

НОВЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И ИНТЕРФЕЙСЫ НА РЫНКЕ COM

Д.Ю. Афонин (ЗАО "РТСофт")

Изделия типа "компьютер на модуле" (Computer On Module – COM) непрерывно совершенствуются, вбирая в себя новые технологии и осваивая соседние рыночные ниши. Заметную роль в этом процессе продолжает играть международный холдинг Kontron, подаривший отрасли целый ряд COM-стандартов. Рассмотрена продуктовая линейка Kontron ETXexpress (стандарт COM Express), чье современное состояние характеризуется активной адаптацией новых процессорных архитектур и расширением спектра целевых приложений.

Проблема внутренней пропускной способности хорошо знакома разработчикам, создающим передовые встраиваемые системы. Производительность современных процессоров все чаще упирается в недостаточную скорость шины PCI, в результате чего потенциал новых центральных процессоров (ЦП) остается нераскрытым. Поскольку возможности по повышению пропускной способности параллельных интерфейсов практически исчерпаны, в различных секторах компьютерной отрасли наблюдается переход на последовательные интерфейсы, образованные низковольтными дифференциальными парами проводников (Low Voltage Differential Signaling – LVDS). Принцип LVDS лежит в основе большинства современных технологий обмена данными, включая RapidIO, InfiniBand, Serial-ATA, USB и PCI Express. Остановимся, главным образом, на PCI Express, поскольку на данный момент этот интерфейс является фактически безальтернативным путем радикального повышения скорости внутрисистемного взаимодействия.

Когда-то для каждого очередного поколения процессоров разрабатывалась новая шина. Однако эти времена давно миновали. В наши дни на рынке встраиваемых систем побеждает не тот, кто поднаторел в вопросах низкоуровневого проектирования, и даже не тот, кто имеет какие-то ноу-хау, а тот, кто сумел эти ноу-хау своевременно реализовать. Передовая компонентная база – не панацея, а лишь инструмент в руках опытного и расчетливо разработчика, старающегося отслеживать меняющиеся требования рынка быстрее и эффективнее.

Когда-то для каждого очередного поколения процессоров разрабатывались новые процессорные платы. Но и эта практика осталась в прошлом. По тем же причинам: инновационный продукт должен появиться на рынке быстро, иначе заждавшийся клиент пойдет к конкуренту, применяющему широко распространенные технологии и стандартизованные формфакторы.

Описанная ситуация привела к росту популярности изделий типа "компьютер-на-модуле" (Computer On Module – COM). Необходимость больше времени уделять ноу-хау и меньше рутине приобрела жизненно важный статус, а применение COM являются одним из самых эффективных способов ускорения и удешевления разработки. Кроме того, многие модули COM стандартизованы, что означает двойную выгоду для пользователя. Стандар-

ты появляются как результат стремления участников рынка облегчить жизнь и себе, и своим клиентам за счет минимизации низкоуровневой разработки, разделения труда между участниками рынка и подключения экономических механизмов. Когда ключевые технические требования к некоторой категории продуктов четко определены, а сами эти продукты предлагаются большим числом независимых поставщиков, в дело вступают известные законы, результатом действия которых является падение цен, рост товарного разнообразия и стремление к новациям. Для разработчиков это оборачивается свободой выбора, свободой принятия решений и свободой творчества.

Стремление внедрять новые технологии на стандартизированной основе и желание радикально повысить внутреннюю пропускную способность встраиваемых систем послужили предпосылками для появления спецификации COM Express. Ее история началась в 2003 г., когда, осознав неизбежность проникновения технологии PCI Express в сектор "компьютеров-на-модуле" и открывающиеся в связи с этим перспективы, специалисты холдинга Kontron (www.kontron.com) стали работать над новым стандартом одноплатных компьютеров. Вскоре инициатива Kontron была поддержана корпорацией Intel и другими лидерами рынка встраиваемых систем, что привело к созданию комитета COM Express под эгидой международного консорциума PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group, www.picmg.org), занимающегося стандартизацией и курированием различных компьютерных технологий.

