

Материнские платы для промышленных встраиваемых систем

Николай Кольский (Москва)

В статье показано, что материнские платы потребительского класса для персональных компьютеров не являются продуктами двойного назначения, одинаково пригодными для изделий потребительского и промышленного рынков. Гарантией долговременного успеха и стабильности работы компаний на этих рынках является использование материнских плат промышленного уровня, предлагаемых в виде COTS, – коммерческих «коробочных» продуктов.

ВВЕДЕНИЕ

На рынке коммерческих приложений – игрового оборудования, торговых и информационных терминалов, систем видеонаблюдения – удобно использовать в качестве аппаратных платформ материнские платы для современных персональных компьютеров. Они содержат вычислительную подсистему для работы с графикой; при необходимости в разъёмы расширения может быть установлен модуль захвата видео и (или) специализированный интерфейс. Стандартный набор интерфейсов материнской платы позволяет работать с одним или несколькими дисплеями и переключаться между ними. Такие возможности готовых материнских плат создают возможность быстрого выхода на рынок компьютерных платформ потребительского класса. Они могут быть приобретены в разнообразных конфигурациях и стоят относительно недорого. Однако экономия зачастую сопровождается отсутствием понятия «стабильная конфигурация» и проблемами с долговременной поддержкой произведённого оборудования.

Для начавшего расти около 10 лет тому назад рынка коммерческих игровых систем, POS/POI-терминалов, цифровых информационных и рекламных

систем, цифровых систем видеонаблюдения не подходит ПК-совместимые аппаратные платформы потребительского рынка. И не столько по своим формальным характеристикам, но и из-за того, что для компьютерных изделий потребительского уровня не принято поддерживать стабильную конфигурацию в течение длительного срока, который для промышленного рынка составляет 10 – 15 лет против 1 – 2 лет, принятых на потребительском рынке.

Попытки использовать для создания упомянутых выше систем материнские платы потребительского класса приводили к большим эксплуатационным расходам, высокому энергопотреблению и уменьшению среднего времени наработки на отказ, как правило, из-за поломок систем принудительного охлаждения. Габариты плат, предназначенных для рынка потребительских компьютеров, и решения для конструкций их систем охлаждения не соответствовали стандартам встраиваемых систем по компактности, надёжности конструкции и стандартизации форм-факторов. Не меньше проблем возникало и при разработке оригинальных плат, в первую очередь из-за того, что использованные в них компоненты снимались с производства к тому времени, когда завершался цикл разработки платы.

Поставщики платформ x86: ВНИМАНИЕ К РЫНКУ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ

Компьютерный рынок обеспечен тем, что лет 10 назад казалось недостижимой мечтой, – компактными (в габаритах менее 150 кв. см), потребляющими мало энергии (10...12 Вт), надёжными, ПК-совместимыми платформами, которые стали приобретать стабильность: создатели компьютерных компонентов для потребительского рынка увидели, что они могут участвовать и в дележе растущего рынка встраиваемых (embedded) систем.

Сегодня компания AMD предлагает для рынка встраиваемых систем такие семейства процессоров, как Opteron Athlon/Athlon X2 Dual-Core, Mobile Turion64 X2 Dual-Core, Turion Neo X2/Athlon Neo X2 Dual-Core, Sempron ASB1 (BGA)/Mobile Sempron.

Корпорация Intel в линейке для встраиваемых применений не только предлагает все свои процессоры Pentium с индексами 4/М/III, а также Celeron M/D, Core Duo/Core 2 Duo и даже Xeon, но и производит по технологии SoC (система на кристалле) микросхемы EP80579: Intel намерена оснастить многие популярные ядра своей x86-архитектуры (работа начата с Pentium M) всевозможной периферией и выйти на рынок встраиваемых систем с платформой более гибкой по сравнению с платформами ближайших конкурентов.

Линейка компонентов для рынка встраиваемых систем есть и у компании VIA Technologies. В таблице 1 приведены наименования и основные характеристики процессоров для встраиваемых систем, предлагаемых этой компанией.

