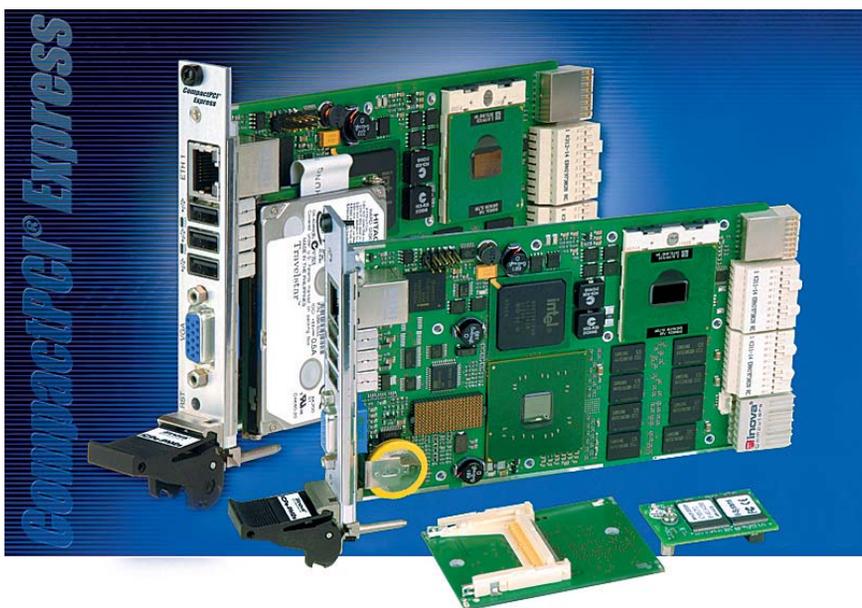


Разработчики
встраиваемых приложений
ждут появления на рынке
модулей нового стандарта.
Когда же их ожиданиям
суждено свершиться?

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



В начале пути

В августе 2005 года PICMG официально предложены новые модификации стандарта CPCL: CompactPCI Express 3U (PICMG EXP.0) и CompactPCI Express 6U (PICMG EXP.0) для жестких условий эксплуатации промышленных систем [1-3]. Основным протоколом обмена в них служит PCI Express (об этой технологии читайте в «МА» № 1/2006 на с. 38). Спецификация PICMG EXP.0 определяет электрические и механические требования к новым типам коннекторов, а также к устанавливаемым в систему платам.

На рис. 1 представлен вариант типового модуля CompactPCI Express 3U и соответствующего ему фрагмента кросс-платы [1]. Отличительной особенностью модуля является использование новых типов дифференциальных разъемов и разъема питания. Подача питающих напряжений на системный слот осуществляется через 7-контактные разъемы XJ1 (XP1) типа UPM-M(F)-7 (UPM — Universal Power Module), запрессовываемые в печатную плату. Их контакты выполнены в виде плоских ламелей, что позволило снизить сопротивление и, следовательно, уменьшить падение напряжения на контактной паре и разогрев контактных пластин.

Камень преткновения

Разъем питания в модулях CPCL Express сегодня является серьезным сдерживающим фактором на пути

массового внедрения новой спецификации. Патентные права на него принадлежат компании Tyco Electronics (www.tycoelectronics.com), она же имеет монопольное право на его производство. Поэтому в настоящее время разъемы доступны лишь партиями не менее 960 экземпляров по цене около \$5 за штуку при условии выполнения заказа не ранее, чем через полгода.

Корпус разъема выполнен из полиэстера, что позволяет использовать его при температуре от -55 до +125 °C и гарантировать работоспособность контактов при количестве циклов стыковки-разъединения, не превышающем 250. Максимальная токовая нагрузка на одну контактную пару — до 15 А, при этом обеспечивается возможность горячего соединения.

Следует иметь в виду, что заказы на разъемы в основном уже сформированы крупными фирмами — производителями процессорных систем. Небольшим же производителям плат расширения и ввода/вывода получить малые партии для освоения новой спецификации пока не удастся. Вполне вероятно, что такая ситуация на рынке ВКТ продлится еще несколько лет — до появления альтернативных производителей разъемов либо новой модификации стандарта, использующей другие разъемы питания.

