



Александр Буравлёв

Компьютерные модули: стандарты, спецификации и основные принципы использования

Часть 2

Статья знакомит разработчиков встраиваемых компьютерных систем с основами применения компьютерных модулей (КМ). Обзор наиболее популярных стандартов и спецификаций КМ дополнен конкретными предложениями различных компаний. Обсуждаются основополагающие принципы использования КМ как с технической, так и с организационной стороны. Обзор проиллюстрирован конкретными примерами реализации систем.

Первая часть данной статьи, опубликованная в «СТА» № 1 за 2009 г., была посвящена истории появления компьютерных модулей (КМ), обзору рынка, классификации стандартов и спецификаций, а также подробному рассмотрению особенностей стандартов КМ, разработанных консорциумами PICMG и VITA.

Спецификация ETX™

Исторически эта спецификация появилась самой первой, и можно сказать, что с данной спецификации, разработанной компанией Kontron, фактически началась эра КМ. Главная особенность данной спецификации заключается в наличии шины ISA. Соответственно КМ, производимые по данной спецификации, как правило, выбираются заказчиками тогда, когда им нужна шина ISA. По всем остальным параметрам спецификация ETX проигрывает COM Express. Надёжность разъёмов, наличие современных интерфейсов, проработанность спецификации в части подвода мощности и детального описания всех интерфей-

сов — вот далеко не полный перечень преимуществ COM Express перед спецификацией ETX.

Тем не менее, КМ, производимые согласно спецификации ETX, до сих пор широко распространены при решении задач промышленной автоматизации, визуализации технологических процессов и в других приложениях, где не требуются высокая производительность процессора и наличие широкополосных коммуникационных интерфейсов.

Все интерфейсы КМ, производимого по спецификации ETX, выводятся на 4 низкопрофильных разъёма типа HIROSE, устанавливаемых вдоль коротких сторон КМ и называемых X1, X2, X3 и X4 (рис. 6). Список основных интерфейсов и их распределение по разъёмам X1...X4 можно найти в табл. 3.

При выборе стандарта или спецификации КМ нужно также учитывать то, что спецификация ETX имеет несколько ревизий. Новые ревизии спецификации позволяют выводить интерфейсы КМ не только через разъёмы

X1...X4, но и на дополнительные стандартные или нестандартные разъёмы на самой плате КМ для дальнейшей кабельной разводки. Например, КМ, производимые в последнее время, часто имеют один или два стандартных интерфейсных разъёма для подклю-

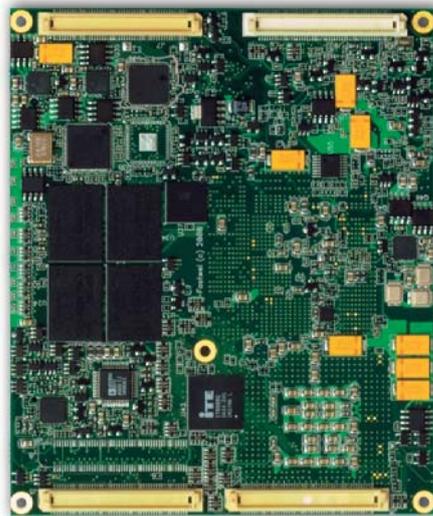


Рис. 6. Общий вид КМ ETX и STX со стороны разъёмов соединения с платой-носителем на примере модуля FASTWEL CPC2000



Рис. 7. Примеры КМ ETX, производимых различными компаниями:

- а) КМ ETX iBase ET910 на основе чипсета Intel 945 и запаиваемых процессоров семейства Intel Core 2 Duo с 2 интерфейсами SATA на плате;
- б) КМ ETX FASTWEL CPC2000 на основе чипсета Intel 945 и запаиваемых процессоров семейства Intel Core 2 Duo с 1 каналом SATA и напаянным на плату флэш-диск до 4 Гбайт;
- в) КМ ETX Advantech SOM4481 на основе чипсета Intel 855 и socketных процессоров семейства Intel Pentium M;
- г) КМ ETX FASTWEL CPB904 на основе платформы AMD Geode LX800 с напаянным на плату флэш-диск до 64 Мбайт и разъёмом для установки карт SD