Модули COM Express, как и все прочие изделия класса COM, устанавливаются на клиентские базовые платы, где реализуются необходимые физические интерфейсы и отражается прикладная специфика. В тех аспектах, которые не регулируются спецификацией COM Express, клиент волен проектировать базовую плату по собственному усмотрению, сообразуясь с требованиями конкретных задач и воплощая свои ноу-хау.

Среди игроков рынка COM Express холдинг Kontron занимает привилегированное положение. Передовые продукты, образующие линейку Kontron ETXexpress, соответствуют требованиям COM Express в максимально возможной степени уже потому, что Kontron де-факто дал жизнь этому стандарту¹. Модули ETXexpress рассчитаны не столько на модерниза-

¹ ETXexpress – торговая марка, под которой холдинг Kontron выпускает свои продукты стандарта COM Express. Дабы не возникало ассоциаций с каким-либо одним поставщиком, последний было решено назвать COM Express, а не ETXexpress. Однако идея использовать в названиях изделий данного типа устоявшуюся аббревиатуру ETX была подхвачена другими производителями. В результате сегодня слово ETXexpress является неофициальным синонимом COM Express и применяется по отношению ко всем продуктам, соответствующим спецификации COM Express.

цию старых, сколько на построение новых, высокопроизводительных систем. Будучи встраиваемыми модулями следующего поколения, изделия ETXexpress не обязаны обладать обратной совместимостью с продуктами предыдущих поколений, что развязывает руки как инженерам Kontron, так и пользователям разработанных ими решений. Устремленность линейки ETXexpress в будущее выражается, в частности, в широком использовании на модулях этого типа принципа последовательной передачи данных по дифференциальным сигнальным парам: указанный принцип воплощен не только в локальной шине PCI Express, но и в таких перспективных интерфейсах, как Serial ATA, USB 2.0, LVDS и Serial DVO.

В своей подгруппе изделия COM Express/ETXexpress обладают сегодня самой развитой функциональностью, самой высокой производительностью и самой большой пропускной способностью ввода/вывода. Что не мешает им оставаться вместе с тем и одними из самых малогабаритных встраиваемых решений: размеры COM Express составляют всего 95x125 мм. Кроме того, поскольку эта технология обеспечивает автоматическую защиту пользовательских инвестиций и снижает полную стоимость владения оборудованием, постольку является стандартизированной и принята на вооружение многими производителями.

Рассмотрим текущее положение дел в продуктовой линейке Kontron ETXexpress и перспективы ее развития.

Патриарх семейства ETXexpress

Начало истории ETXexpress было положено продуктом ETXexpress-PM. Данное изделие, выполненное на базе чипсета Mobile Intel 915GM Express, стало одним из первых одноплатных компьютеров, позволивших разработчикам встраиваемых систем применять в своих решениях новейшие интерфейсные технологии (рис. 1).

Модуль ETXexpress-PM несет процессор Intel Celeron или Intel Pentium M с тактовой частотой до 2,13 ГГц и до 2 Гбайт памяти типа DDR2. Спецификация COM Express предусматривает поддержку унаследованных плат расширения, и потому у ETXexpress-PM помимо основной системной шины PCI Express есть еще и 32-разрядный интерфейс PCI 2.1.

Благодаря наличию интегрированного контроллера Intel Graphics Media Accelerator 900 и поддержке технологии PCI Express Graphics (PCI Express x16) данное изделие будет хорошим выбором в тех случаях, когда предполагается сложная визуализация в масштабе PB. Быстрый обмен данными с внешним миром обеспечивается портом 10/100Base-T Ethernet (вскоре должна появиться версия ETXexpress-PM с интерфейсом Gigabit Ethernet), а подключение высокопроизводительной периферии – восемью интерфейсами USB 2.0.