Естественно, все процессоры, позиционируемые основными поставщиками платформ x86 в качестве встраиваемых компонентов, поддерживаются наборами системной логики с теми же сроками жизни на рынке. Использование же поставщиками материнских плат для встраиваемых применений разъемов, допускающих смену процессора, расширяет масштабируе-

Таблица 1. Базовые характеристики процессоров для встраиваемых систем, предлагаемых компанией VIA Technologies

Процессор	Тактовая частота, ГГц	Тактовая частота системной шины FSB, МГц	Потребляемая мощность, Вт	Технологический процесс, нм	Корпус/габариты, мм
VIA C7	1,0...2,0	400/800	9...20	90	NanoBGA2/21 × 21
VIA Eden	0,4...1,2	400	2,5...7	90	NanoBGA2/21 × 21
VIA Eden ULV	0,5; 1,0; 1,6	400	1; 3,5; 8	90	NanoBGA2/21 × 21

мость вычислительных возможностей платформы (платы) в целом.

Компании, являющиеся поставщиками x86-процессоров, продвигают свои изделия на рынок встроенных систем не только за счёт снижения энергопотребления и увеличения времени присутствия на рынке, но и за счёт совершенствования конструкций материнских плат. При этом сформировался новый сегмент рынка – материнские платы для промышленных применений.

Примером активности в этом направлении стало предложение корпорацией Intel стандарта Intel ECX (расширенный стандарт для компактных встроенных систем). Он позволял в габаритах 105×146 мм (снижение по сравнению с MicroATX на 75%) поддерживать платформу Centrino (процессор Intel Pentium M и набор микросхем Intel 915GM).

Стандарт Intel ECX был ориентирован на автомобильные развлекательно-информационные решения, медицинское оборудование и кассовые терминалы. Например, компьютер PCS-8220 для автомобиля, разработанный компанией Portwell в 2006 г. на основе материнской ECX-платы с набором микросхем Intel 915GM и процессором Intel Celeron M, являлся, по сути, встраиваемой в автомобиль развлекательной и информационной системой на основе обычного компьютера, работающего в условиях вибраций и удовлетворяющего особым требованиям по минимизации энергопотребления и габаритов. Компьютер PCS-8220 поддерживал два дисплея, его материнская плата включала интегрированный тюнер DVB-T/FM и обеспечивала работу интерфейсов Bluetooth, WiFi и GPS. Использование в его конструкции энергоэффективной процессорной платформы позволило уменьшить габариты материнской платы и, следовательно, повысить её жёсткость и стойкость к механическим нагрузкам.

В основу другого одноплатного компьютера, РЕВ-2736, выполненного в формате Intel ECX, компания Portwell положила процессоры Intel Atom Z500. Для расширения был предусмотрен разъём, поддерживающий интерфейсы SDVO/PCI Express x1/USB, а также разъём PCI Express x1.

Весьма важными для формирования рынка материнских плат для промышленных применений стали инициативы компании VIA Technologies. Материнские платы семейства ITX (см. таблицу 2) образуют платформу VIA EPIA (иннова-

ционная архитектура встраиваемых платформ). Появление этой платформы ориентировано на формирование рынка встраиваемых систем для телевидения высокого разрешения, игровых приставок, цифровых информационно-рекламных систем. Разработчики получили в виде VIA EPIA ПК-совместимые аппаратные платформы почти промышленного уровня изготовления и поддержки жизненного цикла. Это «почти» означает отказ от типового годового цикла жизни платформы и энергопотребления в десятки ватт и получение взамен нескольких лет поддержки платформы на рынке и уровня энергопотребления около 10 Вт.

Возможности масштабирования стандартных материнских плат промышленного уровня

Что касается масштабирования габаритов стандартных материнских плат промышленного уровня и ПК-совместимых процессорных модулей, то его диапазон составляет от 170×170 мм для форм-фактора Mini-ITX до форм-факторов модулей COM (компьютер на модуле), самый большой из которых имеет габариты 95×125 мм.

