

По типам разъемов и коммутаторов, а также по их размещению на плате можно безошибочно определить к какой спецификации стандарта PCI Express она относится

Слюсар В. И., д. т. н., зам. начальника научно-исследовательского управления ЦНИИ вооружения и военной техники ВС Украины, swadim@voliacable.com

Лицо стандарта

Реализация потенциальных возможностей цифровых систем, как известно, зависит от пропускной способности интерфейсов обмена данными. Не случайно соответствующие стандарты эволюционируют практически с той же динамикой, что и производительность микропроцессорных средств. Особенно остро потребность в широкополосных интерфейсах проявилась в телекоммуникационных и других информационных приложениях. Именно интересы развития этих секторов стали причиной очередных революционных изменений в развитии технологий интерфейсных соединений. Сейчас уже можно говорить достаточно определенно о ключевых технических решениях, которые в ближайшем будущем позволят существенно продвинуться в решении указанных проблем. Речь идет об использовании параллельно-последовательных интерфейсных шин. В чем же состоят основные особенности соответствующих спецификаций для встраиваемых вычислителей?

Следует отметить, что нетерпение фирм-производителей в получении высокоскоростных промышленных интерфейсов было столь значитель-

ным, что многие из них пошли путем разработки собственных вариантов спецификаций, не дожидаясь принятия официальных стандартов. Как

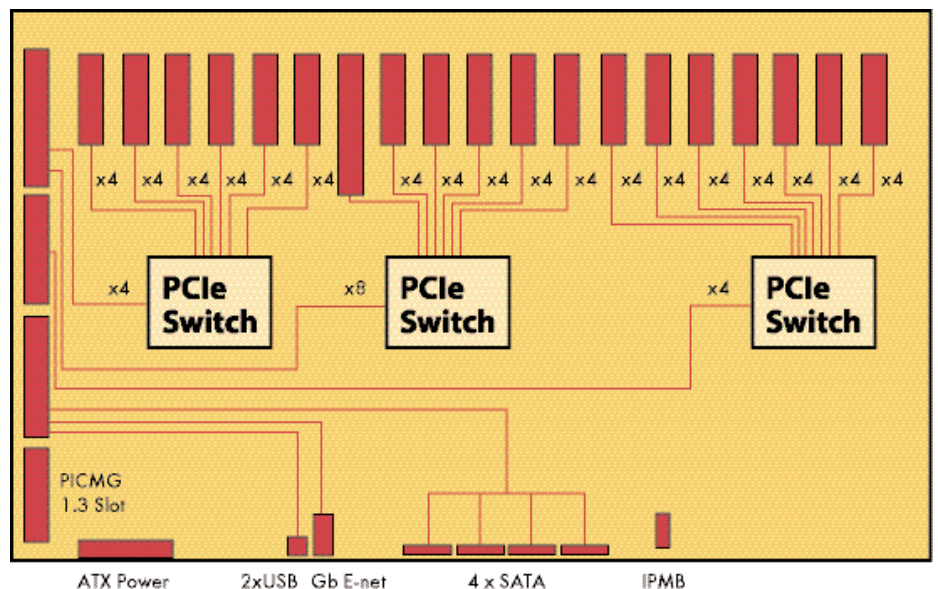


Рис. 1. Объединительная плата спецификации SHB компании One Stop Systems, Inc.

следствие, к настоящему времени на рынке встраиваемых процессорных средств процедуру стандартизации проходит весьма обширное множество спецификаций компьютерного оборудования.

Базовая спецификация

Бесспорное лидерство среди них занимает шина PCI Express. Датой ее рождения считается 22 июля 2002 года, когда была опубликована базовая спецификация протокола и сигнального уровня PCI Express 1.0, а также спецификация на разъемы, форм-фактор и энергопотребление карт.

