Возможности проектирования системы MicroTCA на базе PCI Express

***В** статье рассматривается построение миниатюрных и экономичных платформ MicroTCA на базе стандарта PCI Express, который вызывает растущий интерес потребителей. Кроме того, описываются параметры архитектуры платформы для реализации мультипроцессорных решений, в т.ч. автономных систем и кластеров. Статья представляет собой перевод [1].*

Платформа MicroTCA получает все большую популярность в широком ряду приложений помимо связи и сетей. Отчасти этот интерес обусловлен гибкостью платформы. Как модульная система MicroTCA позволяет устанавливать на объединительную панель совместимую плату любого типа. За несколько лет с момента появления MicroTCA с помощью этой платформы был создан ряд таких плат.

Еще одной важной особенностью MicroTCA является пассивная объединительная панель, благодаря которой поток данных между платами системы организуется с помощью соответствующей разводки. Объединительная панель целиком независима по отношению к используемой технологии межсоединений, что является для разработчиков очень привлекательным достоинством.

Следует заметить, что MicroTCA поддерживает ряд параллельно используемых интерфейсов. Рассмотрим в качестве конкретного примера схему соединений с высокой пропускной способностью и малой задержкой (Fat Pipe) при передаче данных между платами. В этом случае многие системы используют такие привычные технологии связи как Gigabit Ethernet, Serial RapidIO и PCI Express. Каждая из них имеет свои преимущества, которые в тех или иных приложениях лучше достоинств других технологий. Однако PCI Express становится основной технологией в приложениях связи.

ПРЕИМУЩЕСТВА PCI EXPRESS

Большинство разработчиков рассматривает PCI Express как межсоединение между процессором и устройством ввода-вывода (Peripheral Component Interconnect — межсоединение периферийных компонентов). Однако PCI Express является намного более функциональным устройством, чем поначалу можно себе представить.

На самом деле, PCI Express — полнофункциональная шина последовательного ввода-вывода, имеющая ряд неоспоримых преимуществ перед другими последовательными интерфейсами. Во всех современных ПК она обеспечивает связь между компонентами системы. У нее очень малое время задержки — менее 1 мкс при высокой пропускной способности 750…800 Мбайт/с × 4 канала, даже с учетом передачи служебной информации.

Если сравнивать PCI Express со стандартом Gigabit Ethernet, то он обеспечивает ту же пропускную способность, но имеет бóльшую задержку и загруженность центрального процессора из-за стека протокола и служебной информации. Другие протоколы, например Serial RapidIO или InfiniBand, в большей степени конкурируют с PCI Express, но пользуются весьма ограниченной поддержкой со стороны устройств и плат, и потому решение об использовании этих интерфейсов следует принимать на самых ранних этапах проектирования.

МОНТАЖ ПЛАТФОРМЫ MICROTCA

Другой привлекательной особенностью MicroTCA являются широкие возможности ее монтажа — от малых корпусов 1U для крепления в стойке до больших систем 8U с функциями горячей замены источника питания и с модулями охлаждения. Этими функциями далеко не исчерпываются все преимущества MicroTCA. Например, к исходной характеристике были добавлены параметры для работы в жестких промышленных условиях; в настоящее время обсуждаются также концепции удешевления этих систем.

На рисунке 1 представлен вариант монтажа системы в корпус средних размеров 2U с внутренним источником питания и одиночным модулем контроллера MCH (MicroTCA Carrier Hub) с четырьмя разъемами.

Следует заметить, что при выборе корпуса любого размера объединительная панель должна поддерживать разводку сигналов, требуемую для той или иной конфигурации системы. Это значит, что параметры системы должны обеспечить между гнездами высокоскоростную передачу сигналов PCI Express с малой задержкой. Кроме того, MCH должен обеспечить коммутацию PCI Express для этой системы.

ПЛАТЫ ADVANCEDMC

В рассматриваемой системе используется ряд плат AdvancedMC, в т.ч. процессорный модуль общего назначения, графический модуль и коммутатор MCH. Процессор конфигурируется как корневой комплекс PCI Express или периферийное устройство при проектировании многопроцессорных систем. MCH обеспечивает коммутацию PCI Express по двум из своих четырех разъемов, что важно в том случае, когда у системы два независимых процессорных кластера.