Ситуацию с сигнальными разъемами Enriched Hard-Metric (eHM) Connector (XJ4 и XP4) можно оце-

нить как менее напряженную. Их производство освоено фирмой Erni (www.erni.com), в каталоге которой они фигурируют как разъемы типа B8 или ERmet 2mm Hard Metric Connectors. Этот вид коннекторов содержит 7 столбцов по 8 недифференциальных контактов. Первый и последний столбцы используются под сигналы заземления. Пять внутренних контактов верхнего 7-контактного ряда отведены под сигналы географической адресации плат. Кроме того, на разъеме зарезервированы контакты, используемые для подачи питания +5/3,3 В или +12 В на периферийные модули, лишённые разъема питания XJ1 (XP1). При этом максимальная токовая нагрузка на одну контактную пару не должна превышать 1 А.

Согласно спецификации фирмы Erni перекрестная помеха между сигналами частоты 100 МГц, поданными на соседние контакты eHM-разъема, составляет 53–57 дБ. Емкость контактной пары не превышает 3,2 пФ, задержка распространения сигналов через нее ограничена величиной 157 пс. В зависимости от прилагаемых усилительных выдерживает от 250 до 500 циклов расстыковки и может эксплуатироваться при температурах окружающей среды от -55 до +125 °C.

Дифференциальные разъемы Advanced Differential Fabric (ADF) Connector, предназначенные для подачи интерфейсных сигналов PCI Express (XJ2,

XJ3), содержат 3 столбца по 10 дифференциальных пар контактов. В модулях устанавливаются разъемы ADF-F-3-10-2-F-25, а в кросс-плате — ADF-M-3-10-2-B-25 или ADF-M-3-10-2-S-25-0100. В каталоге Tyco Electronics они фигурируют под общим названием Z-PACK NM-Zd-коннекторы. Отличаем их конструкции от ZD-разъемов, используемых в стандарте ATCA, является наличие не четырех, а трех столбцов контактных пар.

Разновидности модулей стандарта

В спецификации CPCI Express PICMG EXP.0 предусматривается несколько разновидностей модулей, отличающихся назначением и количеством каналов PCI Express, подводимых на разъемы Backplane. Наибольшим количеством каналов (16- и 8-канальный обмен данными) будут обладать процессорный модуль и платы ввода/вывода, для которых требуется обеспечить максимум пропускной способности. Гибридные модули, решающие задачи, некритичные к скорости обмена, имеют разъем 32-битовой CPCI и 8-канальную шину данных PCI Express.

На рис. 2 схематически представлен вариант Backplane, ориентированной на применение гибридных модулей, взаимодействующих с хост-процессором CPCI Express (левый слот). Этот тип модулей ориентирован на переходный период становления новой спецификации. Похоже, ее разработчики предвидели трудности в приобретении разъемов питания, описанные выше, поэтому предусмотрели возможность простой поддержки стандартных плат ввода/вывода CompactPCI.

Еще одним типом плат являются выделенные коммутаторы PCI Express Advanced Switching, обслуживающие перечисленные устройства и позволяющие переключать до 8 потоков 4-канальной передачи в задачах мультипроцессинга. Такая же градация модулей предусмотрена и для плат 6U.

На рис. 3 представлен вариант размещения модулей 6U CPCI Express системы обработки сигналов, базирующейся на использовании 14-слотового Backplane. Каждый периферийный модуль соединяется с кросс-платой по 8-канальной шине PCI Express. При этом в составе системы применен мощный коммутатор, позволяющий реализовать 8-канальную межкрейтовую сигнальную магистраль. Данная технология позволяет без проблем связать в единую высокоскоростную сеть множество крейтов, выполненных по различным стандартам (рис. 4).

