

Решения на базе Intel Pentium M: сделано в России и для России

Для отечественных разработчиков встраиваемых систем вопрос надежности аппаратной платформы является одним из основополагающих. Данная статья посвящена обзору одной из наиболее актуальных линеек продукции компании Fastwel – одноплатных компьютеров, основанных на процессоре Intel Pentium M, продукте компании, чье имя давно стало синонимом инноваций и качества.

В отличие от традиционного для российского инженерного сообщества пути создания уникальных, “закрытых” во всех отношениях систем компанией Fastwel с начала основания был взят курс на открытые архитектуры и широкие рынки: промышленной автоматизации, встраиваемых систем, транспорта и спецприменений. При этом активно использовался передовой зарубежный опыт – в качестве базового форм-фактора был принят формат MicroPC североамериканской компании Octagon Systems.

Накопленный компанией производственный и технологический потенциал позволил осуществлять планомерное расширение номенклатуры стандартных изделий, ориентированных на новые задачи и рынки. Логика развития рынка подтолкнула к выбору новой платформы для разработки своих продуктов: в качестве такой платформы был выбран процессор Pentium M мирового лидера – компании Intel.

Intel Pentium M – не просто процессор

Сложность принятого решения понятна – переход на новую технологию всегда требует дополнительных усилий, особенно в ситуации, когда новая платформа оперирует совершенно другими показателями производительности и энергопотребления, а также использует новый набор периферийных интерфейсов. Кроме того, следовало учесть специфику приложений, для которых создавалась новая линейка. По-прежнему целью разработчиков Fastwel были задачи с высокой ответственностью и тяжелыми условиями эксплуатации, то есть области, достаточно далекие по требованиям от традиционной сферы применения процессоров Intel – офисных компьютеров и ноутбуков.

Тем не менее, в пользу Intel говорило очень многое. Прежде всего это высочайший уровень технологии и широкая апробированность ее решений в сотнях тысяч систем по всему миру. Однако для Fastwel решающим фактором стало то, что корпорация вплотную занялась рынком процессоров для встраиваемых систем. Ключевыми факторами доминирования на этом

рынке микроэлектроники, как известно, являются вопросы надежности, энергопотребления и длительной доступности компонентов. Если с первым пунктом у Intel проблем никогда не было, то энергопотребление всегда было камнем преткновения для использования современных процессоров Intel во встраиваемых системах с их компактными размерами и ограниченными возможностями теплоотвода. Но наиболее критичным всегда был фактор доступности. Хотя производители офисной техники привыкли к смене модельного ряда каждые полгода, но для “долгоиграющих” проектов, которые преобладают в этом сегменте рынка, такая чехарда совершенно неприемлема.

Компания Intel нашла достойный ответ на все эти вопросы. Технология Pentium M, представленная в 2003 году, изначально была ориентирована на рынок ноутбуков (отсюда буква M – мобильный). Ради достижения лучшего соотношения цена/производительность был сделан интересный “шаг назад”: Pentium M стал не низкочастотной версией Pentium 4, как многие полагали, а глубоко переработанной версией Pentium III Tualatin. В результате удалось добиться снижения рабочей частоты процессора (соответственно, и потребления энергии) при том же уровне производительности (например, Pentium M/1,6 ГГц обладает производительностью Pentium 4/2,4 ГГц). Снижение энергопотребления было достигнуто также за счет многочисленных инновационных решений в отдельных “узлах” кристалла. Было значительно улучшено управление кэш-памятью второго уровня, но самое главное, введена новая технология SpeedStep 3, позволяющая гибко менять рабочую частоту и напряжение питания ядра в зависимости от загрузки процессора. Совместное применение новейших разработок позволило передать потребителям процессор, рассеивающий от 5 до 10 Вт, вплотную приближаясь к значениям, характерным для традиционных встраиваемых решений. Если система находится в ожидании какого-либо события, то Pentium M может переходить в режим Deep Sleep, при этом потребление падает почти до 1 Вт. При работе от батарей такая возможность просто неоценима, особенно в мобильных применениях.