Таблица 3

Основные параметры КМ, определяемые наиболее распространёнными стандартами и спецификациями отраслевых объединений и отдельных компаний

Организация, отраслевое объединение или компания	Название стандарта или спецификации (год принятия)	Габаритные размеры, мм	Система теплоотвода	Питание КМ	Максимальная потребляемая мощность	Разъёмы соединения с платой-носителем	Интерфейсы (максимальная конфигурация)	Диапазон рабочих температур
Отраслевое объединение компаний ХТХ™ www.xtx-standard.org	ХТХ™ (2005)	95×111,6	Пластина-теплораспределитель с возможностью установки дополнительного радиатора заказчиком	5 В – основное питание, 5 В – дежурное, 3,3 В – для часов реального времени	Около 40 Вт (в спецификации не определена)	4 разъёма по 100 контактов типа HIROSE FX8-100xx	X1: PCI, USB, Sound X2: 4 x1 PCI Express, 4 SATA, 2 USB 2.0, HDA (High Definition Audio), LPC, управление вентилятором и некоторые другие служебные интерфейсы X3: VGA, LCD, TV, COM/IrDA, LPT/Floppy, Mouse/Keyboard X4: IDE, LAN, I2C и др.	Диапазон не определяется стандартом/спецификацией. Указывается производителем КМ
Отраслевое объединение компаний ETX™ www.etx-jig.com	ETX™ (2000)	95×111,6	Пластина-теплораспределитель с возможностью установки дополнительного радиатора заказчиком	5 В – основное питание, 5 В – дежурное, 3,3 В – для часов реального времени	Около 40 Вт (в спецификации не определена)	4 разъёма по 100 контактов типа HIROSE FX8-100xx	X1: PCI, USB, Sound X2: ISA X3: VGA, LCD, TV, COM/IrDA, LPT/Floppy, Mouse/Keyboard X4: IDE, LAN, I2C и др.	Диапазон не определяется стандартом/спецификацией. Указывается производителем КМ
Kontron www.kontron.com	nanoETXexpress™ (2007)	84×55	Пластина-теплораспределитель с возможностью установки дополнительного радиатора заказчиком	—	—	1 разъём с 220 контактами типа AMP/Тусо 3-1318490-6 (сертифицирован до 6,25 ГГц)	Совпадает с PICMG COM Express Type I (см. табл. 1)	Диапазон не определяется стандартом/спецификацией. Указывается производителем КМ
FASTWEL™ www.fastwel.ru	ETX™ Extended (2007)	95×111,6	Пластина-теплораспределитель с возможностью установки дополнительного радиатора заказчиком	5 В – основное питание, 5 В – дежурное, 3,3 В – для часов реального времени	Около 50 Вт (в спецификации не определена)	5 разъёмов по 100 контактов типа HIROSE FX8-100xx	X1: PCI, USB, Sound X2: ISA X3: VGA, LCD, TV, COM/IrDA, LPT/Floppy, Mouse/Keyboard X4: IDE, LAN, I2C и др. X5: 4 x1 PCI Express, 4 SATA, 2 USB 2.0, HDA, LPC, управление вентилятором и некоторые другие служебные интерфейсы	Диапазон не определяется стандартом/спецификацией. Указывается производителем КМ
Объединение компаний Congatec AG и Seco www.qseven-standard.org	Qseven™ (2008)	70×70	Отвод тепла через внутренние теплопроводящие слои в плате на теплосъёмный контакт, а также посредством установки дополнительных радиаторов	5 В – основное питание, 5 В – дежурное, 3,3 В – для часов реального времени	12 Вт	1 разъём (тип MXM, 230 контактов) на плате-носителе, краевые контакты на КМ QSeven	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x1 PCI Express • 2 SATA • 8 USB 2.0 • Ethernet 1000Base-T • SDIO 8 бит • LVDS 2×24 бит • SDVO/HDMI/DisplayPort (совместны) • HDA • I2C • LPC • служебные 	Диапазон не определяется стандартом/спецификацией. Указывается производителем КМ
Объединение компаний Lippert AG и Digital Logic www.coreexpress.com	CoreExpress™ (в наименовании Lippert) или smartCoreExpress™ (в наименовании Digital Logic) (2008) Предоставляется после заключения соглашения о неразглашении информации	65×58	Кондуктивный отвод тепла на закрытый с 6 сторон корпус с возможностью установки дополнительного радиатора заказчиком	5 В – основное питание, 5 В – дежурное, 3,3 В – для часов реального времени	10 Вт	1 разъём с 220 контактами типа AMP/Тусо 3-1318490-6 (сертифицирован до 6,25 ГГц)	<ul style="list-style-type: none"> • 5 x1 PCI Express • 8 USB • 4 SATA и CAN либо PATA • Ethernet MAC (GLCI) • SDIO/MMC • SDVO • LVDS • HDA • LPC • SPI • служебные 	-20...+60°C с возможностью расширения до -40...+85°C
FASTWEL™ www.fastwel.ru	FemptoCOM (FCOM)	65×40	Кондуктивный отвод тепла на плату-носитель либо естественная конвекция	5 В – основное питание, 3,3 В – для часов реального времени	Около 10 Вт	1 разъём с 220 контактами типа AMP/Тусо 3-1318490-6 (сертифицирован до 6,25 ГГц)	<ul style="list-style-type: none"> • PCI (32 бит) • ISA (8 бит) • PATA/SDIO/MMC • Ethernet • 2 USB • LPC • 8 GPIO • служебные 	-40...+85°C