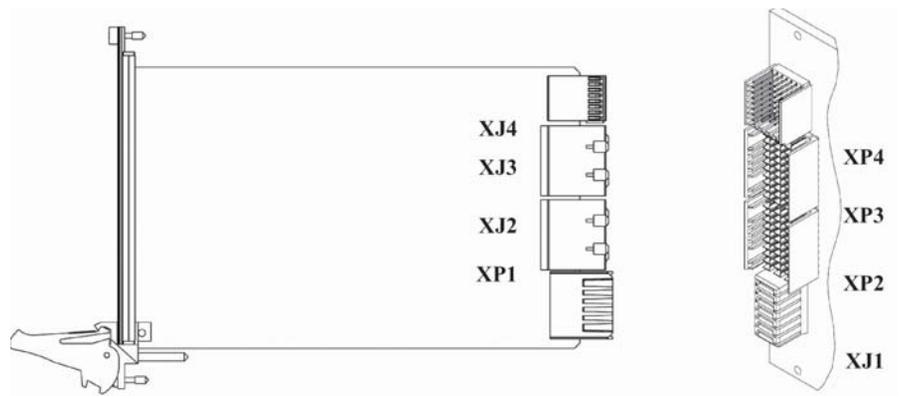


Рис. 1. Типовой модуль 3U CompactPCI Express

Контактные группы: XJ1 — разъем питания 3,3; 5 и 12 В, XJ2 — разъем подключения 16-канальной шины PCI Express, XJ3 — разъем подключения 8-канальной шины PCI Express и сигналов управления, XJ4 — разъем ввода/вывода на Rear-модули, подачи питания 5 В и кодировки модулей горячей замены

Прежде подобные системы могли объединяться в лучшем случае с помощью гигабитового Ethernet.

Рекомендуемая максимальная потребляемая мощность одного модуля формата 3U в спецификации PICMG EXP.0 ограничена величиной 30 Вт, для формата 6U этот номинал удваивается.

Если процессорный модуль запитать одновременно от системного и соседнего периферийного разъемов питания, то такое решение в формате 6U позволяет обеспечить рассеиваемую мощность до 140 Вт. Учитывая, что предельное количество комбинаций сигналов географической адресации плат в стандарте EXP.0 равно 31 (5-битовая шина),

потенциально в одном крейте можно устанавливать до 31 модуля CPCI Express. Однако такое количество модулей в одном корпусе вряд ли когда-нибудь будет реально использоваться.

Аналогично своему прототипу CPCI, спецификация CPCI Express 6U предусматривает использование мезонинных карт расширения, получивших наименование ХМС. Это название произошло от термина Switched Mezzanine Card (а не от сокращения Express Mezzanine Card) с учетом замены первого слова графическим символом микросхемы коммутатора, напоминающего букву Х. В основу мезонинных карт ХМС

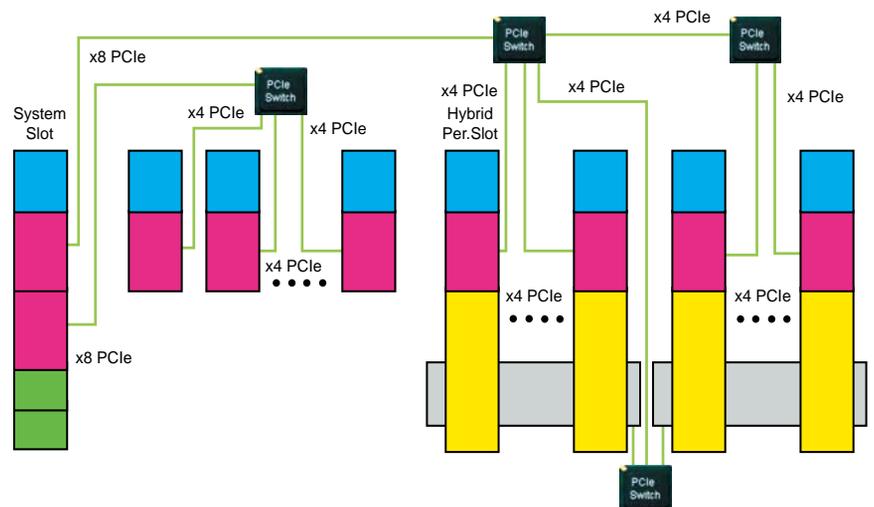


Рис. 2. Кросс-плата CPCI Express 3U для подключения гибридных модулей, использующих 32-битовую шину CPCI

■ — разъем P1 32-битовой шины CompactPCI;
■ — разъем питания для системного слота CompactPCI Express и периферийных слотов модулей первого типа (см. рис. 1 — XJ1);
■ — разъем eNM выполняет функции ввода/вывода на Rear-модули, стыкуемые с кросс-платой с ее тыльной стороны, географической адресации плат, подачи питания на периферийные модули второго типа, у которых отсутствует нижний разъем питания XJ1, а также ключа для исключения возможности ошибочной установки плат при их горячей замене в «чужой» слот;
■ — разъем ADF для подключения интерфейсов PCI Express