рис. 1. **Стандартный вариант монтажа MicroTCA в корпус средних размеров**

рис. 2. **Ключевые платы AdvancedMC, обеспечивающие требуемый набор параметров проектирования для рассматриваемой системы**

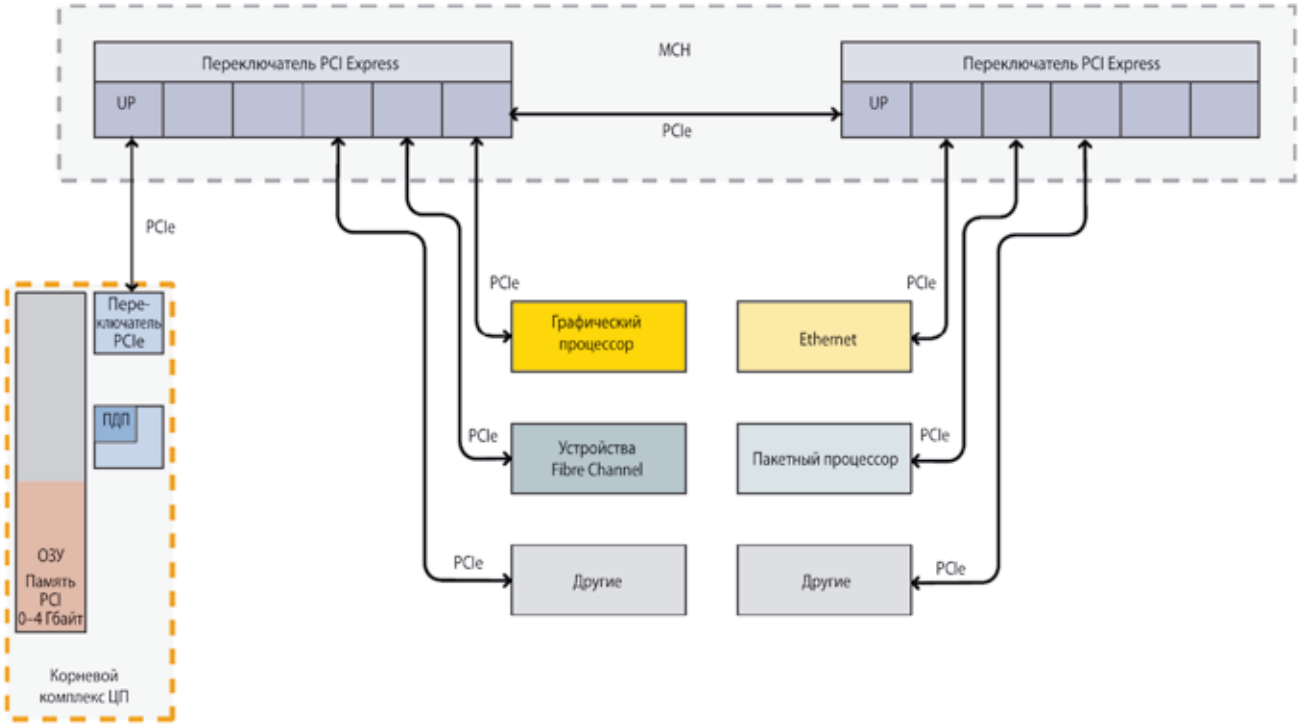

рис. 3. **Один корневой комплекс с гнездами PCI Express, число которых может достигать 12**