Все представители продуктовой линейки ETXexpress имеют одинаковое расположение интерфейсов PCI Express, PCI, USB, Serial-ATA, ATA, LVDS и ACPI, что позволит разработчикам легко модернизировать свои системы в будущем. Для задач, предполагающих эксплуатацию оборудования в условиях повышенных ударно-вибрационных нагрузок, на модуле предусмотрено шесть монтажных отверстий, которых вполне достаточно для его надежного закрепления.

Существуют варианты поставки ETXexpress-PM в составе так называемых "стартовых комплектов", куда входит как сам модуль, так и все прочие аппаратные и программные средства, необходимые для начала разработки приложений, в том числе базовая плата, документация, кабели и блок питания. Стартовые комплекты различаются объемами предустановленной памяти и моделями процессоров.

Концепция COM Express в новых формах

Для некоторых приложений габариты COM Express оказались слишком велики, что создало потребность в реализации шины PCI Express и других современных интерфейсов на одноплатных компьютерах меньших размеров. Развивая заложенные в COM Express идеи, специалисты холдинга Kontron адресовали указанной рыночной нише новый формфактор. Результатом этих усилий стал не один, а целых два новых стандарта типа COM: "собственно" Compact COM Express, продолжающий идеи COM Express в область малых габаритов, и базовая спецификация, предполагающая наличие на плате только

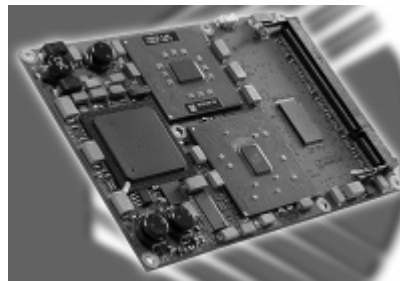


Рис. 1

классической шины PCI и называемая поэтому просто Compact COM. Интерфейс PCI оставлен здесь в угоду пользователям модулей предыдущих поколений, желаям комбинировать в своих системах новую и старую шины. Несмотря на то, что спецификация ETX, базирующаяся на PCI, все чаще обнаруживает свою несостоятельность там, где требуется повышенная производительность и адекватная этой производительности пропускная способность, многие разработчики еще не готовы отказаться от унаследованной аппаратной базы. Будущее, несомненно, принадлежит PCI Express, и переход с PCI на PCI Express неизбежен во всех нынешних PCI-приложениях, однако значительная часть пользователей изделий типа COM желала бы осуществлять этот переход постепенно.

В продуктивном предложении Kontron стандартам Compact COM Express и Compact COM соответствуют продуктовые линейки microETXexpress (интерфейс PCI Express) и microETX (только классическая шина PCI).

От изделий COM Express новые платы отличаются лишь своими размерами (95x95 мм) и наличием дополнительного монтажного отверстия в правом верхнем углу (рис. 2). Модули microETXexpress (стандарт Compact COM Express) имеют площадь 90,25 см², что

составит 76% от площади ETXexpress (стандарт COM Express), которая равна 118,75 см².

Модули microETXexpress уступают в функциональности изделиям ETXexpress: при переходе на меньшие габариты приходится отбрасывать все, что в них не вписывается. Однако значительная часть спецификации ETX переходит в новый стандарт без каких-либо изменений, что не только упрощает работу по составлению документации, но и дает дополнительные преимущества.

Линии PCI и PCI Express у модулей microETX и microETXexpress выведены в разные разъемы, расположение же прочих интерфейсов, предназначенных для взаимодействия с периферией, сетями и накопителями (PCI, IDE, Fast Ethernet и шесть портов USB 2.0), полностью совпадает. Это сделано, чтобы при переходе с PCI на PCI Express, а также при комбинировании PCI с PCI Express базовая плата претерпевала минимальные изменения. Пользователи, планирующие расширять свои системы в будущем, могут уже сегодня реализовывать на базовых платах интерфейсы PCI Express и SATA.

Когда придет время задействовать эти технологии, будет достаточно заменить одни модули на другие. Поддержка шин PCI и/или PCI Express обеспечивается бортовым чипсетом.