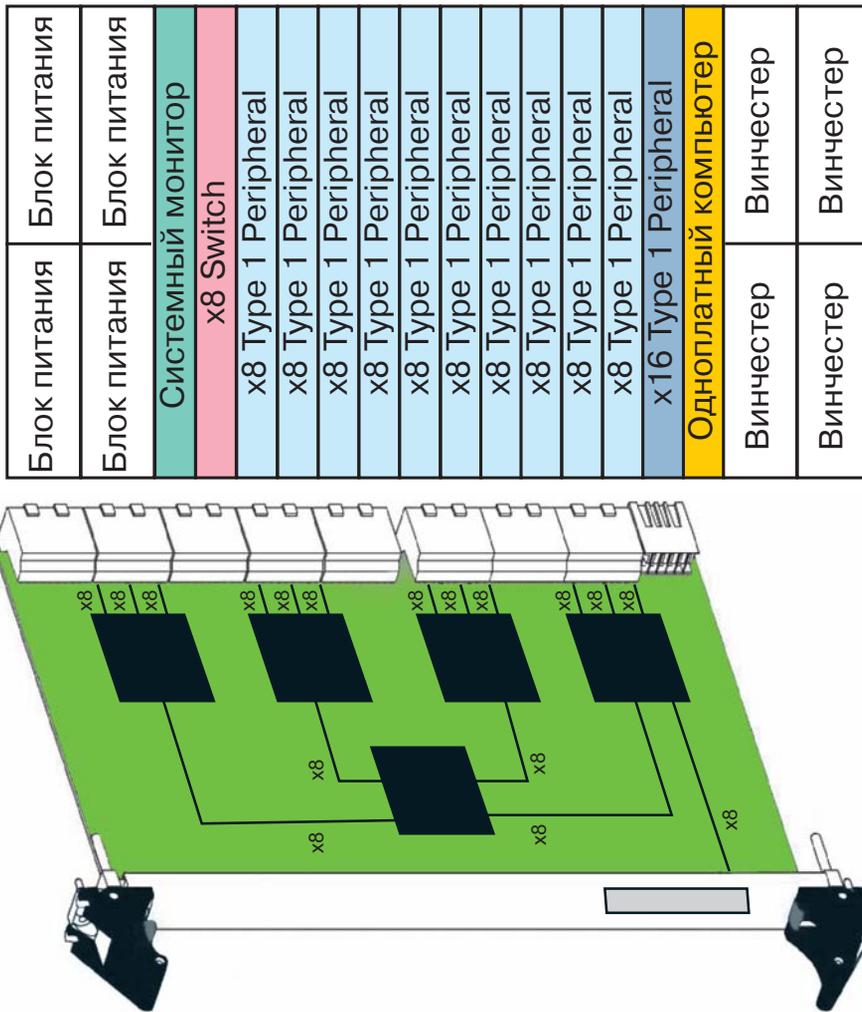


Рис. 3. Вариант компоновки системы CompactPCI Express формата 6U

x8/16 Type 1 Peripheral — периферийный модуль первого типа с 8/16-канальным интерфейсом PCI Express **x8 Switch + x8 Cable** — 8-канальный коммутатор, обеспечивающий возможность подключения 8-канального внешнего кабеля PCI Express для соединения с другими крейтами

по-прежнему положен формфактор мезонинов PМС для несущих плат 6U, использовавшихся в стандартах CPCI и VME. Отличие состоит в применении в ХМС двух новых разъемов высокоскоростных интерфейсов (Rapid I/O или PCI Express). При этом сохраняются те же габариты, в том числе и высота мезонинных карт. Примечательно, что ХМС совместимы по контактам с несущими платами нового VME-стандарта VITA 42 [4]. Пример размещения ХМС на модуле 6U CPCI приведен на рис. 5.

Половинчатые решения

Модули в стандарте CPCI Express, доступные на рынке, пока что в основном распространены в формате 3U. В ноябре 2005 года фирма Elma Bustronic (www.bustronic.com) заявила о начале серийного производства 4-слотовой объединительной 3U-платы.

Кроме системного слота она содержит также разъемы для подключения периферийного модуля, оснащенного коннектором питания XJ1 (модуль первого типа), и пару слотов для модулей второго типа, питание которых из-за отсутствия разъема XJ1 осуществляется

через коннектор XJ4. При изготовлении печатной платы использована 10-слойная технология.