Начиная с 2004 года, PCI Express прочно утвердилась в офисных и серверных решениях, вытесняя своих предшественниц PCI и PCI-X, а также их конкурента AGP. Фактически данный стандарт представляет собой совокупность независимых последовательных каналов передачи данных. При этом поскольку обмен данными в них осуществляется параллельно (но не синхронно) по всем доступным последовательным каналам, такой интерфейс, по сути, является параллельно-последовательным. Его сигнальный уровень составляет 0,8 В и каждый канал состоит из двух дифференциальных сигнальных пар LVDS (об интерфейсе LVDS читайте в «МА» № 2/2005 на с. 14), для подключения которых достаточно иметь лишь 4 контакта.

В сигнальном протоколе используется избыточное, защищенное от помех кодирование, согласно которому каждый байт при передаче представляется десятью битами. Пиковая пропускная способность одного канала при тактовой частоте 2,5 ГГц теоретически составляет 2,5 Гб/с в каждом направлении одновременно (полный дуплекс), однако, следует учесть, что эффективная скорость передачи данных за вычетом избыточного кодирования падает до 2 Гб/с.

Сегодня стандартизованы 1-, 2-, 4-, 8-, 16- и 32-канальные варианты (до 6,4 эффективных Гб/с при передаче в одну сторону и вдвое больше при передаче в обоих направлениях) и уже анонсировано второе поколение PCI Express (PCIe 2.0) с тактовой частотой 5 ГГц (5 Гб/с на один канал однонаправленной передачи). Массовое внедрение соответствующих решений ожидается в 2006-2007 годах, а в перспективе планируется применение шин с тактовой частотой 10 ГГц.

PCI Express ориентирована на межсоединения типа «чип-чип», «плата-плата» и может быть реализована в меди или оптике. При этом цена системного

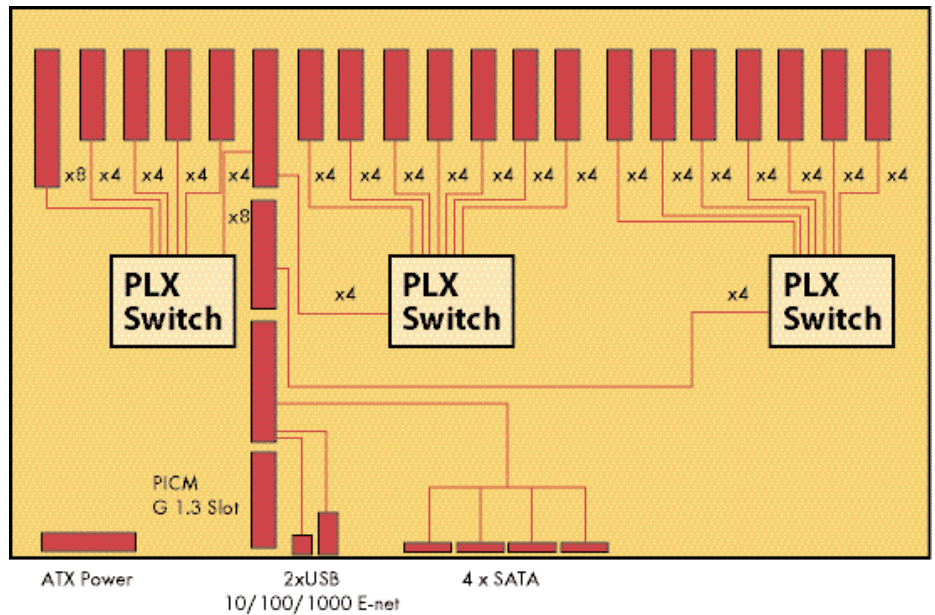


Рис. 2. Вариант объединительной платы PCI Express компании One Stop Systems

решения оказывается ниже стоимости PCI. Существенно, что PCI Express имеет развитие возможности автоконфигурации, горячей замены плат, менеджмента питания, обнаружения и коррекции ошибок. Она поддерживает виртуальные каналы передачи данных, узловой и одноранговый обмен, коммутацию пакетов, разнообразные структуры данных, гарантированные времена отклика, а на уровне приложений – совместимую с PCI программную модель.