ния дисков SATA, разъём LPT и другие, в зависимости от конкретной реализации модуля тем или иным производителем.

На рис. 7 приведены фотографии КМ ETX, производимых различными компаниями, а в подрисовочной подписи дан краткий перечень их особенностей.

Спецификация XTX™

Спецификация XTX была разработана как логичная модернизация спецификации ETX ввиду очевидной миграции промышленности от низкоскоростных параллельных шин к последовательным интерконтактам. Разработчики спецификации XTX, возглавляемые специалистами компании Congatec AG, сделали единственное изменение: они заменили назначение разъёма X2. Вместо шины ISA, полностью занимающей разъём X2 в спецификации ETX, разъём X2 в спецификации XTX выводит 4 PCI Express, 4 SATA, 2 USB 2.0, High Definition Audio, шину LPC, управление вентилятором и некоторые другие служебные интерфейсы.

На практике преимущество использования КМ стандарта XTX проявляется в тех случаях, когда нужно произвести модернизацию существующей системы, построенной на базе КМ спецификации ETX, не переделывая носитель существенным образом.

Можно сказать, что спецификация XTX является своего рода «переходной» спецификацией между ETX и SOM Express. В этой связи необходимо упомянуть интересное предложение от инженеров компании Доломант, которые предложили свой вариант такой «переходной» модели. Спецификация FASTWEL ETX Extended имеет 5 разъёмов соединения с платой-носителем, среди которых разъёмы X1...X4 соответствуют спецификации ETX, а разъём X5 выводит интерфейсы, «приписанные» к разъёму X2 спецификации XTX. Таким образом, с помощью КМ FASTWEL ETX Extended (табл. 3) можно легко решать такие экзотические задачи, которые требуют одновременно высокопроизводительных процессоров Intel Core 2 Duo, современных последовательных интерфейсов с высокой пропускной способностью типа PCI Express, SATA и Ethernet, а также устройств, подключаемых к шине ISA.

СПЕЦИФИКАЦИИ NANOETXEXPRESS™

В сегменте рынка КМ 2008 год может по праву называться годом парада новых спецификаций для субкомпактных КМ, разработанных различными компаниями и отраслевыми объединениями в ответ на появление таких миниатюрных и низкопотребляющих x86-платформ, как DM&P Vortex, VIA Nano и Intel Atom.

Спецификация nanoETXexpress предлагается компанией Kontron как новый, самый маленький типоразмер в линейке типоразмеров стандарта PICMG COM Express. Однако данная спецификация пока не ратифицирована консорциумом PICMG.