CPC501 – первая ласточка

В качестве первого проекта на новой платформе был выбран формат CompactPCI 6U. Этот стандарт, появившийся 10 лет назад, является одним из наиболее популярных решений в задачах с повышенной ответственностью и в телекоммуникационной отрасли. При-

влекательность CompactPCI объясняется многочисленными факторами, например:

- 1) независимостью архитектуры от используемого процессора,
- 2) отлаженной технологией PCI,
- 3) соответствием конструктивам Евромеханики,
- 4) высоконадежными соединителями с высокой плотностью контактов,
- 5) поддержкой тыльного ввода-вывода,
- 6) поддержкой режима "горячей замены".

CPC501 может работать как в системном слоте стандартного крейта CompactPCI, так и в периферийном (рис. 1). В первом случае плата поддерживает работу с платами расширения по пассивной объединительной панели. Таких плат может быть установлено от одной до семи, что существенно лучше, чем для стандартной PCI-шины, где число плат расширения ограничено четырьмя. При работе в периферийном слоте CPC501 не использует шину CompactPCI, но может работать по двум портам Gigabit Ethernet в режиме коммутации пакетов согласно спецификации PICMG 2.16. В этом случае на базе CPC501 возможно построение высоконадежных систем обработки данных с дублированием функций и "горячей" заменой оборудования для ремонта или обслуживания.

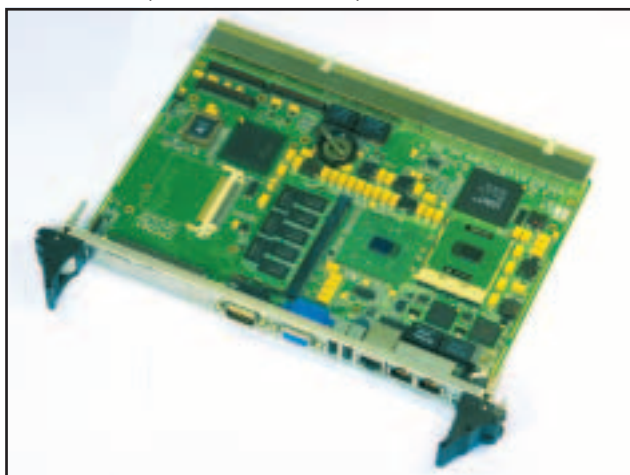


Рис. 1. Внешний вид CPC501

На системном уровне CPC501 объединила преимущества платформы CompactPCI с достоинствами процессора Intel Pentium M в высокопроизводительное решение для широкого спектра приложений. Важно отметить масштабируемость решения: плата поддерживает процессоры с рабочей частотой от 1,1 до 2,0 ГГц, что позволяет разработчикам оптимальным образом подбирать соотношение цена/производительность/энергопотребление с учетом требований конкретного проекта. Вычислительная мощность процессора адекватно поддержана возможностью установки до 1 Гбайт ОЗУ PC333 DDR ECC в разъем SODIMM.

Набор системной логики GMCH Intel 82855GM/GME в сочетании с южным мостом ICH4 поддерживает большое количество интерфейсов. Прежде всего следует отметить расширенные возможности видеосистемы, являющейся ключевым фактором в большинстве современных проектов автоматизации. Поддержка мониторов с ЭЛТ и стандартным входом RGB VGA на сегодняшний

день является обязательным условием, однако CPC501 дает разработчикам значительно больше возможностей. Во-первых, к плате можно подключить TFT-панель (через модуль тыльного ввода-вывода), их применение становится все более актуальным по мере падения цен и улучшения технических характеристик. Используемый физический интерфейс LVDS позволяет располагать панель на расстоянии нескольких метров от платы, что значительно облегчает жизнь конструкторам встраиваемых систем или комплексов, эксплуатирующихся в неблагоприятных условиях. Во-вторых, на два подключенных монитора можно выводить различную информацию, что незаменимо как при отладке системы, так в целом ряде диспетчерских приложений. Встроенный ускоритель 2D/3D-графики позволяет отображать наиболее динамически сложные виды информации, не загружая процессор дополнительной работой. Поддерживается расширение до 2048x1536 точек. Эффективная работа видеосистемы обеспечивается технологией динамического управления видеопамью (DVMT), использующей ровно столько емкости системного ОЗУ, сколько необходимо в данный момент приложению (до 64 Мбайт).