Получается, что разработчики могут "проектировать впрок", то есть создавать базовые платы, подходящие для встраиваемых модулей сразу трех типов: microETX, microETXexpress и ETXexpress (стандарт COM Express).

Системы на основе таких плат будут масштабируемыми в широчайшем смысле этого слова: по производительности процессора, скорости обмена данными с накопителями (IDE или SATA), пропускной способности внутренней шины (PCI или PCI Express) и скорости сетевых интерфейсов (Fast Ethernet или Gigabit Ethernet). Впрочем, проектировать базовые платы на основе только PCI Express проще, поскольку для одного сегмента этой шины требуется меньше дорожек, что во многих практических задачах является существенным преимуществом.

Разрабатывая новый формфактор для систем с шинами PCI и PCI Express, холдинг Kontron заботился о перспективах проектов, где используются модули ETX различных версий. На платы ETX сегодня можно устанавливать процессоры с энергопотреблением на уровне 1,4-мегагерцового Intel Pentium M. Специалисты Kontron готовят к выпуску ETX с процессором Intel Core Duo. И все же для интеграции быстрых современных ЦП, нуждающихся в больших количествах электроэнергии, лучше использовать модули microETX и microETXexpress. Однако, независимо от физических габаритов изделия ETX на основе шины PCI достигнут предела своей производительности гораздо раньше, чем продукты стандартов COM Express и Compact COM Express.

Стремление Kontron дополнить спецификацию COM Express новыми малогабаритными формфакторами произвольно, но продиктовано желанием пользователей платить лишь за то, что им необходимо сегодня. РС-совместимым контроллерам, например, совершенно не нужны мощные графические платы с интерфейсом PCI Express x16, а вот дополнительная производительность не мешает. Иными словами, два новых конструктива делают одно общее дело, расширяя сферу применимости не столько шины PCI Express, сколько идеологии COM Express как таковой.

Первым представителем продуктовой линейки Kontron microETXexpress, удовлетворяющим стандарту Compact COM Express, стал модуль microETXexpress-PM, полностью соответствующий требованиям RoHS (пониженное содержание свинца) и оснащенный процессорами Intel Pentium M и Intel Celeron M. Данное изделие может устанавливаться на существующие базовые платы, первоначально создававшиеся для COM Express, и может рассматриваться как решение начального уровня из "большого" семейства ETXexpress, образованного продуктовыми линейками ETXexpress и microETXexpress.

Разработчик, купивший microETXexpress-PM, впоследствии сможет легко переходить не только на новые версии microETXexpress, но и на продукцию ETXexpress, а также на изделия стандартов COM Express и Compact COM Express от других производителей. Главной особенностью нового продукта является "заточенность" под мобильные системы, обусловленная его маленькими размерами.

Модуль Kontron microETXexpress-PM выполнен на чипсете Intel 855GME. Тактовая частота ЦП варьируется в пределах 800 МГц...1,4 ГГц (Intel Celeron или Intel Pentium M), объем памяти DDR достигает 1 Гбайт. Версии с процессорами Intel Pentium M поддерживают технологию Enhanced Speed Step, обеспечивающую быстрое взаимодействие с памятью. Интегрированный видеоконтроллер Intel Extreme Graphics 2 обеспечивает вывод двумерной и трехмерной графики в разрешениях до 2048x1536 пикселей на два независимых монитора. Интеллектуальный порт JLI (фирменная разработка Kontron) автоматически определяет тип подключенного дисплея и выставляет соответствующие этому типу видеопараметры. В стандартной комплектации ввода/вывода (стандарт Compact COM) предусмотрено наличие двух каналов Serial-ATA II, шести портов USB 2.0, контроллера Ethernet, разъема PCI 2.1, канала IDE и звуковых выходов. Версия продукта, удовлетворяющая стандарту Compact COM Express, имеет дополнительную шину PCI Express. Модуль может работать под управлением различных версий Microsoft Windows, включая Windows CE и Linux.