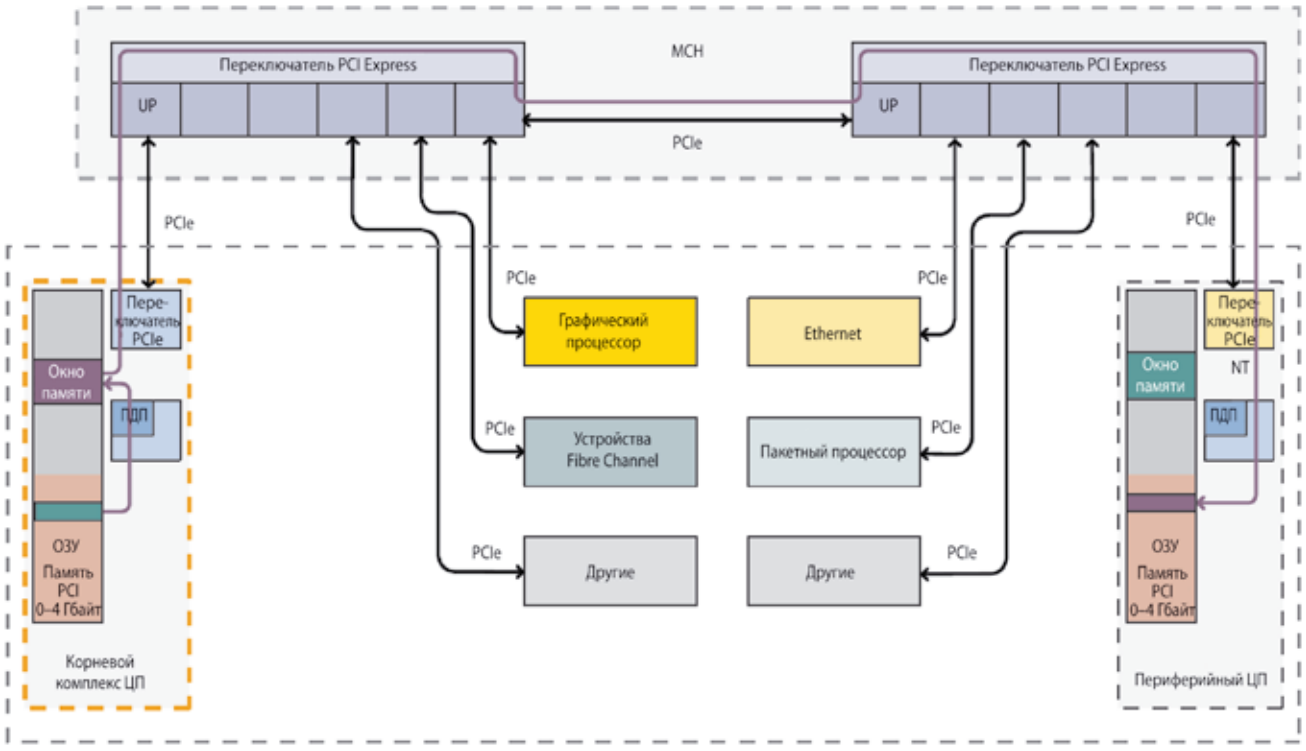

Рис. 4. **Один корневой комплекс и одна зона PCI. ЦП в правой части рисунка сконфигурирован как периферийное устройство**

БАЗОВЫЕ СИСТЕМЫ PCI EXPRESS

Центральный процессор, схематически изображенный в левой части рисунка 3, является корневым комплексом базовой схемы PCI Express*. Все потоки данных PCI Express на объединительной панели системы поступают через переключатели PCI Express MCH на платы AdvancedMC.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦП В СИСТЕМЕ PCI EXPRESS

Возможность использования дополнительных ЦП в этой системе основана на том факте, что процессорный модуль AdvancedMC компании GE Intelligent Platforms можно сконфигурировать как корневой комплекс либо как конечный узел/периферийное устройство. На рисунке 4 показано, как перемещаются данные в этой архитектуре, в т.ч. внутри

** В этой статье рассматривается базовая схема, тогда как более простые системы PCI Express реализуются на основе двухточечных соединений на объединительной плате. Этим системам не требуются коммутаторы MCH, поскольку ЦП выступает в качестве функционального эквивалента коммутатора PCI Express. Такая архитектура подробнее обсуждается в официальном описании Designing multiple PCI Express processor nodes into xTCA host systems [2].*

ОЗУ двух процессорных модулей. В этой схеме переключатель PCI Express на периферийном ЦП конфигурируется как непрозрачный мост, выполняя одну из ключевых функций шины PCI Express.

НЕСКОЛЬКО ЦП

На схеме рисунка 5 видно, что в систему добавлен еще один ЦП. И в этом случае переключатель модуля PCI Express сконфигурирован в режиме непрозрачного моста, а в корневом комплексе открыто отдельное окно памяти. Благодаря ПДП у процессорных узлов появляется высокоскоростной канал с очень низкой задержкой.

СОЗДАНИЕ НЕЗАВИСИМЫХ КЛАСТЕРОВ

Для того чтобы подключить все 12 модулей AdvancedMC с четырьмя каналами PCI Express каждый, коммутатор MCH использует два физических переключающих устройства, соединенных друг с другом. Это соединение можно отключить, получив два совершенно независимых кластера PCI Express, как показано на рисунке 6. Такая система используется для выполнения