СПЕЦИФИКАЦИЯ COREEXPRESS™

Разработанная компанией Lippert спецификация является закрытой и предоставляется заказчику после заключения соглашения о неразглашении информации. Модули, производимые согласно спецификации CoreExpress™, являлись до последнего времени самыми маленькими: размер всего 65×58 мм, что на 20% меньше, чем размер кредитной карты. Спецификация подразумевает использование одного разъёма для соединения с платой-носителем, и он того же типа, что и разъёмы стандартов PICMG. Несколько месяцев назад данную спецификацию поддержала компания Digital Logic, правда, продвигая её под своей торговой маркой smartCoreExpress™.

Из конкретных реализаций на рынке присутствуют только модули двух указанных компаний, выполненные на основе платформы Intel Atom. На рис. 8 показан внешний вид модуля спецификации CoreExpress™ ECO



Рис. 8. КМ спецификации CoreExpress™ ECO компании Lippert

кации CoreExpress™ ECO компании Lippert. Его основные характеристики:

- процессор Intel® Atom™;
- ОЗУ DDR2 от 512 Мбайт до 1 Гбайт (напаяно);
- 2 канала PCIe;
- шины SDIO/MMC, SMBus, GMBus/DDC, LPC;
- LVDS (1376×768) и SDVO (1280×1024);
- HD-звук;
- 8 портов USB 2.0;
- порт IDE;
- размеры 58×65 мм;
- масса 28 г;
- питание +5 В;
- энергопотребление до 5 Вт;
- диапазон рабочих температур от –20 до +60°C (или от –40 до +85°C).

К сожалению, чипсет для процессора Atom имеет урезанную функциональность и не позволяет полностью раскрыть все положительные черты спецификации CoreExpress. Так, для подключения периферийных устройств есть 8 портов USB, всего один канал IDE для жёстких дисков и только 2 канала PCI Express для расширения функциональных возможностей.

Тем не менее высокая частота ядра процессора (до 1,6 ГГц) при скромном энергопотреблении (до 5 Вт) и малых габаритах делает модули ECO интересными для всех тех приложений, где либо имеется батарейное питание, либо действуют ограничения по габаритным размерам системы.

СПЕЦИФИКАЦИЯ QSEVEN™

Данная спецификация была разработана с целью как можно больше удешевить КМ, сделав тем самым их более доступными и более приемлемыми для относительно лёгких и простых приложений. Данная спецификация предполагает использование всего одного разъёма с 230 контактами (такие разъёмы широко применяются для подключения MXM-модулей графических сопроцессоров в ноутбуках и серверах), устанавливаемого на плате-носителе, и краевых двухсторонних контактов на плате КМ. Основные характеристики изделий спецификации Qseven™ приведены в табл. 3. Спецификация Qseven™ позволяет выводить дополнительные (определяемые производителем) интерфейсы ввода-вывода в специально предназначенном для этого месте на плате КМ. Низкий бюджет теплового рассеяния предполагает использование мало-

мощных процессоров, что в совокупности с возможностью отвода тепла через специальную теплопроводящую пластину на плате на монтажные крепления и далее на плату-носитель позволяет создавать безвентиляторные решения.

О поддержке спецификации Qseven™ объявило большое количество производителей КМ. Из реальных предложений стоит отметить КМ Qseven™ на базе процессоров Intel Atom производства компаний Congatec и Seco — родоначальников данной спецификации.

СПЕЦИФИКАЦИЯ FASTWEL ФЕМТОСОМ (FCOM)

Это самый маленький из всех известных автору КМ (65×40 мм), базирующийся на однокристалльной системе (System-on-Chip) DM&P Vortex-86DX с x86 совместимым ядром, работающим на частоте до 800 МГц. КМ FCOM использует тот же тип разъёма, что и КМ COM Express. Благодаря высокоинтегрированному решению DM&P модуль FCOM содержит небольшое количество компонентов, таких как сам кристалл Vortex86DX с интерфейсами PCI, ISA, Ethernet, USB и

др. и COM-портами, напаянная оперативная память DDR2 256 Мбайт, напаянный флэш-диск 128 Мбайт, батарея для часов реального времени, служебные порты, а также вторичные источники питания.

Имея низкое энергопотребление (до 2 Вт), расширенный температурный диапазон и невысокую себестоимость, КМ FASTWEL FCOM (рис. 9) должен идеально подходить для задач промышленного контроля.

