

## ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ: СЛЕДУЮЩЕЕ ПОКОЛЕНИЕ

А.Г. Шаталов (Компания "МикроМакс Системс")

Внедрение высокоскоростных шин данных во встраиваемые системы подталкивает отрасль к развитию форматов и, как следствие, к развитию подходов к разработке решений для пользовательских приложений, ускоряющих и удешевляющих процесс вывода готового продукта на рынок. Представлен новый подход – "встраиваемые подсистемы", объединяющий лучшее из архитектур PC/104 и компьютеров-на-модуле (COM).

Ключевые слова: мезонинные системы, компьютеры-на-модуле, встраиваемые подсистемы, высокоскоростные шины данных.

### Закон Мура встретился с PC/104

Многое изменилось с тех пор, как формат PC/104 открыл рынок мезонинных одноплатных компьютеров в начале 1990-х годов. Почти каждая область встраиваемых компьютерных технологий развивалась в соответствии с законом Мура, обещавшем удвоение плотности элементов или производительности каждые два года. Во встраиваемых компьютерах x86 процессоры прошли путь от 8-битных 8086-х с частотой в единицы мегагерц до 64-разрядных многоядерных мультигигагерцовых чипов, таких как Intel Core 2 Duo и i7. Что до полноразмерных компьютеров, то такая система теперь состоит из пары чипов, громоздкие параллельные шины и интерфейсы ввода/вывода растворились в горстке высокоскоростных последовательных сигналов, терабайтные жесткие диски помещаются на ладони, а многогигабайтные флеш-модули теперь размером с монету.

Технологии, используемые во встраиваемых вычислениях, всегда находились на ступень пониже. Обусловлено это в первую очередь повышенными требованиями к условиям эксплуатации систем, – это и пониженное энергопотребление, и высокие механические нагрузки, и широкий температурный диапазон, и прочие условия среды эксплуатации. Тем не менее, современные условия диктуют необходимость использования высокоскоростных шин во встраиваемых приложениях. Возможно, разработчикам было бы достаточно проверенных временем форматов и протоколов, но развитие электроники не стоит на месте, и элементная база также устаревает. Становится экономически невыгодно поддерживать массовый, серийный, выпуск компонентов и комплектующих для "нишевой" по объемам производства отрасли. Именно поэтому в последнее время встраиваемые аппаратные "экосистемы" начали подтягиваться для определения стандартов плат и модулей, которые могут разместить новые технологии: процессоры Intel Atom, Core 2 Duo и i3/5/7, шины PCI Express, SATA, USB 3 и видео высокой четкости. Это эволюционное движение с появлением но-

вых стандартов модулей и плат начинает разрушать шаблоны последних двух десятилетий. Ниже опишем одно из таких эволюционных направлений развития – встраиваемые подсистемы (ERS – Embedded-Ready-Subsystem), обеспечивающие более высокий уровень методологии дизайна систем. Но сначала краткий обзор на примере решений компании Diamond Systems.

### Мезонинные решения

В традиционной мезонинной архитектуре сердцем системы служит готовый (серийный) одноплатный компьютер EBX, EPIC или PC/104 форм-фактора, дополненный одной или несколькими стандартными или заказными платами формата PC/104 (рис. 1), приспособившими систему к некоему приложению.

Хотя это прекрасно работает во многих случаях, мезонинный подход к построению систем не может удовлетворить абсолютно все требования и ограничения по габаритам, весу, энергопотреблению, температурному режиму во многих приложениях. Кроме того, мезонинные системы не являются экономически эффективными решениями для приложений с большими объемами (тиражами) выпуска.

Как следствие, производители вынуждены разрабатывать заказные, ориентированные на конкретные приложения одноплатные компьютеры. И поскольку этот процесс связан с высокими расходами на разработку, неопределенным временем выхода на рынок и кошмарами устаревания комплектующих и компонентов, такой подход годится только для приложений, требующих тысяч плат.

### Компромисс компьютеров-на-модуле (COM)

Пытаясь стандартизировать конструкции и уменьшить потребность в полностью заказных разработках, была создана концепция стандартизированных "компьютеров-на-модуле" (рис. 2), объединяющих процессор с основными функциями ввода/вывода.

С заказными объединительными платами (baseboard), несущими пользовательские функции, и установленными на них компьютерами-на-модуле, концепция имеет несколько ключевых преимуществ:



Рис. 1. Стек PC/104

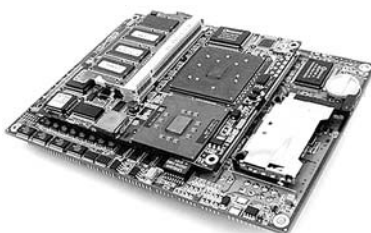


Рис. 2. Верхняя плата – COM, нижняя – объединительная плата (baseboard)