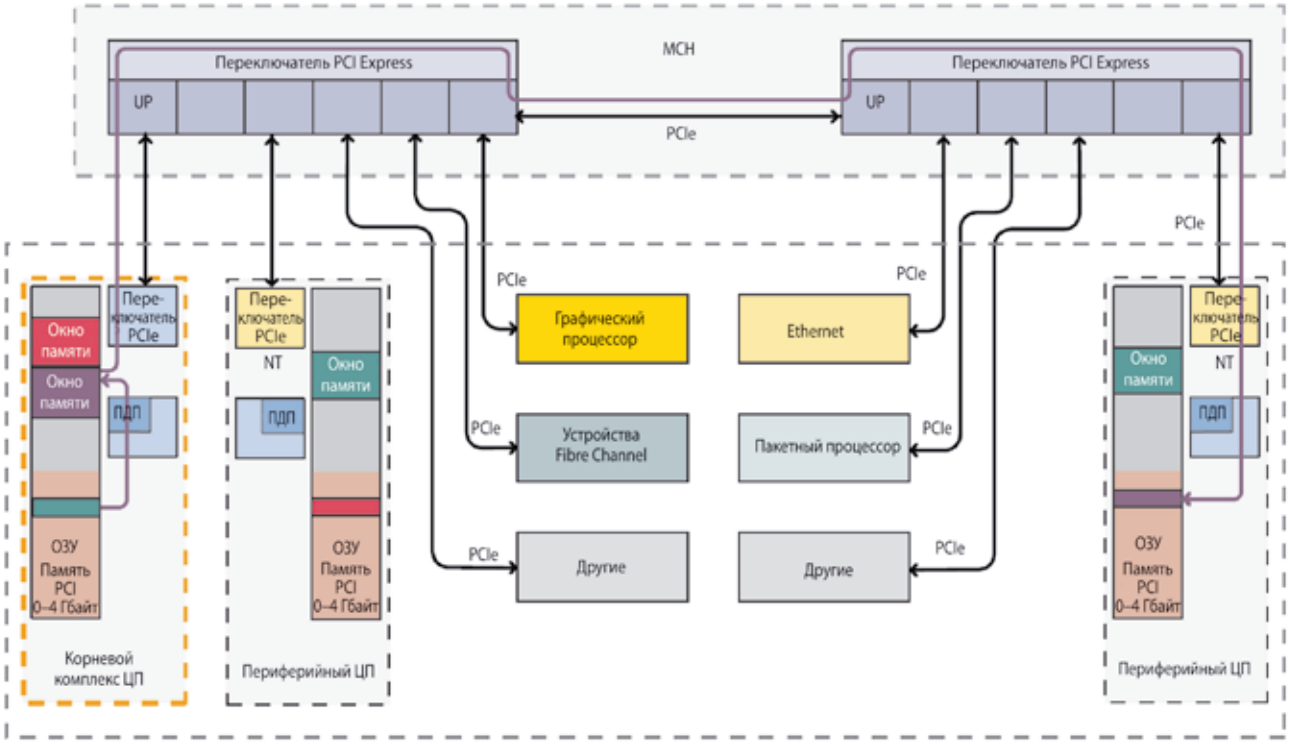

рис. 5. **Один корневой комплекс и два ЦП, сконфигурированные как периферийные устройства**

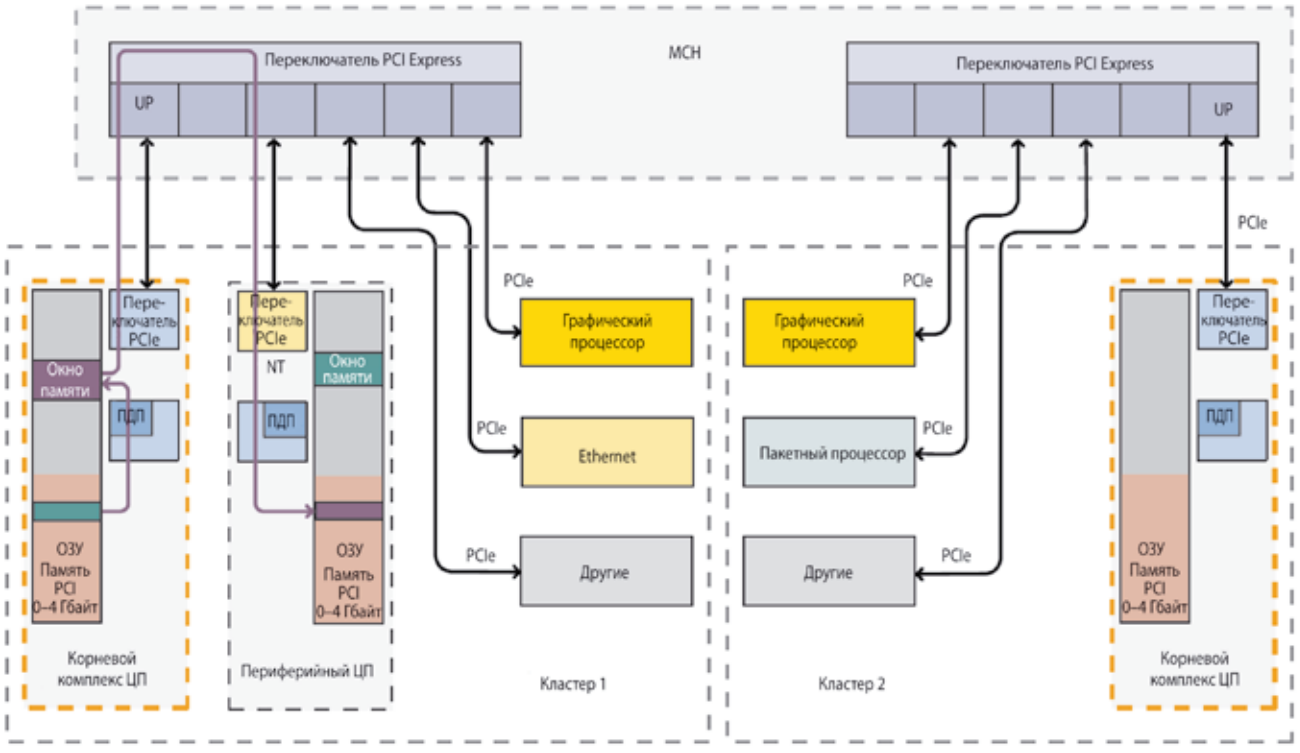

рис. 6. **Один корневой комплекс и одна зона PCI. ЦП в правой части рисунка сконфигурирован как периферийное устройство**

двух независимых задач обработки. Кроме того, ее можно использовать как избыточную схему обработки с двумя кластерами, управляющими одним приложением.