В качестве примера можно привести материнские платы форматов Mini-ITX от компании Fujitsu-Siemens Computers (D2703-S) и компании Kontron (KT690/mITX), а также модуль форм-фактора COM Express компании Pin-nacle Data Systems COMX-S1 (95×125 мм). Все эти изделия объединяет использование в их конструкции набора микросхем системной логики AMD M690T + SB600 и разъёма S1 (Socket S1). Изображённый на рисунке 1 разъём позволяет устанавливать на D2703-S и KT690/mITX процессоры Mobile AMD Sempron (одноядерный) или двухъядерный AMD Turion 64 X2. Их тепловыделение может составлять от 8 до 35 Вт. Применение процессора Sempron упрощает создание аппаратной платформы, не нуждающейся в принудительном охлаждении. При необходимости активного охлаждения платформы D2703-S (см. рис. 2) на основе

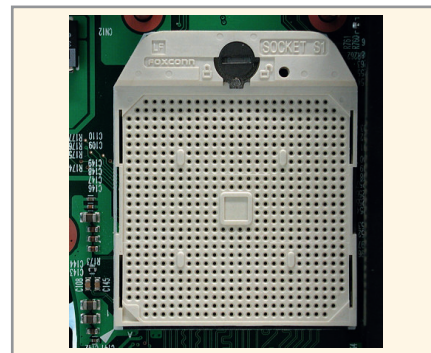


Рис. 1. Разъём Socket S1

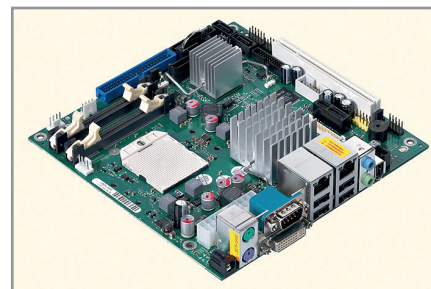


Рис. 2. Плата D2703-S форм-фактора Mini-ITX, созданная компанией Fujitsu-Siemens Computers

набора компонентов (AMD Turion 64 X2) + (M690T + SB600) можно использовать до трёх управляемых вентиляторов.

Система интерфейсов платы D2703-S включает DVI-I, LVDS, последовательный порт, четыре порта USB 2.0, два порта Gigabit Ethernet, разъёмы расширения на основе шин PCIe и PCI. Для подключения систем хранения данных предусмотрены интерфейсы ATA или SATA (возможно объединение до четырёх накопителей SATA в RAID-массив), а также разъём для подключения карт памяти Compact Flash. Система питания рассчитана как на прямое подключение источника питания с выходным напряжением 24 В, так и на подачу питания через стандартный разъём ATX.

Что касается модуля COMX-S1, то он предоставляет разработчику те же вычислительные мощности, что и материнские платы D2703-S и KT690/mITX, а возможность его использования в сочетании с платой-носителем расширяет свободу манёвра разработчика в части формирования интерфейсной подсистемы. Правда, за эту гибкость придётся заплатить увеличением со-

Таблица 2. Элементы архитектуры VIA Embedded Platform Innovative Architecture

Параметр	Mini-ITX	Em-ITX	Nano-ITX	Pico-ITX
Габариты, мм	170×170	120×170	120×120	72×100
Шины расширения*	PCI Express, PCI, Compact Flash	PCI Express, PCI, Card Bus, LPC	Mini PCI	Нет

* Для Mini-ITX номенклатура может изменяться в конкретных изделиях разных производителей

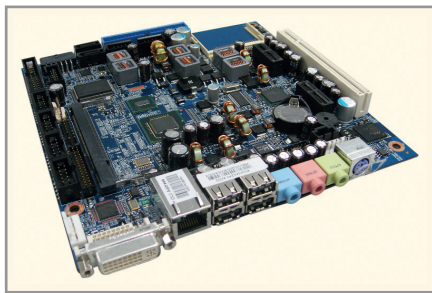


Рис. 3. Плата KTUS15

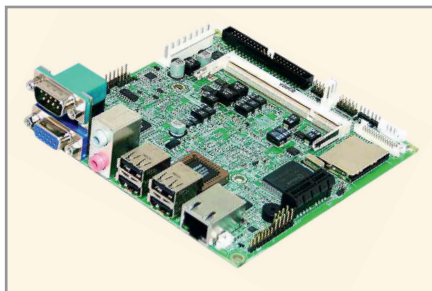


Рис. 4. NANO-8044 – материнская плата форм-фактора Nano-ITX на основе Intel Atom

вокупных габаритов. Так, предлагаемая той же фирмой Pinnacle Data Systems плата-носитель для COMX-S1 имеет габариты microATX, но позволяет не только количественно нарастить систему интерфейсов, но и реализовать нестандартные интерфейсы.