На рынке системных процессоров одноплатный компьютерный модуль формата 3U CPCI Express одной из первых анонсировала компания One Stop Systems. В марте 2005 года она представила модуль OSS-CPCIe-CPU-4U-2.0 с поддержкой процессора Pentium M 2,0 ГГц (частота шины FSB 533 МГц). В этой плате используется чипсет Intel E7520/6300ESB и имеется два 8-канальных интерфейса PCI Express для связи с Backplane. Заявленная цена производителя составляет \$3795 (включая 1 Гб ОЗУ DDR SDRAM).

В настоящее время круг изготовителей плат

CPCIe расширился. В частности, фирма Inova Computer представила систему для встраиваемых приложений с гибридными модулями. Ее плата CPCIe содержит тот же процессор, что и модуль One Stop Systems, и отличается использованием чипсета Intel 915G (с графическим адаптером), а также моста ICH6-M. Однако этот модуль обладает существенно меньшими коммутационными возможностями линий PCI Express, чем OSS-CPCIe-CPU-4U-2.0, поскольку на его разъемы XJ2 и XJ3 подключены лишь по два одиночных канала x1 PCI Express с пропускной способностью около 2 Гб/с.

Структурная схема модуля приведена на рис. 6. Нетрудно заметить, что при такой компоновке одна из поддерживаемых линий PCI Express подключена через коммутатор, что ограничивает пропускную способность интерфейса. Фактически это первая, весьма осторожная проба компании на ниве CPCIe. С точки зрения потребителя, такая осторожность представляется неоправданно занижающей возможности нового стандарта из-за малого количества задействованных линий PCIe. Остается надеяться, что время таких половинчатых решений будет недолгим и коли-

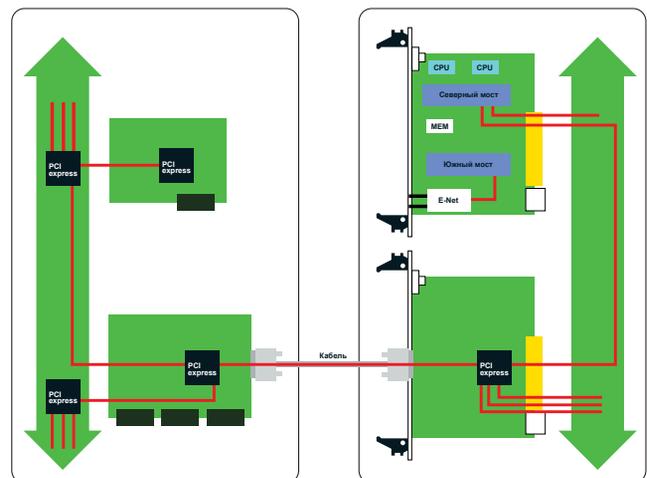


Рис. 4. Соединение 6U-крейта CPCI Express с крейтом расширения, выполненным по спецификации SHB Express (об этой технологии читайте в «МА» № 1/2006 на с.38)

чество высокоскоростных вариантов модулей будет расширено.

Курс — на двухъядерные процессоры

Подтверждением такого прогноза являются обнародованные на февральском семинаре в Киеве планы фирмы Kontron приступить к разработке изделий в классе CompactPCI Express в конце 2006 года. Подобно рассмотренным выше продуктам, это будет процессорный модуль формата 3U. Он будет называться CP3000 и выполняться на чипсете Intel 945GM с мостом ICH7(M).

В качестве процессора запланировано использование двухъядерных микросхем нового семейства Yonah-DC (Dual Core), выполненных по технологии 65 нм. По данным Intel, в наиболее производительной версии Yonah DC будет иметь тактовую частоту 2,16 ГГц, встроенную кэш-память L2 (2 МБ), частоту системной шины до 667 МГц и максимальную

рассеиваемую мощность 31 Вт. Такое потребление позволит использовать пассивное охлаждение процессорного узла и чипсета. Планируется также вариант платы с низковольтной версией процессора LV (Low Voltage) Yonah-DC, имеющей тактовую частоту 1,6 ГГц и максимальную рассеиваемую мощность 16 Вт.