Коммуникационные интерфейсы CPC501 включают два порта Gigabit Ethernet, один порт Fast Ethernet, пять портов USB 2.0 и четыре последовательных порта.

Совместно с CPC501 могут применяться накопители различных типов. Прежде всего следует отметить наличие на плате napянного флэш-диска объемом 32 Мбайт. Эта цифра может вызвать улыбку у специалистов по современной вычислительной технике, но разработчики встраиваемых систем знают, что современные ОС реального времени (например, Microsoft Windows CE) прекрасно укладываются в рамки таких жестких ограничений. Для задач, требующих хранения больших объемов данных (несколько Гбайт), могут применяться твердотельные диски формата CompactFlash, для которых на плате предусмотрен отдельный разъем. Для еще более требовательных приложений есть два канала IDE Ultra ATA 100, к которым могут подключаться стандартные накопители. При этом исполнение CPC50101 позволяет установить диск формата 2,5" прямо на плату. В исполнении CPC50102 на то же место может быть установлен модуль PMC.

Из других аппаратных особенностей CPC501 следует отметить дублированную во флэш-памяти BIOS, наличие часов реального времени, сторожевого таймера и подсистемы мониторинга температурного режима. Также возможна установка контроллера для удаленного мониторинга и управления согласно стандарту IPMI. Применение этих промышленных расширений позволяет значительно поднять показатели надежности системы, разрабатываемой на базе CPC501, и гарантировать ее бесперебойную работу даже в самых неблагоприятных условиях. А условия эти могут быть действительно жесткими: рабочая температура платы установлена от -40 до +85 °С. Проведенные испытания показали, что CPC501 сохраняет работоспособность во всем заявленном диапазоне, а также выдерживает высокий уровень механических нагрузок. Для приложений с повышенной влажностью и конденсатом плата может быть

подвергнута специальной обработке с нанесением лакового покрытия.

А также и VME

Аббревиатура VME вызывает у многих специалистов в области автоматизации двоякое чувство. С одной стороны, это священный трепет перед суперсложной технологией и секретными задачами, решаемыми с ее помощью. С другой – снисходительное отношение к заслуженному, но безнадежно устаревшему подходу, не стоящему серьезного внимания разработчиков. Однако и то и другое не вполне верно, и широкое распространение таких взглядов говорит, скорее, о недостаточности информации о стандарте VME, его возможностях и потенциальных применениях.

Не углубляясь в детали, что потребовало бы отдельной публикации, следует сказать, что спецификация VME активно развивается, успешно откликаясь как на появляющиеся новые технологии, так и на возрастающие требования рынка. Активное развитие конкурирующего стандарта CompactPCI на рубеже столетий на какое-то время заставило предсказывать спад продаж плат VME, однако уже в 2003 году их рост составил 15 %, что явно говорит о прекрасном состоянии ветерана. О том же свидетельствует и расширение внедрения систем VME на различные рынки. Помимо традиционных систем безопасности и научных исследований растет их присутствие в сегментах транспортной автоматизации, АСУ ТП, медицинских систем и в особенности в оборонных разработках. Ключевыми аспектами этого роста являются обратная совместимость и длительная доступность, дополняющие такие традиционные преимущества VME, как надежность, поддержка ОС реального времени и лучшая среди всех остальных решений расширяемость.