ЧТО ВАЖНО ЗНАТЬ

При всех преимуществах применение КМ требует от разработчиков определённого круга знаний, умений и



Рис. 9. КМ FASTWEL FCOM CPB906

опыта для успешной и безошибочной разработки платы-носителя. Формат статьи не позволяет детально описать все «подводные камни» и особенности инженерной работы, возникающие при разработке плат-носителей.

Однако для понимания уровня сложности работы стоит привести наиболее важные вопросы, которым каждый разработчик платы-носителя должен уделить внимание:

- согласование источников питания КМ, обеспечение токов потребления КМ с необходимым профилем его роста при старте системы, обеспечение отвода тепла от элементов;
- формирование окончательных каскадов всех интерфейсов КМ;
- трассировка дифференциальных цепей, таких как PCI Express, SATA, LVDS, USB и др., с выполнением требования обязательного соблюдения определённых правил, относящихся к выравниванию длин проводников, контролю импеданса, размещению проводников относительно других цепей на плате и пр. (разводка высокочастотных сигналов должна проводиться с учётом структуры композита печатной платы);

- обеспечение наличия контроллера Super I/O, ответственного за аппаратную работу мыши и клавиатуры (если данного контроллера нет на КМ, то он должен быть установлен на носителе, так как без него клавиатура и мышь будут работать только после загрузки ОС);
- использование дежурного напряжения для контроля источника питания и других компонентов системы, а также для реализации возможности старта системы по наступлении какого-либо внешнего события или по таймеру;
- поиск решений относительно того, как проводить отладку системы, с помощью чего и через какие интерфейсы на плате-носителе;
- обеспечение отвода тепла от КМ (стандарты и спецификации, как правило, предоставляют только часть решения по теплоотводу — вывод тепла на пластину-теплораспределитель в ожидании того, что заказчик сам завершит это решение тем способом, который ему лучше подходит; например, к пластине-теплораспределителю может крепиться дополнительный радиатор, размеры которого определяются заказчиком в зависимости от габаритов системы, или к пластине-теплораспределителю можно прикрепить теплопроводящие трубки, которые отведут тепло на корпус изделия заказчика);
- определение расположения, высоты и типа компонентов на плате-носителе в области непосредственно под КМ в зависимости от используемого стандарта или спецификации КМ, задач по теплорассеянию, электромагнитной совместимости и другим инженерным соображениям.

В итоге получаем достаточно большой пласт инженерных работ, успех которых зависит от опыта и квалификации специалистов.

Для облегчения работы и снижения рисков появления ошибок каждый из производителей КМ предоставляет заказчику руководство по разработке платы-носителя, которое описывает базовые принципы схемотехники, трассировки, механической конструкции и теплоотвода.

Таким образом, при разработке решения, базирующегося на КМ, есть три ключевых компонента аппаратной реализации, к выбору которых нужно подойти с особой ответственностью.

1. Выбор КМ:

- выбрать стандарт или спецификацию;
- выбрать производителя и модель или модельный ряд КМ, который будет использован, определиться с исполнением КМ (их бывает много: можно запаивать низковольтные процессоры на плату, а можно поставить разъём для установки сокетного процессора, покупаемого заказчиком на открытом рынке, можно установить дополнительные контроллеры, сторожевые таймеры и др., а можно ограничиться выводом интерфейсов чипсета на разъёмы соединения с платой-носителем — соответственно стоимость разных исполнений будет различной).

2. Выбор формата платы-носителя, а также требуемой функциональности, питания и интерфейсов ввода-вывода.

3. Выбор источника технической экспертизы по разработке платы-носителя и по сопряжению КМ с платой-носителем (тут необходимо определиться, заниматься ли этой работой самим, нанять ли стороннюю компанию или заключить договор с производителем КМ).

Помимо вопросов аппаратной совместимости КМ и платы-носителя разработчики системы должны хорошо представлять те задачи встроенного ПО, которые решаются, как правило, совместно с производителем КМ. Размещение активных компонентов на плате-носителе обычно требует модификации BIOS. Такими модификациями могут являться снижение времени загрузки системы за счёт оптимизации процедуры тестирования компонентов, появление клиентского логотипа при загрузке, контроль плоскостельных мониторов, резервное копирование CMOS и другие задачи. Помимо модификации BIOS производители КМ предлагают разработку специфических драйверов для компонентов на платах-носителях под ОС, которые поддерживаются производителем КМ.