Их применение позволит повысить производительность вычислительной среды на 90–100 % в зависимости от решаемой задачи. Чипсет 945GM обеспечивает поддержку двухканальной памяти DDR2 объемом

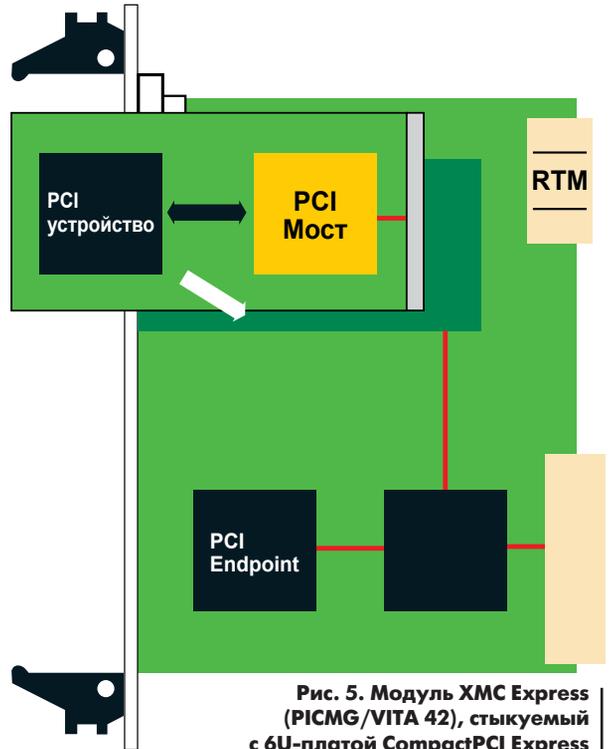


Рис. 5. Модуль XMC Express (PICMG/VITA 42), стыкуемый с 6U-платой CompactPCI Express