Спецификация SHB Express

В промышленных приложениях, некритичных к условиям эксплуатации, реализация индустриальной технологии PCI Express осуществляется в рамках спецификации SHB Express стандарта PICMG 1.3 [1-4] (о стандартах PICMG x.xx читайте в «МА» № 1/2005 на с. 32, SHB – System Host Boards). Данные технические требования, официально утвержденные в марте 2005 года, модифицируют популярную пассивную

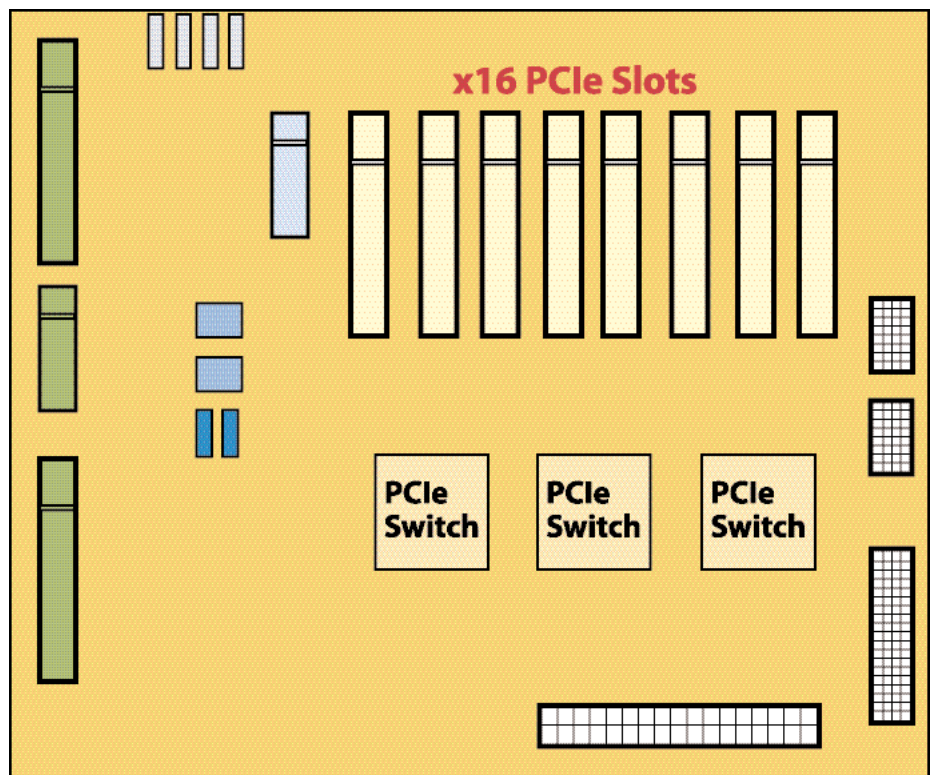


Рис. 3. Кросс-плата фирмы Trenton Technology с 16-канальными слотами PCI Express

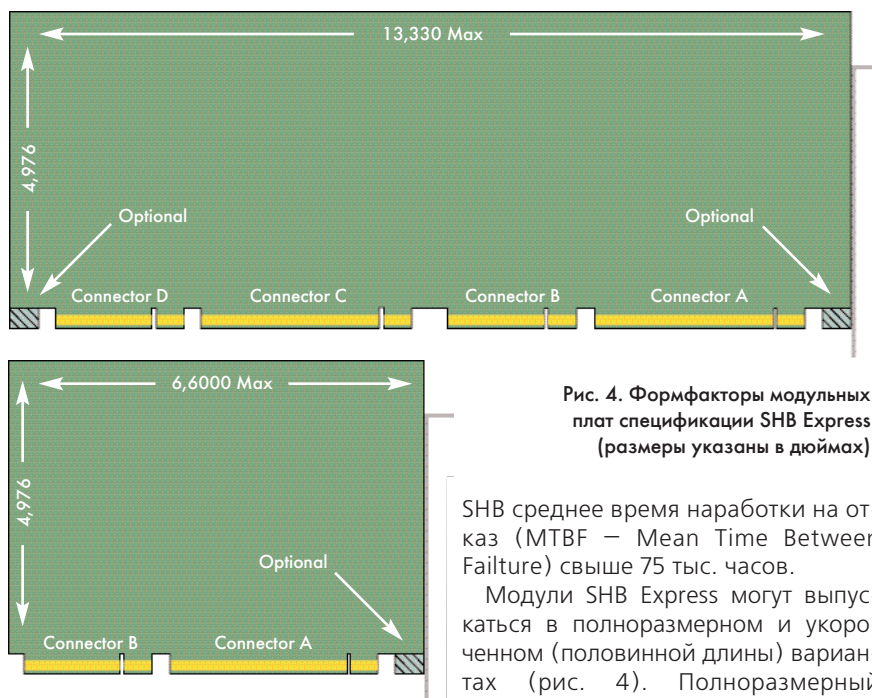


Рис. 4. Формфакторы модульных плат спецификации SHB Express (размеры указаны в дюймах)

SHB среднее время наработки на отказ (MTBF — Mean Time Between Failure) свыше 75 тыс. часов.

Модули SHB Express могут выпускаться в полноразмерном и укороченном (половинной длины) вариантах (рис. 4). Полноразмерный вариант процессорной платы SHB Express может иметь три или четыре разъема (Connector A, B, C, D).

Connector A обеспечивает одно 16-канальное соединение (x16) PCI Express или два 8-канальных (x8) и содержит 164 контакта. Его пиковая пропускная способность (PAB — Peak Available Bandwidth) в режиме 16-канального обмена может достигать 8 Гб/с.

Connector B представляет собой одно 4-канальное соединение (x4) PCI Express или 4 одноканальных и 8 тактовых линий PCI Express. Общее количество контактов — 98.

Connector C предназначен для подведения дополнительного питания и линий ввода/вывода. Его конструктивное исполнение аналогично Connector A.

98-контактный Connector D является опциональным и может использоваться для связи с 32-битовыми шинами PCI/PCI-X [3, 4]. Тактовая частота PCI/PCI-X в соединениях «модуль SHB — Backplane» составляет в зависимости от качества дизай-