Форм-фактор Mini-ITX также позволяет совместить хорошие вычислительные возможности с большим набором интерфейсов. В качестве примера наиболее производительных платформ формата Mini-ITX можно привести изделие тайваньской компании Advansus i965GM-DCQI на основе процессорного ряда Intel Core 2 Duo/Core Duo/Core 2 Solo/Core Solo и набора микросхем (Intel GME965 + ICH8M). Соревнуясь (и превосходя по ряду возможностей) с современными настольными мультимедийными компьютерами, плата Advansus i965GM-DCQI в первую очередь ориентирована на встраиваемые приложения. В связи с этим изделие Advansus поддерживает такие технологии повышения надёжности работы, как «сторожевой» таймер и возможность перезагрузки системы, мониторинг температуры/напряжения на процессоре и состояния охлаждающего вентилятора, автоматика защиты процессора от перегрева. Она оборудована модулем доверенной платформы (TPM), аппаратно поддерживающим технологии криптографической защиты данных. Встроенная (компьютерная) система на основе платы Advansus i965GM-DCQI обеспечивает вывод изображения на два дисплея в комбинациях (CRT + LVDS)

или (CRT + DVI-D), а также позволяет организовать два независимых звуковых потока. В наборе интерфейсов – десять портов USB (четыре внешних и шесть внутренних), четыре порта RS-232, а также порт EIDE и три порта Serial ATA. Плата Advansus i965GM-DCQI поддерживает также работу двух портов гигабитного Ethernet.

На другом полюсе возможностей форм-фактора Mini-ITX находится плата KTUS15 (см. рис. 3). Спроектированная под процессор Intel Atom Z530/1,6 ГГц и набор микросхем Intel US15 (т.е. всего две базовые ИС, а не три, как в стандартных мультимедийных компьютерах), эта плата обеспечивает тепловыделение около 2,3 Вт, поддержку графики на плоскостельном мониторе или экране на основе ЭЛТ (CRT) и звука высокого разрешения, восьми портов USB 2.0, двух портов SATA150/300, порта 10/100/1000 Мбит/с Ethernet. В качестве шин расширения разработчик может использовать два интерфейса PCI Express x1, один PCI и разъём для карт памяти Compact Flash. В целом плата KTUS15 – это удобный набор современных и унаследованных технологий ввода-вывода и работы с графикой и самая современная, экономичная вычислительная платформа для систем с пассивным охлаждением.

Некоторые производители предлагают возможность создания связки модуль COM + плата-носитель (со всеми достоинствами специализации конечного решения) в габаритах Mini-ITX. Плата conga-ITX/X (170 × 170 мм) компании congatec AG стала носителем COM-модулей XTX (95 × 114 мм). О возможностях набора интерфейсов этой комбинации можно судить по тому, что сама по себе плата-носитель имеет по четыре порта USB и RS-232, два порта Ethernet, интерфейсы VGA, LPT, интерфейс PS/2 для подключения мыши и клавиатуры. Кроме этого, в набор интерфейсов носителя входят порты IDE и SATA, разъём для карт Compact Flash на нижней стороне conga-ITX/X. Помимо модуля XTX, плата conga-ITX/X может работать с модулями расширения на базе интерфейсов PCI Express, miniPCI Express и PCI. Сочетание плат Mini-ITX со сменными модулями XTX позволяет гибко конфигурировать систему процессор + набор интерфейсов (PCI Express, Serial ATA, USB), а также возможности цифрового звука. Для некоторых разработчиков является важным наличие интерфейса LPC (эмуляция шины

ISA в последовательном формате) на модуле XTX. Модули XTX также могут аппаратно поддерживать технологии криптографической защиты данных благодаря наличию модуля TPM.