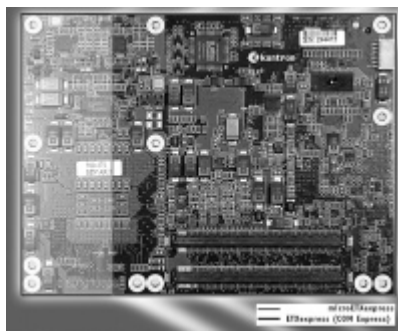


Рис. 2. Формфактор Compact COM Express по сравнению с конструктивом COM Express

Двухъядерные ЦП осваиваются в мире COM

Новую главу в истории продуктовой линейки Kontron ETXexpress и рынка COM Express открыл модуль ETXexpress-CD, став первым изделием стандарта PICMG COM.0, выполненным на базе двухъядерного процессора Intel Core Duo (рис. 3). Данный продукт создавался с прицелом на задачи, где скорость вычислений имеет особенно большое значение. Если принять производительность старшей модели ETXexpress-PM за 100%, производительность ETXexpress-CD составит около 196% при выполнении операций с плавающей точкой, 189% при выполнении целочисленных операций и 200% в тесте 3DMark. Новый продукт, таким образом, оказался почти вдвое быстрее предшественника, выполненного на базе ЦП с той же тактовой частотой и расходующего примерно столько же электроэнергии. В будущем, когда появится "многопоточное" ПО с поддержкой технологии Intel Virtualization Technology (VT), рост производительности будет еще более ощутимым. В данный момент модуль ETXexpress-CD является самым массовым "двухъядерным" изделием холдинга Kontron.

Технология Intel Virtualization Technology (для краткости – VT) "идет в комплекте" со всеми двухъядерными процессорами и чипсетами. Данный аспект двухъядерности представляет для разработчиков встраиваемых систем особенно большой интерес. Позволяя запускать на одном процессоре различные ОС и приложения в изолированных "разделах" (виртуальных машинах), технология Intel VT значительно упрощает администрирование и повышает общую стабильность системы, позволяя физически разделять те процессы, что могут конфликтовать друг с другом в одноядерных конфигурациях. Брандмауэры, серверы данных, различные управляющие и иные подсистемы, которые традиционно реализуются как отдельные решения с собственными ЦП, теперь можно безболезненно объединять на одной плате с одним процессором, что позволяет достичь значительной экономии без какого-либо ущерба для безопасности. Немаловажно и то, что о поддержке технологии Intel VT уже заявили многие ведущие поставщики системного ПО, включая RedHat, Suse и MontaVista.

Процессоры Intel Core Duo, устанавливаемые на модуль ETXexpress-CD, поддерживаются чипсетом Intel 945GM. Взаимодействие с современными и с унаследованными платами расширения обеспечивается шинами PCI Express и PCI соответственно. Графическая подсистема включает интегрированный видеоконтроллер и слот PCI Express x16, куда можно

установить стандартную видеокарту. Функциональность ввода/вывода типична для продуктовой линейки ETXexpress (восемь портов USB 2.0, каналы ATA и Serial-ATA, интерфейс LVDS и гигабитный сетевой интерфейс). Поддерживаются основные форматы ТВЧ.

В процессорах серии Intel Core и соответствующих им чипсетах нашли воплощение и другие полезные новшества, такие как функции управления Intel AMT (Intel Advanced Management Technology). Холдинг Kontron намерен отражать в своих продуктовых линейках ход эволюции многоядерных ЦП марки Intel, поскольку, как и Intel, верит, что будущее принадлежит чипам с двумя и более ЦП-ядрами. Среди ближайших шагов, которые Kontron намерен предпринять в этом направлении – принятие на вооружение процессоров Intel Core2 Duo T7400, имеющих 4 Мб кэша L2 против сегодняшних 2 Мб и 64-разрядную архитектуру. Процессоры серий Intel Core и Intel Core2 представляют большой интерес для разработчиков встраиваемых систем, поскольку характеризуются длительными сроками доступности и обладают высокой производительностью на ватт потребляемой мощности.