на 33, 66, 100 и 133 МГц. При этом на объединительной плате должны устанавливаться соответствующие мосты PCI Express—PCI/PCI-X. Стандартом предусмотрена также выдача на Connector D разведенных на Backplane сигналов интерфейса USB, «географической» адресации плат и управления питанием.

Продуманная технология SHB позволяет увеличить в 2 раза предельно допустимую рассеиваемую мощность на одну полноразмерную плату SHB по сравнению с PCI/ISA спецификацией PICMG 1.1/1.2, ограничивая ее суммарным уровнем 500,72 Вт (по линиям питания 5 В — 44 Вт, по цепям 12 В — 369,6 Вт, по цепям 3,3 В — 87,12 Вт) [5]. Соответственно, допустимая потребляемая мощность полноразмерной платы SHB не должна превышать 127,38 Вт (по линиям питания 12 В — 105,6 Вт, по цепям 3,3 В — 21,78 Вт) [5]. Для подвода дополнительного питания 12 В на процессорном модуле SHB спецификации предусмотрена установка 4-контактного разъема питания [5].

К числу перспективных приложений, в которых спецификация SHB Express будет весьма эффективной, прежде всего относится аппаратура обработки сигналов в так называемых «интеллектуальных антенных решетках» [6]. Такие системы находят все более широкое применение в стационарных базовых станциях мобильной связи третьего поколения, помехоустойчивых корректирующих станциях спутниковой навигации и других приложениях гражданского и военного назначения.

Среди иных преимуществ нового дизайна по сравнению с PCI-решениями, рассмотренных, например в [6], следует отметить простоту реализации высокоскоростного межкрейтового обмена данными за счет использования специальных многоканальных кабелей PCI Express и соответствующих модульных шлюзов «кабель—объединительная плата» (рис. 5). Длина соединительных шлейфов фирмы One Stop Systems, содержащих четыре дифференциальных канала передачи PCI Express, может достигать 7 м. При этом по каждой линии обеспечивается передача данных со скоростью 2 Гб/с. Использование режима активного эквалайзинга позволяет применять кабель длиной до 10 м.