По своей сути КМ не являются одноплатными компьютерами, как, например, модули PC/104, а являются своего рода заготовками для разработки нестандартного решения в короткие сроки и за «разумные» деньги. Использование таких заготовок требует либо высокой квалификации собственных разработчиков, либо привлечения сторонней экспертизы. Как пра-

вило, источником такой сторонней экспертизы являются сами производители КМ, которые оказывают услуги по разработке плат-носителей. Так, российская компания Доломант оказывает услуги по разработке плат-носителей как для своих КМ под торговой маркой FASTWEL™, так и для многих КМ, входящих в линейку поставок компании ПРОСОФТ, с производителями которых у компании Доломант есть партнёрские отношения. Например, Доломант является партнёром компании Advantech по локализации её продукции для российского рынка и разработке решений на базе КМ Advantech, а также партнёром компании Lippert.

Говоря о прикладном программном обеспечении для системы, нельзя не упомянуть тот факт, что разработку аппаратной и программной частей решения можно вести параллельно. Это одно из важных преимуществ использования решения на базе КМ. В то время, когда инженеры-схемотехники работают над архитектурой и трассировкой платы-носителя, программисты могут обрабатывать прикладное ПО, используя КМ и отладочную плату, предоставляемую производителем КМ специально для таких целей. Как правило, отладочные платы содержат большой набор интерфейсов, через который можно подключить необходимые модули расширения на основе стандартных форм-факторов и смоделировать аппаратную архитектуру системы.

Размеры отладочных плат, их функциональность, а также типы интерфейсов расширения никак не задаются стандартами или спецификациями. Поэтому каждый производитель КМ выпускает свою отладочную плату в соответствии со своими собственными представлениями о том, что должно быть востребовано инженерами заказчика (рис. 10).

ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПЛАТЫ-НОСИТЕЛЯ И КМ

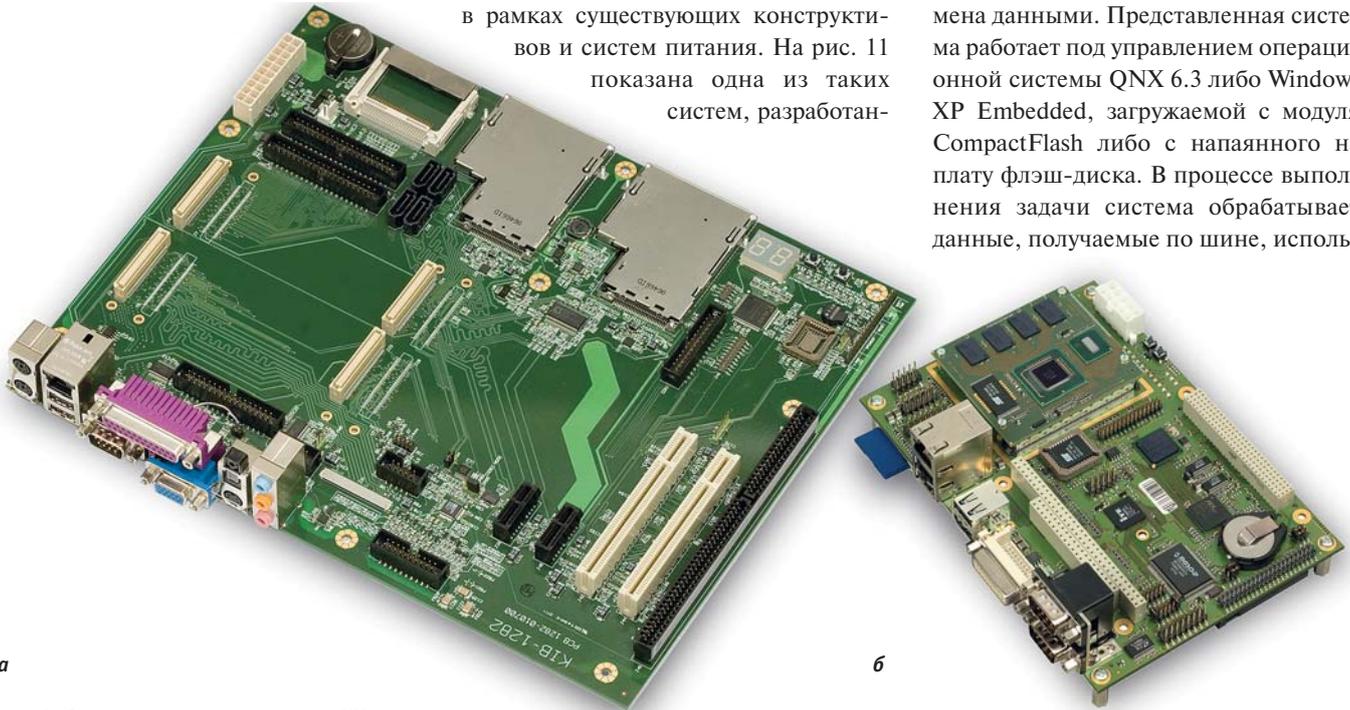
Системы, базирующиеся на КМ, встречаются во многих областях промышленности. Удобство программирования процессоров архитектуры x86, совмещённое с удобством использования платы-носителя и КМ, позволяет применять данное решение везде, где требуется реализовать контрольный уровень приложения.