Таблица 1. Сравнение преимуществ различных подходов

Преимущества подхода	SBC	COM +Baseboard	ERS
Защита от устаревания компонентов	Да	Частично	Да
Множество источников компонентов		Нет	
Короткое время выведения на рынок			
Полностью серийное решение	Нет	Да	
Комплексное решение по теплоотводу		Нет	
Доступ к последним технологиям (процессор, системный ввод/вывод)			
Независимость от типа шины и форм-фактора		Нет	
Стандартизированное крепление для множества форматов			
Поддержка последних шин/интерфейсов			

• *снижение затрат на разработку, рисков, времени* – ограничение пользовательских требований рамками прикладных функций, тем самым снижая время и затраты на разработку и связанные с этим риски;

• *доступ к современным вычислительным технологиям* – мгновенный доступ к последним процессорам и системам ввода/вывода, без необходимости инвестировать в повторное изобретение колеса;

• *вариативность производительности* – единый дизайн объединительной платы может быть использован для различных по цене или производительности решений или может быть модернизирован при необходимости в будущем;

• *сокращение затрат* – стандартизированные компьютеры-на-модуле выпускаются в значительно больших объемах в отличие от большинства одноплатах компьютеров;

• *увеличение времени присутствия на рынке* – возможность апгрейда вычислительных ядер на сменных COM-модулях защищает от устаревания компонентов и облегчает расширение жизненного цикла.

Несмотря на многие преимущества, COM+baseboard подход имеет существенную цену: время, стоимость и риски проектирования и обслуживания, необходимые для пользовательской части – объединительной платы.

### Представляем "встраиваемые подсистемы"

Новый подход предлагает лучшее из обоих миров – от мезонинных систем и компьютеров-на-модуле. Встраиваемые подсистемы образуют мост между ними путем интеграции выбранного стандарта COM (например, COM-Express) и модульного стандарта расширения (например, Sumit ISM) в единую систему с продуманным решением для отвода тепла и монтажа. Преимущество здесь в том, что подход не требует разработки пользовательской платы.

Встраиваемые подсистемы сочетают преимущества концепции компьютеров-на-модуле с гибкостью модульного расширяемого стека. Завершает картину большая теплоотводящая пластина в основании подсистемы со стандартизированными отверстиями для

Таблица 2. Технические характеристики встраиваемой подсистемы Magellan

Процессор	Intel Atom Z510 1,1 ГГц Core 2 Duo LV 1,6 ГГц
ОЗУ	Atom Z510: 1 Гб DDR2 SDRAM, распаяно на плате Core 2 Duo LV: 1 или 4 Гб SO-DIMM DDR2 SDRAM
Набор микросхем	Atom Z510: US15WPT Core 2 Duo LV: 965GME с ICH8M
BIOS	AMI PnP Flash BIOS
Накопители	1 x SATA, поддерживается 1 устройство, 1x USB flashdisk
Последовательные порты	2xRS-232, 2xRS-232/422/485
USB	4xUSB 2.0
ЛВС	по 1 порту Gigabit Ethernet на процессорном модуле и на объединительной плате (контроллер Intel 82574)
Дисплей	интерфейс LVDS для ЖК-дисплеев, интерфейс VGA для ЭЛТ-дисплеев
Шина SUMIT-ISM (совмещена с PCI-104)	PCI Express, SMBus, I2C, LPC
Разъем FeaturePak	2x PCI Express x1, 2xUSB, 1x последовательная SMBus
Рабочая температура, °C	-40...85

установки, аналогичными по своей сути креплению дисплеев – VESA.

С таким подходом выбор форм-фактора процессорной платы (ETX, COM Express, PC/104, EPIC, EBX, и т.д.) и типа шины расширения (PCI-104, Sumit, PCI/104-Express и т.д.) стал менее важен, чем соблюдение требований функциональности. Как следствие, разработчики встраиваемой электроники имеют значительно больший выбор вариантов серийных решений для достижения своих целей. Это позволяет сфокусироваться на уникальных требованиях конкретного приложения (интерфейсах, управляющем программном обеспечении), не отвлекаться на поддержание актуальности процессоров, чипсетов, памяти, шин и соответствующих им BIOS-технологий. Преимущества готовых встраиваемых подсистем (ERS) в сравнении с мезонинными одноплатами системами (SBC) и концепцией компьютер-на-модуле + заказная объединительная плата (COM+baseboard) приведены в табл. 1.

### Победа над заказными решениями на их собственном поле

А как насчет приложений, где стоимость, габариты или мощность потребления ограничивают выбор среди готовых серийных компонентов? И в этом случае в стеке из встраиваемой подсистемы с одним или несколькими модулями расширения их можно заменить на заказную плату пользовательского уровня, объединяющую уникальные функции и интерфейсы приложения. Такая архитектура по-прежнему сохраняет преимущества COM-модулей по сравнению с полностью заказными решениями. Несмотря на об-

ременение дорогостоящим циклом разработки, ежегодные объемы в несколько тысяч единиц обеспечивают такому частично пользовательскому подходу доработки встроенных подсистем значительные преимущества по сравнению с традиционными полностью заказными конструкциями.