СВЯЗАННЫЕ КЛАСТЕРЫ

Схема системы, представленная на рисунке 7, является разновидностью предыдущей схемы. В этом случае два переключателя PCI Express соединены через непрозрачный порт. Следует заметить, что у каждого из них имеется собственный корневой комплекс, поддерживающий два независимых кластера, однако в данной схеме они связаны через высокоскоростной интерфейс PCI Express с малым временем задержки. (Эта базовая архитектура подробнее описана в следующем разделе статьи. В рассматриваемом конкретном приложении два кластера выполняют разные задачи: первый из них собирает и обрабатывает данные с датчика, второй отображает эти данные).

ТЕСТОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ MICROTCA

Назначение системы, схема которой представлена на рисунке 8, заключалась в создании высокопроизводительной модуль-

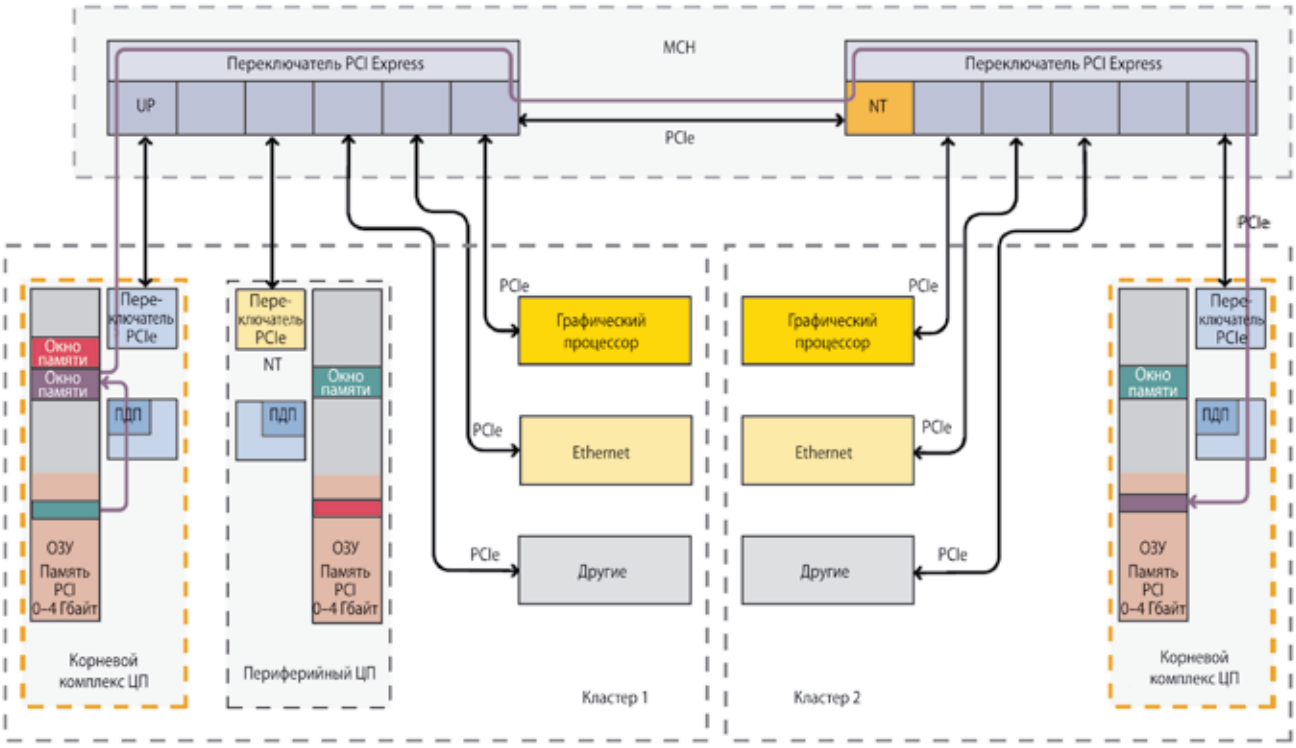

рис. 7. **Два кластера с непрозрачным межсоединением PCIe**

рис. 8. **Скорость передачи данных в этой системе достигает 700 Мбайт/с при задержке менее 1 мкс**

ной платформы с несколькими вычислительными узлами, раздельными блоками обработки и отображения данных, а также с малой задержкой передачи данных (менее 1 мкс) между этими двумя блоками.