Как и любая компания, работающая на рынке компонентов для систем высокой ответственности, фирма Fastwel не могла игнорировать сегмент решений на базе шины VME. Плата CPC600 (рис. 2) базируется на процессоре Intel Pentium с рабочей частотой до 2,1 ГГц. Повышенная производительность поддержана и большим объемом ОЗУ – до 2 Гбайт. Для большей устойчивости к механическим нагрузкам эта память napаяна на плату. Для приложений с более комфортными условиями эксплуатации предусмотрена возможность установки еще

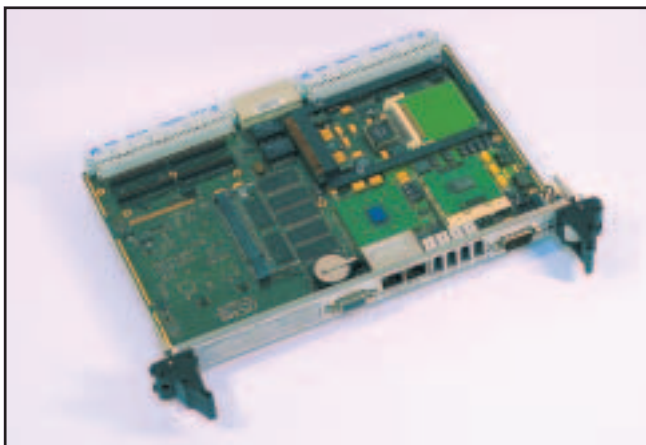


Рис. 2. Внешний вид CPC600

1 Гбайт в слот SODIMM. Вычислительная мощность ядра сочетается с высокой пропускной способностью обмена с накопителями по двум каналам Serial ATA. Наличие четырех каналов Gigabit Ethernet дает CPC600 надежный (при необходимости дублированный) канал связи с внешним миром, а поддержка стандарта VITA 31 (2 канала Ethernet могут коммутироваться на разъем P0) обеспечивает возможность построения кластерных систем с коммутацией пакетов через объединительную панель.

Отказоустойчивость систем на базе CPC600 обеспечивается целым рядом технологических решений. Исполнение CPC600 гарантирует ей работоспособность в промышленном диапазоне температур $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ без принудительного охлаждения. Все критические компоненты (процессор, ОЗУ, флэш-диск) napаяны на плате, позволяя ей выдерживать однократные удары до 50 g и вибрации до 5 g по трем осям. Поддержка концепции Live Insertion обеспечивает возможность вынимать плату из крейта без остановки функционирования прикладной системы и, разумеется, без каких-либо негативных последствий для электроники самой платы. Тем самым ни выход платы из строя, ни необходимость планового технического обслуживания не приводят к прерыванию работы комплекса в целом, позволяя достигать показателей готовности на уровне “пяти девяток”. Бич офисных компьютеров – потеря установок CMOS не является проблемой для CPC600, сохраняющей эти данные во флэш-памяти. Резервирование самой BIOS делает плату практически неуязвимой для случайных сбояв или помех при запуске. Встроенный идентификатор платы позволяет защитить программное обеспечение и идентифицировать вычислитель при работе в распределенных и кластерных системах. Наличие IMP1 совместимого контроллера управления платой в соответствии со стандартом VITA 38 дает возможность отслеживать критически важные параметры функционирования платформы, в том числе и удаленно. Быстрый запуск и возможность загрузки по сети облегчают обслуживание и эксплуатацию CPC600.

Из других особенностей платы следует выделить возможность расширения ее функций с помощью установки 64-битового модуля PMC. Если дополнительная функциональность в приложении не требуется, то на это место можно установить накопитель (НЖМД или флэш) формата 1,8”, при этом плата по-прежнему будет уместаться в слоте 4HP.

CPC502 – размер меньше, возможностей больше

Форм-фактор “Евромеханика 3U” всегда был популярен во встраиваемых системах благодаря своей компактности и высокой конструктивной устойчивости. Такие области, как транспорт, контрольно-инструментальные системы, промышленная автоматизация, военные и авиакосмические комплексы, отличаются жесткими условиями эксплуатации и высокими требованиями к характеристикам вычислительной платформы. Поэтому появление платы CPC502 было естественным шагом в развитии линейки плат на базе Intel Pentium M (рис. 3).