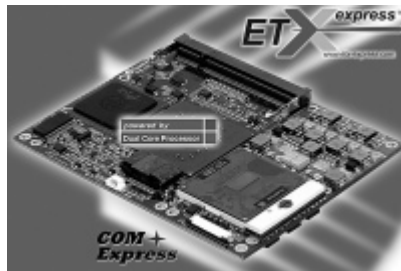


Рис. 3



Рис. 4

Другие процессорные архитектуры

Благородной цели расширить спектр процессорных архитектур, представленных в продуктовой линейке Kontron ETXexpress, и закрепить лидирующее положение холдинга Kontron на рынке COM Express призван служить модуль ETXexpress-CN8 (рис. 4). Изделие ETXexpress-CN8, выпуск которого запланирован на второй квартал 2007 г., удовлетворяет требованиям RoHS и дает разработчикам, выбравшим технологию COM, доступ к еще одному семейству современных ЦП. Холдинг Kontron намерен и впредь расширять ассортимент модулей серии ETXexpress, чтобы его клиенты, использующие шины PCI Express и PCI, могли применять самые разные процессоры. Такая политика должна иметь для индустрии COM Express самые благоприятные последствия, поскольку будет усиливать позиции изделий этого типа в секторе COM-решений с интерфейсами PCI Express и PCI.

Благодаря наличию сразу двух шин – PCI и PCI Express, модуль ETXexpress-CN8 подойдет как для систем среднего уровня, так и для решений класса High End. Данный продукт оснащен процессором VIA C7 с тактовой частотой 1,5...2 ГГц. Рыночная ниша ETXexpress-CN7 располагается между micro-ETXexpress-PM и ETXexpress-PM: технологии VIA делают модуль ETXexpress-CN7 полноценной альтернативой

тивной вышеуказанными продуктами на стыке их "сфер влияния". С выходом ETXexpress-CN7 у пользователей изделий COM Express появляется выбор из большего числа процессорных архитектур и новые возможности в плане модернизации существующих систем, а, стало быть, и уверенность в будущем.

Процессоры C7, устанавливающиеся на модули Kontron ETXexpress-CN8, имеют тактовые частоты 1,5...2 ГГц и потребляют не более 20 Вт. Системная шина работает на скоростях до 800 МГц, объем быстрой оперативной памяти DDR2, которая вставляется в соответствующий слот или напаивается непосредственно на печатную плату (опционально), достигает 1 Гбайт. Если того требует специфика клиентской задачи, ETXexpress-CN8 может быть оснащен мало потребляющей версией процессора VIA Eden с тактовой частотой 400 МГц...1,5 ГГц. Коммуникационная часть включает два отдельных интерфейса PCI Express x1, шины PCI и LPC, восемь портов USB 2.0 и четыре канала Serial ATA. Через интерфейс PCI обеспечивается поддержка электронно-лучевых и жидкокристаллических дисплеев типа LVDS, что позволяет организовать при помощи одного модуля ETXexpress-CN8 вывод сразу на два монитора. Имеется интегрированная звуковая подсистема стандарта AC97 и порт Gigabit Ethernet, обеспечивающий высокую скорость обмена данными с внешним миром.

Кирпичики для встраиваемых систем

Главными потребителями "компьютеров-на-модуле" являются разработчики встраиваемых систем. Успех или неудача на данном рынке нередко определяется стоимостью и длительностью периода проектирования, что делает стандартизованные взаимозаменяемые модули естественным выбором, поскольку они справляются с задачами сокращения затрат и ускорения выхода на рынок как нельзя лучше.

Более того: стандартизованные взаимозаменяемые модули сулят не сиюминутный, а длительный успех — стандарту следуют многие производители, вынужденные постоянно совершенствовать свою продукцию, снижать цены, а также заботиться о доступности своих изделий в долгосрочной перспективе. Достоинства этих изделий не остались незамеченными авторитетными аналитиками: согласно отчету исследовательской компании Electronic Trends Publications к 2010 г. продажи COM достигнут 362,7 млн. долл. США против 144,6 млн. долл. США в 2005 г. (таблица).