Иной подход к созданию специализированных интерфейсов компьютерной платформы промышленного класса в форм-факторе Mini-ITX предлагает компания LiPPERT Embedded Computers. Это технология Adaptive-IO на основе «дочерней» платы (daughter-board concept), подключаемой через современные интерфейсы PCI Express, USB или SDVO. Особенности технологии определяют как специальный разъём, так и формат дочерней платы. Первым опытом внедрения новой технологии стала плата Thunderbird-NG. Наряду с более или менее стандартным набором интерфейсов для изделий формата Mini-ITX на этой плате имеется разъём Adaptive-IO. Для подключения к нему компания разработала платы расширения. Одна из них позволяет добавить в систему последовательный и параллельный порт, интерфейс PS/2 и интерфейс для подключения привода гибкого диска; вторая плата – мультимедийные интерфейсы SDVI-D, HD-Audio и TV-Out.

МАТЕРИНСКИЕ ПЛАТЫ В ФОРМ-ФАКТОРАХ МЕЖДУ MINI-ITX И COM

Компанией VIA Technologies разработан стандарт материнских плат Nano-ITX с размерами 120 × 120 мм. Поместить компьютерную систему в такие габариты стало возможным в связи с прогрессом в области микроархитектур, технологий производства полупроводниковых микросхем и технологий управления энергопотреблением x86-процессоров. Правда, в некоторых комментариях по поводу возможностей платформы Nano-ITX в качестве её недостатка упоминается необходимость использования несоизмеримо больших (по сравнению с габаритами самой платы) пассивных теплоотводов.

Одной из первых материнских плат форм-фактора Nano-ITX на платформе Intel Atom стала NANO-8044 (см. рис. 4). В её конструкции используются процессоры Intel Atom Z510/Z530 и системный контроллер US15W. Помимо портов ввода-вывода (RS-232/422/485, USB 2.0), интерфейсов для работы с дисплеем и сетью (VGA / LVDS, Ethernet), плата имеет один разъём расширения на основе шины PCI-Express x1.

Официальное позиционирование платформы Nano-ITX связано с цифровыми системами для рынка развлекательных услуг и автомобильными компьютерами, а также с рынком «тонких» клиентов.

Весной 2009 г. компания VIA Technologies анонсировала стандарт форм-фактора Em-ITX с габаритами плат 120×170 мм. Он больше Nano-ITX и компактнее Mini-ITX лишь на 30%, однако для плат такой конфигурации улучшаются условия вентиляции и обеспечивается больше места для интерфейсных портов и разъёмов (см. рис. 5). Последние размещены как вдоль длинных сторон печатной платы (RS-232/422/485, RJ45, DVI, VGA, LVDS, USB 2.0, разъём питания), так и поддерживаются разъёмом Em-IO, параллельным короткой стороне. Выводы разъёма Em-IO обеспечивают работу таких интерфейсов, как USB 2.0, GPIO, LPC, PCI Express, IDE, IEEE 1394, Serial ATA, PCI, DVI, HDMI, Gigabit Ethernet, Card Bus. Процессор на первой плате форм-фактора Em-ITX, представленной VIA Technologies, размещён на обратной стороне платы, что позволяет оптимизировать теплоотвод.

Апробация стандарта Nano-ITX сподвигла VIA Technologies на создание спецификации ещё более миниатюрной платы, стандарт которой получил приставку Pico. Однако общепринятые представления не позволяют отнести плату форм-фактора Pico-ITX (габариты 72×100 мм) к материнским платам, поскольку она не имеет разъёмов расширения, хотя порты USB, COM, DVI, LVDS, 10/100 Мбит/с Ethernet присутствуют.

Ситуацию с невозможностью развития функциональных возможностей систем на основе плат форм-фактора Pico-ITX исправила ассоциация Small Form Factor Special Interest Group (SFF-SIG), которая разработала спецификацию Pico-ITX. Этот стандарт содержит рекомендации по размещению модуля расширения на основе разъёма SUMIT на плате Pico-ITX. По сути SUMIT (технология построения коммуникаций в системе унифицированных модулей при создании «этажерочных» конструкций встраиваемых систем) – это спецификация разъёма, в котором сконцентрирована поддержка интерфейсов PCI Express, USB, LPC, I²C и SPI. Конструкция разъёма позволяет строить «многослойные» конструкции при подключении модулей расширения ввода-вывода к одноплатным компьютерам. В этом смысле разъём универсален; он не рассчитан

только на модули Pico-ITX. Технология монтажа модуля расширения с помощью разъёма SUMIT на модуле Pico-ITX позволяет реализовать конструкцию высотой всего лишь 15,24 мм.