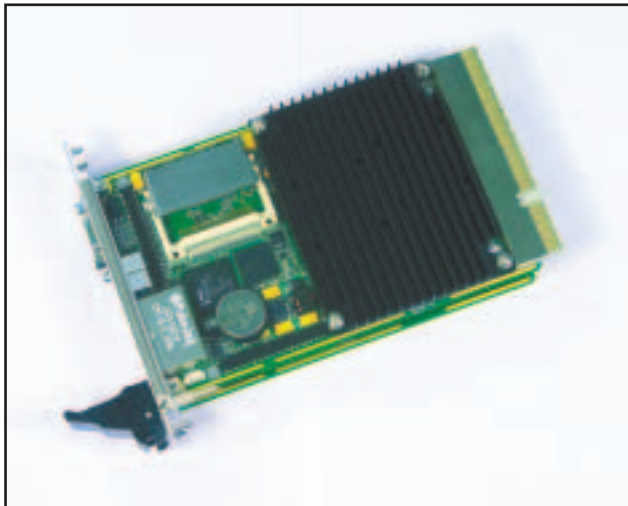


Рис. 3. Внешний вид CPC502

Необходимо отметить следующие функциональные особенности CPC502, отличающие ее от CPC501.

1. Поддержка накопителей с интерфейсом Serial ATA. Скорость обмена по этому интерфейсу может достигать 150 Мбайт/с, а более компактный (всего 7 проводов) и длинный кабель (до 1 метра) позволяет оптимально компоновать систему. Для эксплуатации в жестких условиях могут использоваться флэш-диски серии FFD-25-SATA производства компании M-Systems.
2. Подключение каналов Gigabit Ethernet к внутренней шине PCI-X. Это позволяет вдвое эффективнее использовать пропускную способность сетевых интерфейсов.
3. Применение модуля энергонезависимой памяти нового поколения FRAM объемом 32 Мбайт для сохранения критически важных данных. Принципиальное отличие FRAM от традиционной флэш-памяти – скорость записи данных, сравнимая с ОЗУ, и практически неограниченное число циклов перезаписи. Применение FRAM позволяет вести архив критически важных данных с их 100-процентным восстановлением после аварии, например сбоя питания.
4. Поддержка PXI. Спецификация PXI была разработана компанией National Instruments в 1997 году для контрольно-инструментальных систем и с тех пор приобрела широкую популярность в различных областях, требующих высокоточной синхронизации работы нескольких плат ввода-вывода и управления системами в реальном времени.

Вдвое меньшая по сравнению с модулями 6U площадь платы и ориентация на более сложные условия эксплуатации повлекли за собой изменение требований к дизайну платформы. Если на CPC501 оперативная память устанавливалась в разъем SODIMM, то в CPC502 модули ОЗУ (до 1 Гбайт DDR SDRAM с поддержкой ECC) напаиваются непосредственно на плату. В результате новая плата получилась полностью самодостаточной: все необходимые для функционирования компоненты (процессор, ОЗУ, флэш-диск) уже находятся на плате и ждут только включения питания. Отсутствие слотовых составляющих обеспечивает CPC502 высокую устойчивость к ударам и вибрации (до 50 g и 5 g соответственно).

Еще один важный аспект самодостаточности платы – возможность подачи питания не только через пассивную объединительную панель CompactPCI, но и напрямую с любого стандартного источника питания АТХ (через разъем на мезонинной плате MIC580). Это позволяет использовать CPC502 в качестве обычного одноплатного компьютера в тех приложениях, которые не требуют дополнительной функциональности.

На лицевой панели остались только самые необходимые порты: SVGA, два USB и два Gigabit Ethernet. Для использования других портов расширения предусмотрены несколько модулей тыльного и мезонинного расположения. Наиболее актуальный из них – MIC580 устанавливается слева или справа от CPC502 (рис. 4). Электрический интерфейс между процессорной платой и модулем реализуется с помощью специального соединителя на соответствующей стороне CPC502. Дополнительно устанавливаемые четыре стойки образуют прочное механическое соединение двух плат в монолитный блок высотой 3U и шириной 8HP. Возможность установки MIC580 с разных сторон весьма существенна, особенно если учесть ограничения на расположение процессорного модуля в системах PXI.