Например, разработчику нужно совместить собственную шину, давно и широко им используемую в производимом оборудовании, с современным набором интерфейсов ввода-вывода,

добавить подсистему хранения информации и подсистему вывода графической информации на консоль оператора. Использование КМ и носителя позволяет создать такое оборудование в рамках существующих конструкций и систем питания. На рис. 11

показана одна из таких систем, разработан-

ная специалистами подразделения заказных разработок Доломант на базе модуля ETX FASTWEL CPB904. При внешней схожести с CompactPCI она имеет иные размеры и иную шину обмена данными. Представленная система работает под управлением операционной системы QNX 6.3 либо Windows XP Embedded, загружаемой с модуля CompactFlash либо с napаянного на плату флэш-диска. В процессе выполнения задачи система обрабатывает данные, получаемые по шине, исполь-



а

б

Рис 10. Отладочные платы-носители КМ:

а) отладочная плата FASTWEL CPC1280 для КМ стандарта COM Express, выполненная в форм-факторе ATX со слотами расширения PCI, x1 PCI Express, x16 PCI Express, ExpressCard, CF, SATA, EIDE и др.;

б) отладочная плата Lippert для модулей CoreExpress ECO, выполненная в форм-факторе EPIC со слотами расширения ExpressCard, PCI, ISA, SATA, SD и CF

ЗНАЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ИНТЕРФЕЙСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ВО ВСТРАИВАЕМЫХ КОМПЬЮТЕРАХ

Задача разработчика системы на базе КМ заключается в создании такой платы-носителя, в которой технически грамотно, без перегрузки и с учётом эволюции устройств в будущем используются различные компьютерные интерфейсы, выводимые с КМ на плату-носитель. Например, если на шину PCI подключить сетевой контроллер Gigabit Ethernet и контроллер жёсткого диска SATA, то при одновременной их работе скорости передачи информации будут далеки от максимальных.

Теоретические значения пропускной способности наиболее популярных интерфейсов, используемых во встраиваемых компьютерах:

Интерфейс	Пропускная способность
ISA 16 бит, 8,33 МГц	5,3 Мбайт/с
PCI 32 бит, 33 МГц	132 Мбайт/с
LPC	16,67 Мбайт/с
x1 PCI Express (2,5 ГГц)	250 Мбайт/с* в каждую сторону
x16 PCI Express (2,5 ГГц)	4000 Мбайт/с* в каждую сторону
Fast/Gigabit Ethernet	12,5/125 Мбайт/с
Parallel ATA (PATA, IDE) 33/66/100/133	33/66/100/133 Мбайт/с
SATA I/II (SATA-150/300)	187,5/300 Мбайт/с
FireWire (IEEE 1394b) 800	98,304 Мбайт/с
Fibre Channel 2GFC/4GFC	212,5/425 Мбайт/с
USB Low Speed (USB 1.0)	0,192 Мбайт/с
USB Hi-Speed (USB 2.0)	60 Мбайт/с
RS-232	0,02197 Мбайт/с
RS-422	1,25 Мбайт/с
RS-485	3,5 Мбайт/с
LVDS	350 Мбайт/с
Single link DVI	495 Мбайт/с

* Ввиду 8/10-битового перекодирования пропускная способность PCI Express уменьшается на 20% по сравнению с физической способностью канала 2,5 ГГц.

