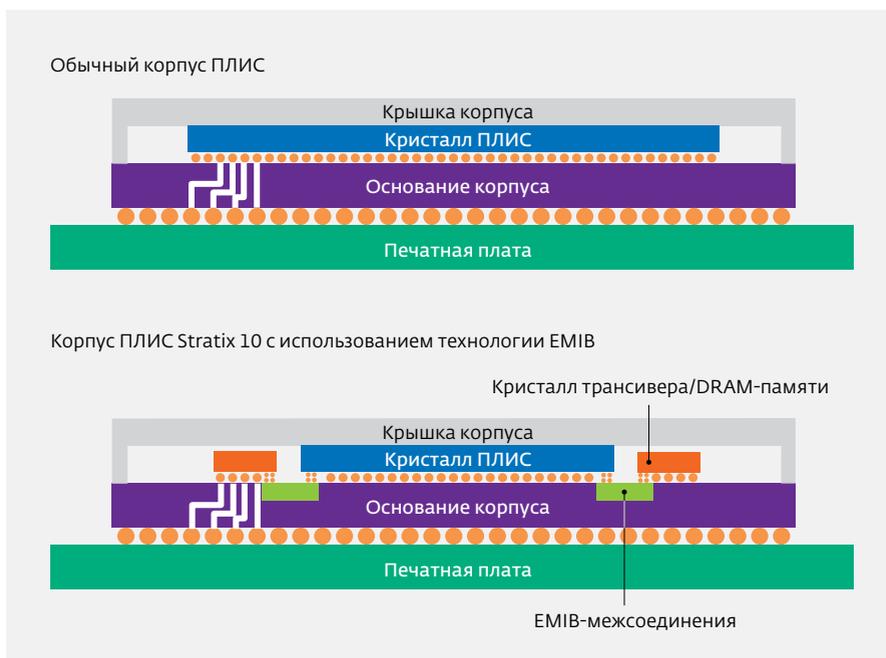


Рис.2. Сравнение обычного корпуса и корпуса ПЛИС Stratix 10 с использованием технологии EMIB

сложности и стоимости системы по сравнению с альтернативными технологиями. Использование 3D SiP дает возможность масштабировать изделия и существенно расширять функционал семейства: увеличить скорость трансиверов, реализовать поддержку новых стандартов передачи данных (PCIe Gen4, Multi-Port Ethernet), снабдить устройство аналоговыми блоками и т.д.

В состав СМК Stratix 10 входит аппаратная процессорная система на базе 64-разрядного четырехъядерного процессора ARM Cortex-A53, работающего на частоте до 1,5 ГГц. Блок управления конфигурацией и безопасностью Secure Device Manager обеспечивает разностороннюю защиту СБИС Stratix 10, в частности от одиночных сбоях (SEU), вызванных тяжелыми заряженными частицами. Благодаря этому Stratix 10 является оптимальным решением для систем военного назначения, безопасности облачных хранилищ и вычислительных центров, прочих систем, предъявляющих высокие требования к многоуровневой защите.

В составе семейства Stratix 10 на сегодняшний день предлагается четыре варианта систем-в-корпусе:

- Stratix 10 GX – ПЛИС для высокоскоростных приложений с производительностью до 10 Тфлопс с поддержкой трансиверов со скоростью передачи данных до 28,3 Гбит/с;
- Stratix 10 SX – СМК на базе четырехъядерного 64-разрядного процессора ARM Cortex-A53 плюс поддержка всех функций серии Stratix 10 GX;
- Stratix 10 TX – СМК на базе четырехъядерного 64-разрядного процессора ARM Cortex-A53 с поддержкой H- и E-трансиверов, которые обеспечивают два режима работы (56 Гбит/с в режиме PAM-4 или 30 Гбит/с в режиме NRZ), плюс поддержка всех функций Stratix 10 GX и Stratix 10 SX;
- Stratix 10 MX – СМК на базе четырехъядерного 64-разрядного процессора ARM Cortex-A53 с поддержкой H- и E-трансиверов, объединенные в одном корпусе с высокопроизводительной памятью (HBM2) DRAM объемом до 16 Гбайт.

Наряду с микросхемами программируемой логики и СМК Altera предлагает интегрированные высокоэффективные решения для управления питанием Empirion с цифровым управлением и коммуникационными возможностями, которые предназначены специально для ПЛИС и СМК. Все семейства микросхем Altera поддерживаются наборами разработчика для отладки систем на базе этих изделий, а также инструментами проектирования, которые позволяют реализовать все этапы разработки системы на базе продуктов Altera. ●