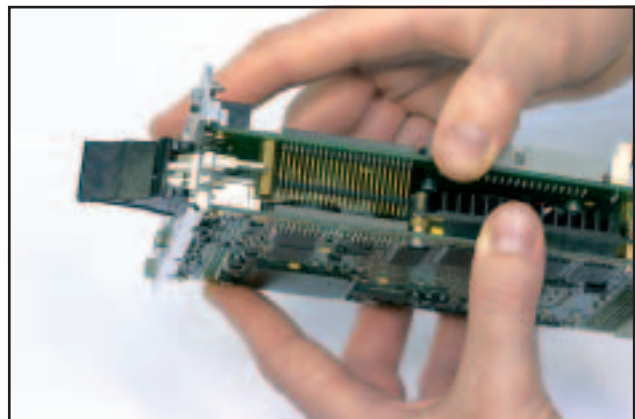


Рис. 4. Установка мезонинного модуля MIC580 на CPC502

После установки MIC580 на лицевую панель оказываются выведены практически все требуемые в большинстве типовых приложений интерфейсы:

- 1) COM1 – для настройки и отладки системы в консольном режиме,
- 2) USB 3/4 – для подключения периферии,
- 3) PS/2 – для подключения клавиатуры и мыши,
- 4) вход микрофона и выход на наушники.

Также на модуле установлены разъемы COM3, LPT, для НГМД и НЖМД 2,5", IDE, Serial ATA, Aux In/CD In. Кроме того, непосредственно на модуль может быть установлен НЖМД 2,5" либо вентилятор.

EPIC – встраиваемая платформа нового поколения

Несмотря на большой выбор типоразмеров платформ для встраиваемых систем, реальных стандартов в этой области не так и много. Одним из них является PC/104 – наиболее компактный (96x90 мм) и популярный. В последние годы стандарт интенсивно развивался и дополнялся, дабы соответствовать все более высоким

требованиям разработчиков и предоставлять в их распоряжение новые процессоры, шины и интерфейсы. Однако площадки 86 см² в конечном счете все же перестало хватать, и даже отказ от традиционной шины ISA в спецификации PCI/104 не решил проблемы радикально. Даже такие известные компании, входящие в число основателей консорциума PC/104, как Diamond Systems, стали выпускать платформы псевдо-PC/104, и в какой-то момент даже показалось, что заслуженный стандарт умрет под натиском суперсовременных технологий, опережающих возможности миниатюризации аппаратных компонентов.

Решение нашлось в виде инициативы пяти ведущих производителей одноплатных компьютеров – MicroSys, Octagon Systems, VersaLogic, WinSystems, Ampro Computers, предложивших в 2004 году разумный и естественный компромисс – форм-фактор EPIC.

Ключевые достоинства плат нового “покроя” таковы:

- 1) компактный размер 115x165 мм, привлекательный для разработчиков встраиваемых систем с существенными конструктивными ограничениями, благодаря которому EPIC занимает промежуточное положение между EBX (146x203 мм) и PC/104 (90x96 мм);
- 2) расположение процессора за границами стека PC/104, что позволяет применять эффективные схемы охлаждения и в то же время не увеличивать существенно размеры;
- 3) использование промышленных разъемов, способных, в отличие от разъемов с высокой плотностью контактов, надежно работать в условиях повышенных механических нагрузок;
- 4) поддержка стандартных плат расширения PC/104 и PC/104+;
- 5) поддержка шины PCI Express в рамках спецификации EPIC Express.

Как показало дальнейшее развитие событий, инициатива “пятерки” оказалась более чем своевременной. На данный момент практически все ведущие производители уже выпустили платы в формате EPIC или объявили о таком намерении. Номенклатура уже поступивших в розничную продажу одноплатных компьютеров очень широка. Например, компания Octagon Systems предлагает сразу три модификации плат.