Компания Cyclone Microsystems (www.cyclone.com) производит 12-канальные кабели PCI Express, обеспечивающие устойчивую связь на

объединительную плату (Backplane) с разъемами PCI-ISA, заменяя в ней шину ISA на PCI Express.

Спецификация SHB предполагает применение одноплатного компьютерного модуля, стыкуемого непосредственно с разъемами пассивной кросс-платы, в которой содержится распределенное множество слотов PCI Express. В настоящее время на рынке доступен достаточно представительный ряд объединительных плат SHB. Например, американская компания One Stop Systems, Inc. (www.onestopsystems.com) предлагает несколько вариантов таких Backplane стоимостью около \$1500 (рис. 1 и рис. 2).

Аналогичные решения, в том числе с 16-канальными слотами (рис. 3), анонсировала другая американская фирма — Trenton Technology Inc. (www.trentontechnology.com). Максимальное количество слотов PCI Express на объединительной плате может достигать 20. Фирмы-изготовители гарантируют Backplane

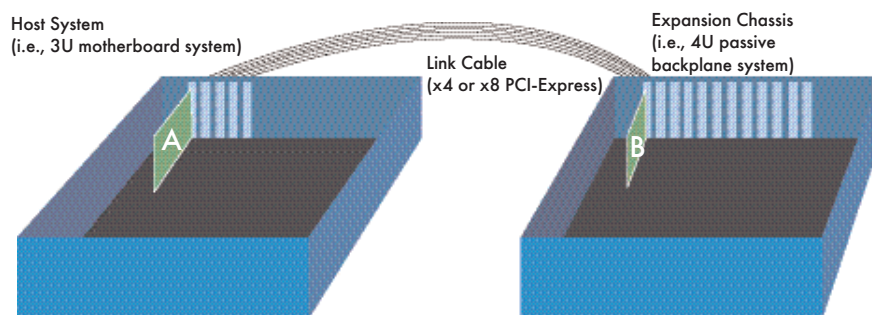


Рис. 5. Межкрейтовое соединение многоканальным кабелем PCI Express

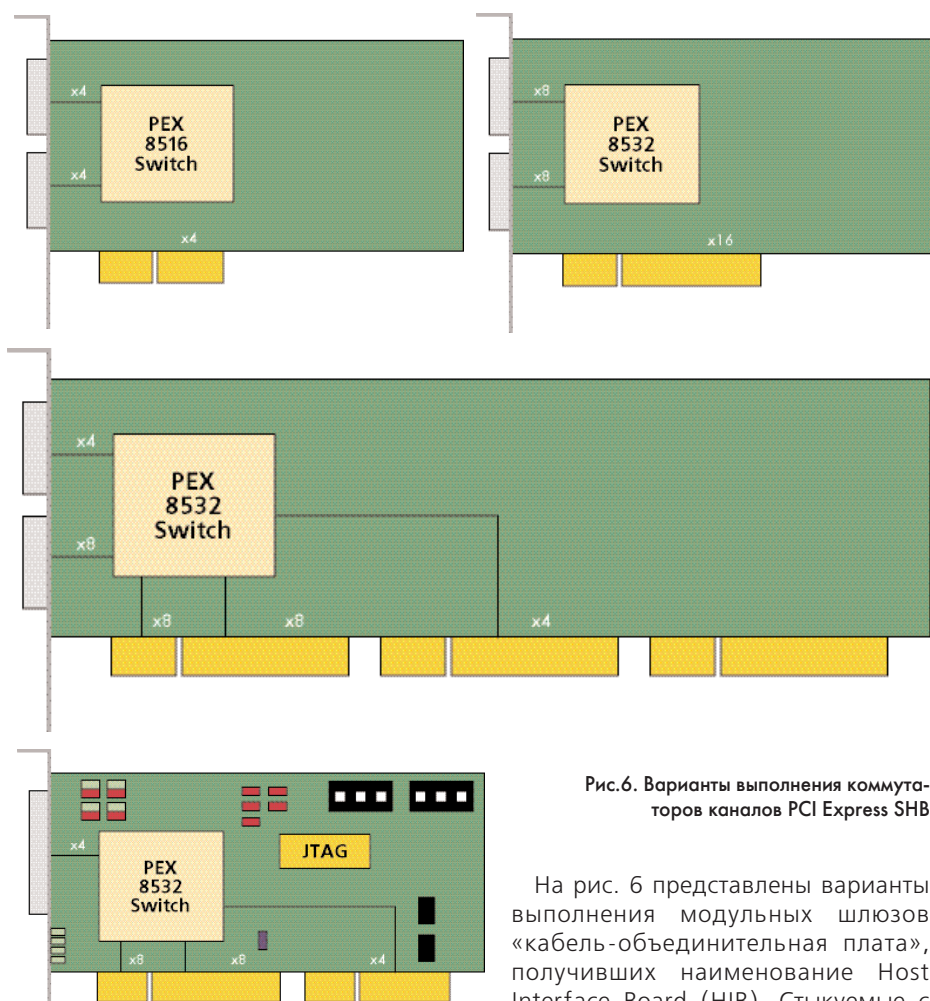


Рис.6. Варианты выполнения коммутаторов каналов PCI Express SHB

На рис. 6 представлены варианты выполнения модульных шлюзов «кабель-объединительная плата», получивших наименование Host Interface Board (HIB). Стыкуемые с ними модули расширения в спецификации PCI Express SHB называются ELB — Expansion Link Board. В архитектурно оптимизированных топологиях возможно подключение к одному модулю HIB с помощью кабелей нескольких сотен расширителей ELB, что достигается применением специальных коммутаторов. Такие решения существенно упрощают межплатформенный обмен данными, позволяя связать в единую вычислительную среду устройства на базе различных шинных интерфейсов.