зует два CAN-канала для связи с устройствами, сигнализирует о наступлении событий, используя светодиодную индикацию, хранит данные на модуле CompactFlash, размещённом на носителе, и выдаёт информацию на дисплей оператора. При этом на плате-носителе реализовано дублированное питание, позволяющее не прерывать работу системы при сбое одного из каналов.

Использование КМ оправданно также в тех случаях, когда нужно построить контрольный уровень многопроцессорной системы, в которой вычислительная задача выполняется на FPGA или DSP-сопроцессорах. В таких системах на центральном процессоре КМ реализованы контроль за загрузкой данных в сопроцессоры, получением результатов расчётов, окончательной обработкой и пересылкой данных результатов.

Другой пример — на рис. 12 показана плата-носитель для установки четырёх стандартных мезонинных модулей ХМС, на каждом из которых могут быть размещены программируемые логические матрицы или мощные DSP-процессоры, и одного модуля FASTWEL COM Express™ CPC1301. В процессе работы системы программа, исполняемая на модуле CPC1301, распределяет задачу на сопроцессоры, реализованные на модулях ХМС, используя высокоскоростной канал x4 PCI Express, получает результаты расчётов с каждого из модулей, проводит конечное преобразование и от-

правляет результаты на удалённый терминал, используя для связи каналы Gigabit Ethernet. При такой реализации можно достичь большой производительности системы и эффективного теплоотвода, что в итоге позволит получить высокую плотность вычислений в рамках стандартного серверного конструктива.



Рис. 11. Специализированная контрольно-вычислительная система, состоящая из платы-носителя и КМ ETX FASTWEL CPB904

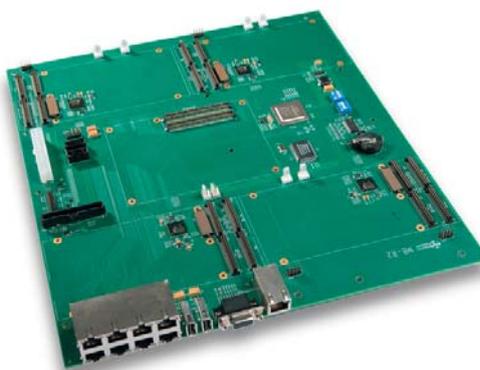


Рис. 12. Плата-носитель 4 модулей ХМС и одного модуля COM Express с двумя типами интерконнектов: 8 каналами Gigabit Ethernet и 8 каналами PCI Express

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

КМ и решения на их основе широко применяются в таких отраслях, как производство измерительной техники, визуализация технологических процессов, производство медицинского оборудования, телекоммуникации и других.

Широкий выбор стандартов и спецификаций КМ, помноженный на большое количество вариантов исполнения в зависимости от используемых процессоров, чипсетов и реализаций производителями, даёт возможность разработки львиной доли решений для встраиваемых систем. Быстрота вывода продукции на рынок и гибкость при дальнейшей её модернизации являются серьезными преимуществами решений на базе КМ. Однако при принятии решения о начале использования КМ стоит серьезно задуматься о наличии достаточного опыта и знаний для безошибочной разработки платы-носителя. Если такого опыта немного, лучше заказать разработку платы-носителя у производителя КМ. Если опыта достаточно и есть желание всё сделать самим, то, как минимум, нужно получить детальную консультацию, а ещё лучше, верифицировать у производителя КМ свой дизайн платы-носителя. ●

Автор — сотрудник фирмы ПРОСОФТ
 Телефон: (495) 234-0636
 E-mail: info@prosoft.ru