Заказчик отдал предпочтение шине PCI Express по той причине, что задержка Ethernet была слишком большой. В реализации платформы MicroTCA на базе PCI Express используются те же компоненты, что и прежде: процессорные модули AdvancedMC, сконфигурированные как корневой комплекс или периферия; непрозрачный мост; коммутатор MCH с двумя высокоскоростными переключателями PCI Express и малой задержкой и такое же (Fat Pipe) соединение между ними.

ДАТЧИКОВОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

На рисунке 9 показан еще один пример использования системы MicroTCA на базе PCI Express для ресурсоемкой обработки данных с датчика и их отображения. В этом случае данные с

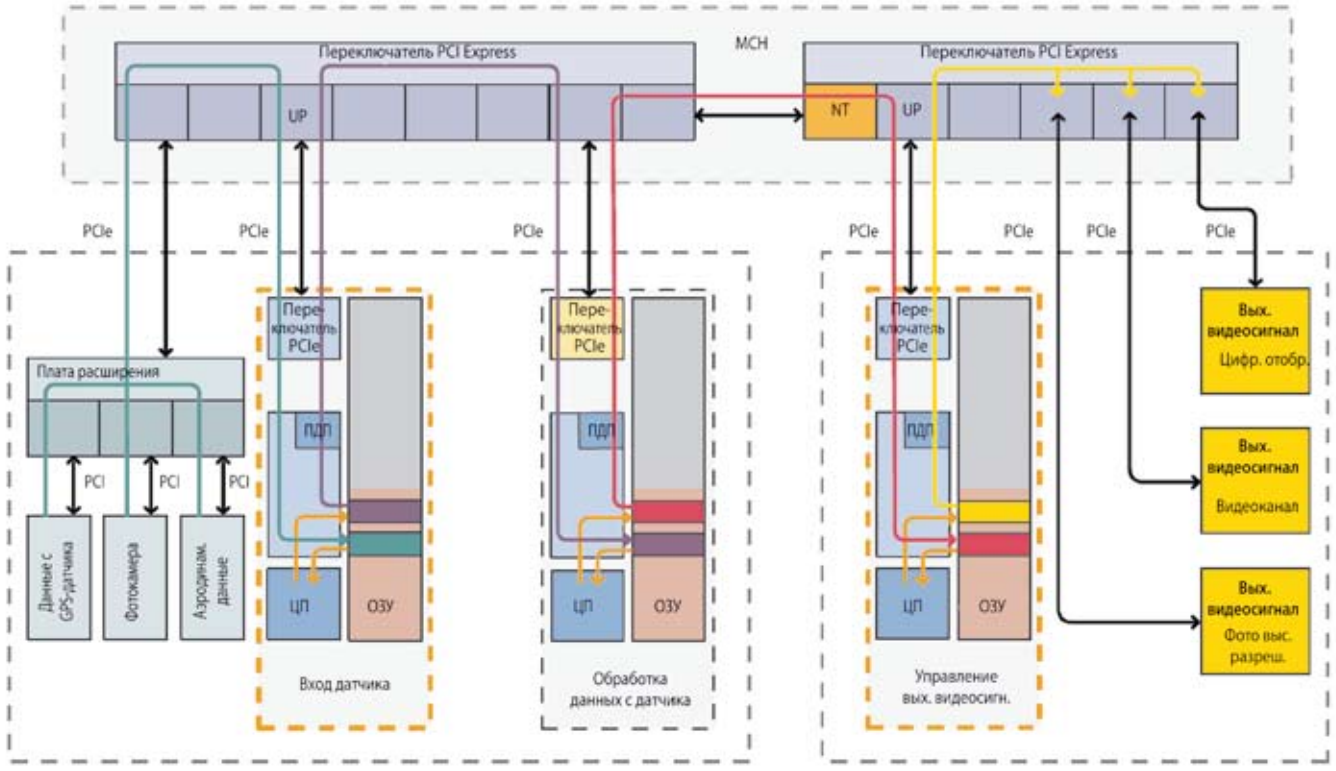

рис. 9. **Пример приложения по обработке сигнала с датчика беспилотного летательного аппарата**