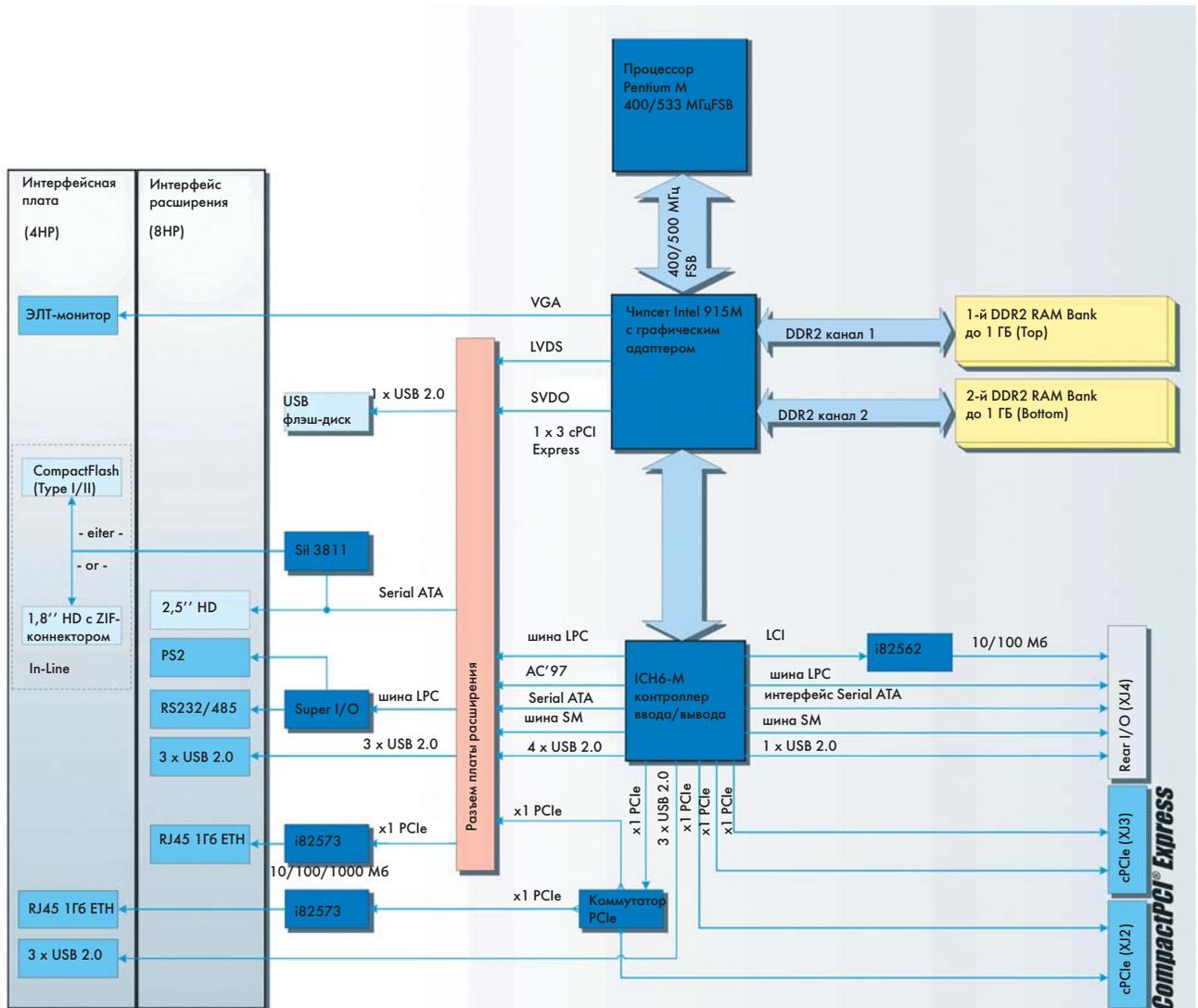


Рис. 6. Схема 3U-модуля PCI Express компании Inova

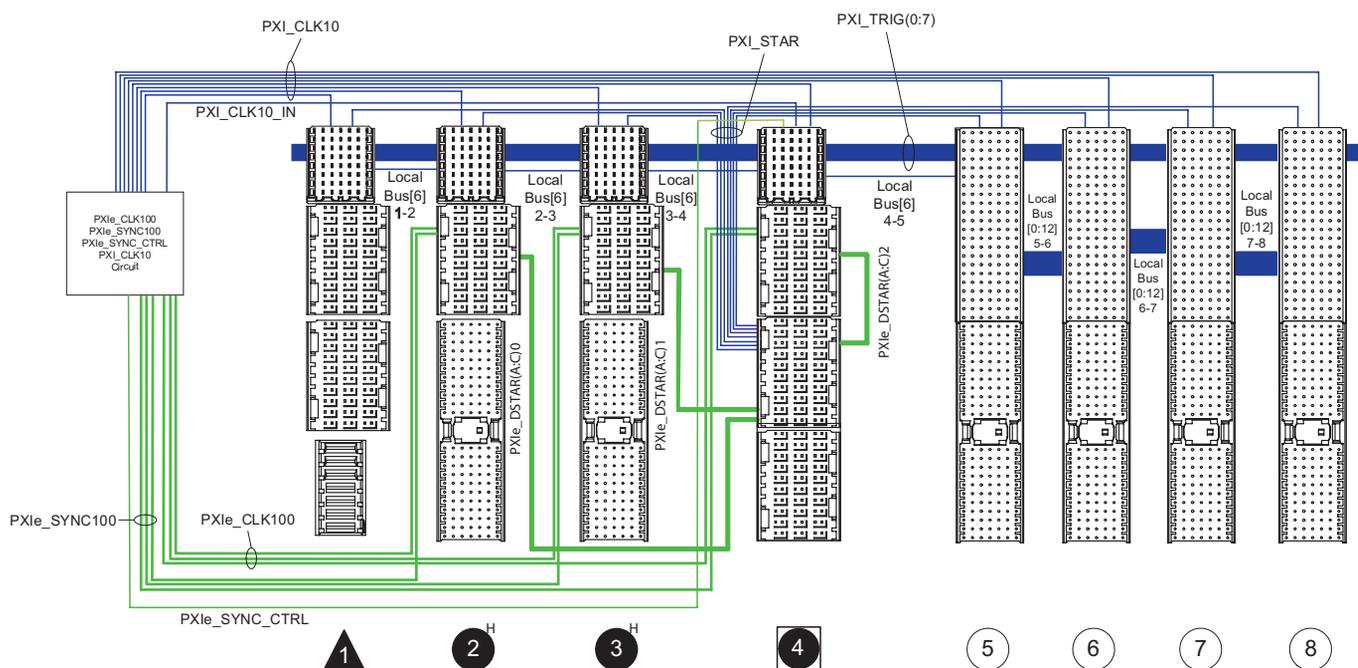


Рис. 7. Внешний вид кросс-платы с типовыми разъемами спецификации PXI Express

до 4 Гб с пропускной способностью шины обмена данными до 10,6 Гб/с.