Спецификация Pico-ITX не регламентирует местоположение модуля расширения, чтобы не ограничивать разработчиков платы в размещении трасс высокоскоростных сигналов. Жёсткими требованиями спецификации являются не пересечение модулем расширения кромки платы Pico-ITX и взаимное расположение разъёма SUMIT и отверстий для фиксации модуля расширения. Ассоциацией SFF-SIG также разработан стандарт модуля расширения с габаритами 60×72 мм (Pico I/O). Плата VIA EPIA-P710 (см. рис. 6) компании VIA Technologies стала одним из первых изделий стандарта Pico-ITX.

Ещё одним направлением развития материнских плат для встраиваемых применений стала «индустриализация» без минимизации габаритов. Использование технологической «доводки» позволяет несколько снизить расходы на разработку материнских плат для тех встраиваемых систем (компьютеров для встраиваемых применений), где габаритные ограничения не играют большой роли.

Основными технологиями «индустриализации» стали оптимизация разводки печатных плат и размещения термонагруженных компонентов для обеспечения эффективного отвода тепла, выбор в качестве процессоров и наборов микросхем, включённых поставщиками в линейку продуктов для встроенных систем (embedded product line), специализированных сетевых контроллеров (например, порты Ethernet материнских плат компании Beckhoff поддерживают технологию EtherCAT – интерфейса полевой шины на основе технологии Ethernet реального времени), а также проведение дополнительных испытаний компонентов перед их установкой на плату и адаптация BIOS к специальным требованиям заказчиков.

Предлагая материнские платы для промышленных применений, компании могут включать в систему их поддержки предложение специализированных модулей расширения. Так, в связи с тем, что ряд материнских плат компании Beckhoff включает разъём расширения на основе шины Mini PCI, под него были разработаны модули поддержки полевых шин PROFIBUS, CANopen, DeviceNet, SERCOS и модули памяти NOVRAM (энерго-

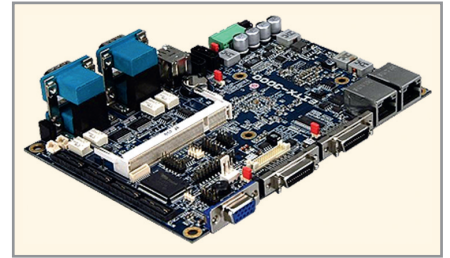


Рис. 5. Материнская плата форм-фактора Em-ITX

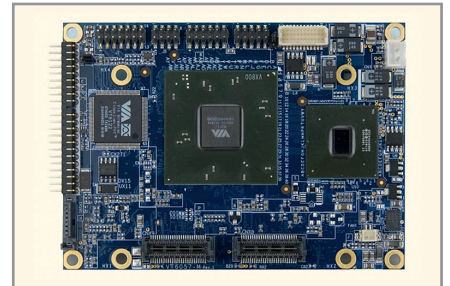


Рис. 6. Плата VIA EPIA-P710 на основе конфигурации SUMIT-AB

независимого ОЗУ) объёмом 128/256/512 Кб. Поддержка поставок материнских плат для промышленного применения обеспечивается, как правило, на протяжении 5 лет и более.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обычная материнская плата персонального компьютера не является продуктом двойного назначения, одинаково пригодным для использования в изделиях потребительского и промышленного рынков. Она, как правило, не соответствует ограничениям на габариты, накладываемым требованиями встроеной системы, а также менее надёжна в эксплуатации. Настольные ПК на основе материнских плат потребительского класса могут использоваться лишь для макетирования встроенных систем благодаря установке в имеющиеся разъёмы расширения специализированных плат, поддерживающих оцифровку сигналов, плат – шлюзов полевых шин и т.п.

Гарантией долговременного успеха и стабильности в таких сегментах рынка, как торговые и информационные терминалы, системы видеонаблюдения, является использование материнских плат промышленного уровня, предлагаемых в виде COTS – коммерческих «коробочных» продуктов. Эти изделия компактны, масштабируемы по вычислительным возможностям или габаритам, обладают характеристиками надёжности и времени присутствия на рынке, характерными для устройств промышленного исполнения. При этом они являются ПК-совместимыми платформами.