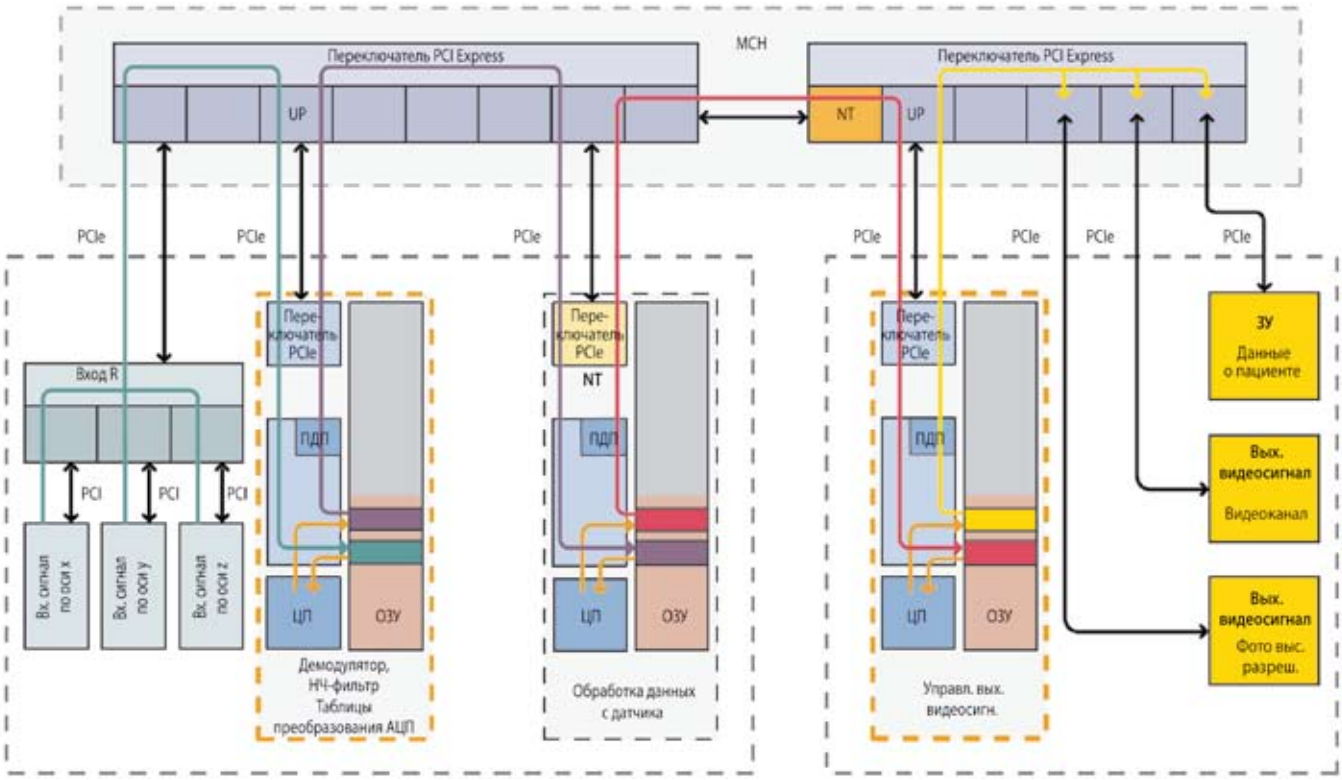

рис. 10. **Исходный каскад выполняет предварительную обработку всех данных с датчика для магнитного отображения резонанса**

GPS-, видео- и телеметрических датчиков обрабатываются на плате, установленной в беспилотном летательном аппарате, и передаются по спутниковому каналу или по линии связи, работающей в пределах прямой видимости. Благодаря возможности совместного использования высоконадежных корпусов для платформы MicroTCA с устройствами, отвечающими спецификации стандарта Rugged MicroTCA, а также с функцией горячей замены система MicroTCA применяется в этом типе приложений для летательных аппаратов.

ПРИЛОЖЕНИЕ ПО ОБРАБОТКЕ И ОТОБРАЖЕНИЮ ДАННЫХ МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Схема рисунка 10 была разработана на основе требований нового MRI-сканера (Magnetic Renonance Imaging — отображение магнитного резонанса), в котором используется модульная платформа с высокой пропускной способностью и несколькими вычислительными узлами, отдельные блоки обработки и отображения с малой задержкой при передаче данных между ними. Эта схема является еще одной иллюстрацией гибкости и функциональности платформ MicroTCA на базе PCI Express. В данном примере, где используется схожая структура, что и в рассмотренных выше приложениях, замена нескольких модульных плат позволяет приспособить систему для работы в совершенно ином приложении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нельзя недооценивать роль шины PCI Express в качестве объединительной структуры для систем MicroTCA. Рассмотренные в статье примеры наглядно продемонстрировали возможности масштабирования PCI Express, начиная с применения в базовой системе и заканчивая сложными высокопроизводительными решениями с большим коэффициентом готовности. Благодаря этим достоинствам спрос на применение PCI Express в экосистеме MicroTCA продолжает расти.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.globalspec.com/reference/233494/PCI-Express-based-MicroTCA-Design-Options-pdf.