Для работы с винчестером и приводом DVD в нем предусмотрены два интерфейса Serial ATA II с пропускной способностью по 300 Мб/с и один порт параллельного ATA. Отработку нюансов использования новых мобильных процессоров и чипсета 945GM фирма Kontron завершит в рамках проекта по выпуску нового модуля CP307 стандарта CPCI, серийные поставки которого намечены на второй квартал 2007 года.

Таким образом, в модулях CP3000 специалистам останется потрудиться лишь над освоением спецификации CompactPCI Express, тогда как процессорный и чипсетный узлы уже будут отлажены. Такое поэтапное продвижение высокопроизводительных плат позволяет надеяться на их высокое качество.

Столь же постепенным является и продвижение фирмой Kontron стандарта CPCI Express в формфакторе 6U. Его освоение еще более отодвинуто во времени и будет осуществляться путем освоения промежуточной гибридной платы CP6012, поддерживающей спецификацию CompactPCI.

По данным доклада представителя российской фирмы РТСофт А. Н. Рыбакова на упомянутом семинаре, разводка сигналов модуля CP6012 предполагает использование двух четырехканальных линий PCI Express для обслуживания спецификации PICMG 2.16 и двух гигабитовых каналов Ethernet. Кроме того, опционально будут доступны версии CP6012 с 8-канальным интерфейсом PCI Express

для передачи данных на мезонинный модуль расширения XMC. Серийный выпуск модуля CP6012 запланирован на вторую половину текущего года. В нем также будут использоваться двухъядерные мобильные процессоры Yonah-DC.

Спецификация для измерительной техники

Еще одной точкой опоры в становлении стандарта CPCI Express на рынке встраиваемых систем стало принятие организацией PXI Systems Alliance (www.pxisa.org) в августе 2005 года спецификации PXI Express Revision 1.0, совмещающей в себе технологии PCI Express и CompactPCI в стандарте PXI.

Новая спецификация PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) предназначена для использования в измерительной технике и позволяет более чем в 45 раз повысить пропускную способность при передаче данных. Она совместима по разъемам XJ1–XJ3 и XP1–XP4 с модулями и кросс-платами CPCI Express, однако отличается более жесткой регламентацией разводки сигналов по контактам XJ4 и XP4. В частности, в PXI Express на разъем XJ4 (XP4) поданы сигналы синхронизации и стробирования, в том числе с тактовой частотой 100 МГц, триггерные сигналы управления и др.

На рис. 7 приведен внешний вид кросс-платы с типовыми разъемами спецификации PXI Express. Цифрой 1 обозначен системный слот для установки процессорного модуля, 2 и 3 — слоты для подключения гибридных модулей, 4 — слот модуля синхронизатора, 5–8 — места размещения обычных

PXI-плат. С подробным описанием значений интерфейсных сигналов, приведенных на рисунке, можно ознакомиться в соответствующем разделе спецификации PXI Express [5].

О начале серийного выпуска изделий в стандарте PXI Express в 2006 году заявила пока лишь компания National Instruments (www.ni.com). Однако, по прогнозам аналитиков, в случае коммерческого успеха массовое заполнение рынка встраиваемых систем в стандартах CPCI Express и PXI Express следует ожидать не ранее, чем через 2 года. **МА**

Литература

1. Michael Bowling. *The new PICMG specifications for bringing PCI Express to industrial platforms. CompactPCI and AdvancedTCA Systems, October 2004.* www.trentonprocessors.com/support/whitepaper/NewPICMGSpecificationonFeaturingPCIExpress.pdf.
2. 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.
3. Steve Cooper. *PCI Express Form Factors.* www.onestopsystems.com/new/data/PCI%20Express%20Form%20Factors.pdf.
4. VITA-42 XMC Committee Meeting. www.vita.com/vso/vso200305/01-Wed/1045-VITA42-XMC.ppt.
5. PXI-5. *PXI Express Hardware Specification. Revision 1.0, August 22, 2005.* www.pxisa.org/Spec/PXIEXPRESS_HW_SPEC_R1.PDF.