Преимуществами ERS на основе нестандартной конструкции являются: компактная форма со стандартными монтажными отверстиями; эффективная система охлаждения; простота обновления для повышения производительности или замены устаревшего процессора. Недостатки связаны лишь с жизненным циклом обслуживания пользовательских плат.

### Возвращаясь к закону Мура

В течение нескольких десятилетий основные встраиваемые технологии постоянно развивались в части плотности и производительности в точном соответствии с принципами закона Мура. С другой стороны, подходы к проектированию встраиваемой техники на уровне модулей и плат мало что сделали для поддержания этого тренда. Новый же — встраиваемые подсистемы — обещает подтянуть подход к разработке так, чтобы постоянно идти в ногу с актуальными достижениями современности. Этот способ системной интеграции включает все лучшее, что может предложить индустрия в данный момент. И он достаточно гибкий, чтобы использовать новейшие компоненты по мере их возникновения.

### Форматы спутники и другие преимущества

Продолжая обзор, непременно стоит упомянуть формат FeaturePak, одним из основателей открытого стандарта которого является ком-

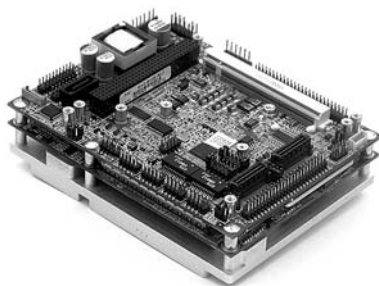


Рис. 3. Встраиваемая подсистема Magellan. Верхняя плата – уровень расширений, средняя – компьютер-на-модуле, внизу – теплоотводящее основание со стандартизированными крепежными отверстиями

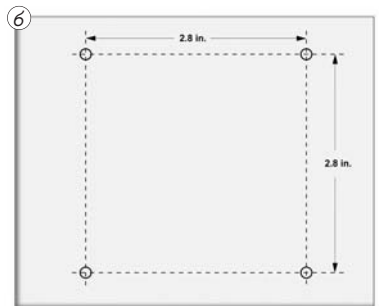
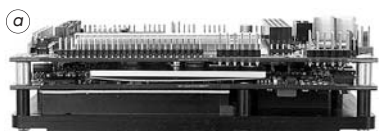


Рис. 4. Встраиваемая подсистема Magellan, а) вид сбоку, б) схема крепежных отверстий

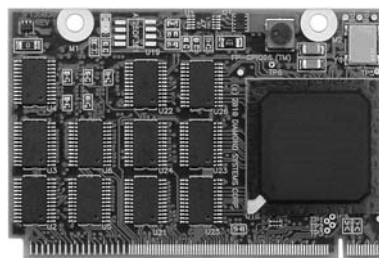


Рис. 5. Модуль FeaturePak

пания Diamond. На фотографиях (рис. 3, 4) встраиваемой подсистемы Magellan (характеристики приведены в табл. 2) представлен разъем высокой плотности (белого цвета), предназначенный для установки модулей расширения FeaturePak (рис. 5).

Колоссальное преимущество этого формата — "нулевая" высота расширения. Такой модуль расширения позволит значительно сократить время и стоимость разработки заказного решения, расширив встраиваемую подсистему аналоговым или цифровым высокоскоростным вводом/выводом.

К преимуществам данного формата расширения стоит отнести также высокую надежность коммутации благодаря отсутствию кабелей, и механическую прочность конструкции (обратите внимание на способ крепления модуля — разъем с одной стороны модуля и два монтажных отверстия с другой).

Добавим сюда еще один компонент — разъем расширения SUMIT, который добавляет вариативности в расширяемость системы (PCIe, USB, LPC, SMBus), и получим очень приличную базовую площадку для разработок в формате ERS — встраиваемых подсистем Diamond Systems.

Подводя итог, отметим немаловажные с точки зрения разработчиков особенности применения систем в реальных проектах: поддержку устаревающей шины ISA, наличие современной высокоскоростной шины PCI Express, цифровой и/или аналоговый ввод/вывод, возможность выбора процессора (вариативность производительности и энергопотребления), гибкие и надежные возможности расширения с минимальными или нулевыми изменениями внешних габаритов, и все это — в рамках единого модуля встраиваемой подсистемы.

**Шталов Алексей Геннадиевич** — руководитель отдела маркетинга ООО "МикроМакс Системс".

Контактный телефон (495) 775-83-37.

E-mail: [pr@micromax.com](mailto:pr@micromax.com) [Http://www.micromax.ru](http://www.micromax.ru)

### Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

- в России — в любом почтовом отделении по каталогу "Газеты. Журналы" агентства "Роспечать" (подписной индекс **81874**) или по каталогу "Пресса России" (подписной индекс **39206**).
- в странах СНГ и дальнего зарубежья — через редакцию ([www.avtprom.ru](http://www.avtprom.ru)).

**Все желающие**, вне зависимости от места расположения, могут оформить подписку, начиная с любого номера, прислав заявку в редакцию или заполнив анкету на сайте [www.avtprom.ru](http://www.avtprom.ru). В редакции также имеются экземпляры журналов за прошлые годы.