2. www.globalspec.com/reference/233275/Designing-Multiple-PCI-Express-Processor-Nodes-into-xTCA-Host-Systems-pdf.

| НОВОСТИ РЫНКА | МОДУЛЬ ETXEXPRESS-AI С INTEL® CORE™ I7/I5: НОВЫЙ УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ГРАФИКИ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

RTSoft
СРЕДСТВА и СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

ЗАО «РТСофт» (www.rtsoft.ru) и холдинг Kontron представляют «компьютер-на-модуле» ETXexpress-AI в стандарте COM Express. Продуктовая новинка международного холдинга Kontron призвана вывести OEM-проекты заказчиков на новый уровень производительности и гибкости благодаря применению новейших процессоров Intel Core i7/Core i5 на базе 32-нм техпроцесса, высокой энергоэффективности, расширенным графическим возможностям, конфигурируемой шине PCI Express и двухканальной памяти с функцией коррекции ошибок ECC.

Продукт Kontron ETXexpress-AI, выполненный в формфакторе COM Express Basic, имеет интегрированный видеоконтроллер Intel HD Graphics с поддержкой интерфейса DisplayPort. В приложениях с высокой интенсивностью графических операций будут полезны такие характеристики «компьютера-на-модуле» ETXexpress-AI, как поддержка технологий OpenGL 2.1 и аппаратное ускорение функций DirectX 10, обеспечивающих высококачественную визуализацию.

По сравнению с решениями на базе мобильных чипсетов Intel GM45 и Intel GS45 Express новый «компьютер-на-модуле» холдинга Kontron демонстрирует более высокую графическую производительность (в 2,6 раза в тесте 3DMark 2006). Для использования в ответственных приложениях модуль Kontron ETXexpress-AI опционально оснащается ECC-памятью объемом до 8 Гбайт и защитным модулем TPM (Trusted Platform Module).

Наличие версий «компьютера-на-модуле» с четырьмя разными процессорами из линеек Intel Core i7 и Intel Core i5 позволяет создавать масштабируемые приложения. Новейший 32-нм технологический процесс, по которому изготавливаются применяемые процессоры, обеспечивает более рациональное энергопотребление, увеличение пропускной способности и повышение степени интеграции. Таким образом, модуль ETXexpress-AI поднимает планку производительности на высоту, недоступную решениям на базе процессоров Intel Core 2 Duo. Применение технологий Hyper-Threading и Intel Turbo Boost ускоряет выполнение многопоточных и однопоточных вычислительных задач. В зависимости от версии установленного процессора функция Intel Turbo Boost позволяет отдельным ядрам работать на частотах выше номинала на 25—100 процентов.

Новый «компьютер-на-модуле» ориентирован на OEM-производителей, работающих на рынках игрового оборудования, решений Digital Signage, сетевых и телекоммуникационных систем, медицинской техники и средств промышленной автоматизации, а также в оборонном, аэрокосмическом и правительственном сегментах. Пользователи изделия Kontron ETXexpress-AI и других модулей стандарта COM Express получают еще более широкие возможности для модернизации существующих систем и ускоренной разработки и вывода на рынок новых решений.

ХАРАКТЕРИСТИКИ KONTRON ETXEXPRESS-AI

«Компьютер-на-модуле» Kontron ETXexpress-AI доступен в версиях с процессорами Intel Core i7-620UE (1,06 ГГц), Intel Core i7-620LE (2,00 ГГц), Intel Core i5-520E (2,40 ГГц) и Intel Core i7-610E (2,53 ГГц). Все версии поддерживают до двух модулей двухканальной памяти DDR3 SO-DIMM с функцией ECC объемом до 4 Гбайт каждый. В разъем COM Express COM.0 Type 2 выведены все необходимые интерфейсы: PCI Express Graphics второй версии (может быть сконфигурирован как 2 порта PCI Express x8), 6x PCI Express x1, 4x Serial ATA, 1x ATA, 8x USB 2.0, 1x Gigabit Ethernet, LVDS, VGA и входы/выходы звуковой подсистемы Intel HDA (High Definition Audio). Наличие интегрированных интерфейсов PCI 2.3 позволяет включать в состав системы компоненты, не поддерживающие шину PCI Express. Технология Intel AMT (Active Management Technology) 6.0 обеспечивает удаленное управление оборудованием. В наличии универсальный источник питания для входных напряжений от 8 до 18 В.

Kontron ETXexpress-AI работает под управлением ОС Windows 7/XP, Linux (включая Red Hat Enterprise, SuSE, Red Flag и Wind River Linux) и VxWorks.

Дополнительная информация о продукте Kontron ETXexpress-AI находится на странице http://www.kontron.com/products/computeronmodules/com+express/etxexpress/etxexpressai.html.

Дополнительную информацию о модулях в стандарте COM Express можно найти на странице http://www.kontron.com/comexpress, о других «компьютерах-на-модуле» — на странице http://www.kontron.com/COM.

Стратегическим партнером международного холдинга Kontron в России и странах СНГ является ЗАО «РТСофт» (www.rtsoft.ru).

Kontron ETXexpress®-AI

kontron