расстояниях до 3 м. Предполагается, что в спецификации PCIe 2.0 длина 4-канального кабельного межкрейтового соединения без эквалайзинга сократится до 3-4 м при использовании медных линий, что вызвано снижением допустимого уровня шумов. Однако с применением оптоволоконных версий кабелей PCI Express станет возможным разнесение взаимодействующих сегментов вычислительной системы на несколько километров.

С помощью этой технологии шлюзования достигается высокая степень интеграции модулей стандарта PICMG 1.3 с платформами PCI, CompactPCI, а также с оборудованием, использующим новейшие спецификации промышленных компьютерных систем, в частности, CompactPCI Express, PXI Express, AdvancedTCA, MicroTCA. О развитии идеологии PCI Express в этих и других перспективных стандартах встраиваемых процессорных систем читайте в следующих номерах журнала.

Литература

1. SHB Express. System Host Board PCI Express. Specification PICMG 1.3. Revision 0.91, March, 9, 2005.
2. Jim Renehan. SHB Express brings PCI Express to MilCOTS applications. Trenton Technology, Inc. Jan/Feb 2005. Pp. 6, 10. www.trentontechnology.com/support/whitepaper/SHBExpressinMilCOTSApplications.pdf.
3. Michael Bowling. The new PICMG specifications for bringing PCI Express to industrial platforms. CompactPCI and AdvancedTCA Systems, October 2004. www.trentonprocessors.com/support/whitepaper/NewPICMGSpecificationFeaturingPCIExpress.pdf.
4. Jim Renehan. New PICMG specifications expand PCI Express usage in embedded systems, CompactPCI and AdvancedTCA Systems, December 2004, www.trentonprocessors.com/support/whitepaper/PCIExpressUsageinEmbeddedSystems.pdf.
5. Jim Renehan. Power Issues in Edge Card Systems. www.trentontechnology.com/support/whitepaper/PowerIssuesinEdgeCardSystems.pdf.
6. Слюсар В. И. Схемотехника цифрового диаграммообразования. Модульные решения. — Электроника: НТБ, 2002, № 1. — www.electronics.ru/pdf/1_2002/12/pdf.