Избавившись от необходимости заниматься базовой интеграцией PCI Express и других новых интерфейсов, пользователи COM Express и Compact COM Express получают возможность перевести свои системы на современную технологическую базу в кратчайшие сроки и с минимальными рисками. Такой переход может быть сколь угодно плавным, благо спецификации серии COM Express защищают инвестиции

Афонин Дмитрий Юрьевич — руководитель направления встраиваемых компьютерных модулей ЗАО "РТСофт".
Контактные телефоны: (495) 742-68-28, 967-15-05. [Http://www.rtsoft.ru](http://www.rtsoft.ru)

Параметры COM Express

Подключение модуля COM Express к базовой плате обеспечивается одним или двумя 220-контактными разъемами (обязательным и опциональным). В "обязательный" коннектор выведены шина PCI Express, интерфейс Serial ATA, канал ЖК-монитора (LVDS), шина LPC, линии управления системой и питанием, ТВ-выход, порт VGA, интерфейс локальной сети, а также заземление и силовые линии. Опциональный соединитель позволяет использовать старые интерфейсы PCI и IDE, выход SDVO, а также дополнительные интерфейсы PCI Express, Ethernet, линии питания и заземления.

Физический уровень интерфейса PCI Express образован дифференциальными сигнальными парами LVDS с уровнем напряжения 0,8 В и схемой кодирования 8/10b. Скорость передачи по одному двухпроводному каналу новой шины составляет 2,5 Гбит/с в каждом направлении (полезные данные пересылаются несколько медленнее — 2 Гбит/с); в перспективе планируется выход на уровень 10 Гбит/с. Увеличение числа сигнальных пар приводит к повышению полной пропускной способности в соответствующее число раз. Канал может состоять из 1, 2, 4, 8, 12, 16 и 32 пар LVDS, причем взаимодействие с другими уровнями никак не зависит от физической ширины интерфейса PCI Express. Процессы инициализации и работы с устройствами новая шина позаимствовала у PCI, следствием чего стала автоматическая поддержка PCI Express всеми популярными ОС и ОС PB.

Модуль COM Express может иметь до 32 сигнальных пар PCI Express (максимальная совокупная пропускная способность — 80 Гбит/с), интерфейс PCI Express Graphics x16 для подключения внешнего графического контроллера, до четырех каналов Serial ATA-150 (полная пропускная способность — 600 Мбайт/с), до трех интерфейсов Gigabit Ethernet (в будущем — 10 Gigabit Ethernet), до восьми портов USB 2.0, до двух каналов LVDS и до двух выходов Serial DVO. Предусмотрена совместимость с 5-гигагерцовой версией PCI Express и 300-мегабайтным вариантом Serial ATA, благодаря чему максимальная пропускная способность соответствующих подсистем ввода/вывода может быть удвоена (160 Гбит/с и 1,2 Гбайт/с соответственно).

Стандартизованный механический конструктив COM Express позволяет инженеру адресовать свои решения сразу нескольким классам прикладных задач.

Таблица. Динамика рынка COM в период 2005-2010 гг.
(по данным аналитического агентства Electronic Trends Publications)

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Среднегодовой темп роста, %
Мировой рынок COM, млн. долл. США	144,6	169,9	212,7	247,4	283,7	362,7	20,2%

в существующие решения, обеспечивая совместимость с модулями предыдущих поколений и поддержку шины PCI.

COM Express — это больше, чем стандарт. Это хорошо продуманная прогрессивная концепция, учитывающая пожелания различных категорий разработчиков. Модули COM Express и ETXexpress могут стать настоящей находкой для поставщиков электронных рекламных щитов, интерактивных киосков, томографов и иной современной медицинской аппаратуры, а также контрольно-измерительного оборудования, игровых автоматов, промышленного управляющего оборудования и различных коммуникационных и бортовых систем, включая аэрокосмические и оборонные.