Разработка Fastwel – CPC800 (рис. 5) прекрасно дополняет линейку Octagon Systems моделью класса high-end. Процессор Intel Pentium M Dothan с рабочей частотой

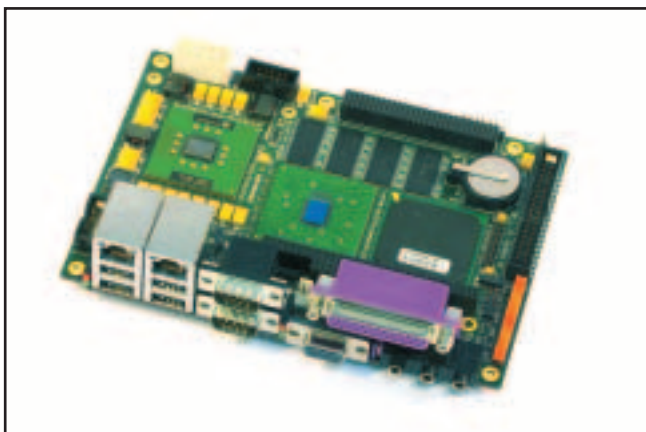


Рис. 5. Внешний вид CPC800

до 2,1 ГГц, чипсетом 855 и до 1 Гбайт ОЗУ позволяет решать наиболее сложные прикладные задачи.

Интерфейсы Gigabit Ethernet и Serial ATA решают вопросы хранения больших объемов данных и обмена информацией с другими узлами системы автоматизации. Напаянный флэш-диск, стандартно присутствующий во всех платах линейки, для CPC800 может иметь объем до 1 Гбайт, позволяя использовать, например, ОС Windows XP Embedded. Впрочем, альтернативным решением, существующим в стандартном варианте платы, является использование слота CompactFlash. Поддержка шины ISA обеспечивает разработчикам плавный переход с предшествующих платформ, а 32-битовая шина PCI вполне адекватна для установки плат видеозахвата или иных интерфейсов с высокой интенсивностью поступающей информации.

Четыре высокоскоростных последовательных порта позволяют CPC800 управлять большим количеством периферийных устройств “старого” образца, а четыре порта USB 2.0 могут быть задействованы под видеорекамеры и иную современную оконечную аппаратуру. Разработчиков систем, выполняющих помимо контроля и управления также функции человеко-машинного интерфейса, безусловно порадуют поддержка ЭЛТ- и TFT-мониторов с разрешением до 2048x1536 точек и полнофункциональный аудиоинтерфейс.

Все основные разъемы (Gigabit Ethernet, USB, COM, VGA, LPT, аудио) расположены в одной вертикальной плоскости по краю платы, облегчая конструктивную интеграцию CPC800 в прикладную систему.

А также...

Все платы, о которых шла речь до сих пор, были ориентированы на относительно узкие “нишевые” рынки систем с высокой ответственностью и/или жесткими условиями эксплуатации. Накопленный технологический опыт позволяет компании перейти к выпуску платформ для более массовых потребительских секторов, прежде всего сегмента промышленных компьютеров.

Уже во втором квартале 2006 года были выпущены модели в форматах PICMG (CPC1100), ATX (CPC1200) и Mini-ITX (CPC1400). При сохранении высокого технологического уровня и всех технологически важных механизмов, обеспечивающих повышенную надежность, новые платы в стандартных исполнениях предназначены для эксплуатации в нормальных климатических условиях (от 0 или от –10 до +70 °С) и имеют конкурентоспособную по отношению к другим производителям этого сегмента цену.

Аппаратная платформа новых изделий – процессор Intel Pentium M Dothan и чипсет 915 (плюс южный мост ICH6) с дальнейшим переходом на двухъядерный процессор Yonah. Оперативная память – двухканальная DDR2 PC4200 DRAM. Во всех моделях помимо стандартных интерфейсов присутствует шина PCI Express, Gigabit Ethernet и Serial ATA. По-прежнему поддерживается шина ISA, обеспечивая возможность использования старых плат расширения.

Константин Кругляк,
начальник технического отдела,
компания ПРОСОФТ

**Флагман передовой
автоматизации**



ПТА Санкт-Петербург 2007

Выставка

**Промышленная Автоматизация
и Встраиваемые системы**

15-17 мая 2007

ВЦ «Северо-Запада РФ»



Организатор:

Выставочная Компания «ЭКСПОТРОНИКА»

В Москве: (495) 234 2210, info@pta-expo.ru • **В С-Петербурге:** (812) 448 0338, spb@pta-expo.ru

<http://www.pta-expo.ru/spb>