

В. Я. КОВАЛЬ

Республика Беларусь, г. Минск, ГНПП «КБТЭМ-СО»
концерн «Планар»Дата поступления в редакцию
08.09 1998 г. — 13.04 1999 г.

Оппонент д. т. н. С. Т. ТИХОЧУК

СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Рассмотрены состояние, тенденции и перспективы развития средств управления промышленным оборудованием на современной основе.

The condition, tendency and prospects of development of control hardware of industry equipment on modern base.

Среди средств управления самого различного назначения значительную долю составляют средства управления промышленным оборудованием. К ним предъявляются следующие требования:

- работа в “реальном времени”;
- наличие развитой системы ввода/вывода;
- устойчивость к воздействию неблагоприятных внешних факторов (пыли, влаги, ударов, вибраций, помех по питающей сети и т. д.);
- минимальное время восстановления работоспособности в случае отказа.

Говоря о средствах управления как о функционально законченных устройствах, формирующих по поступающей на их вход информации управляющие воздействия, сегодня принято выделять контроллеры, магистрально-модульные системы, промышленные ЭВМ (Industrial Computers).

КОНТРОЛЛЕРЫ были одними из первых управляющих устройств в промышленности. Простая структура (как правило, на базе однокристалльного микроконтроллера) и компактное, зачастую написанное на ассемблере и хранящееся в ПЗУ (ППЗУ), программное обеспечение ранних моделей контроллеров обеспечивали необходимое быстродействие, а оригинальное конструктивное исполнение — защиту от неблагоприятных факторов внешней среды, удобство обслуживания и быстрое восстановление работоспособности при выходе из строя. Эти особенности были настолько органично присущи контроллерам, что до недавнего времени являлись как бы их визитной карточкой.

Но вот фирма «Advantech», одна из законодательниц мод в мире промышленной автоматизации, анонсировала свою последнюю разработку [1]. Контроллеры серии ADAM 5500:

- построены на базе “компьютерного” микропроцессора 80386/80188;
- содержат встроенную операционную систему ROM-DOS, совместимую с “компьютерной” операционной системой MS-DOS;
- поддерживают промышленную сеть CAN, которая сегодня наряду с сетями PROFIBUS (DIN 19245) и INTERBUS (DIN 9285) входит в число самых популярных промышленных сетей и делит с ними около двух третей европейского рынка сетей класса FIELDBUS.

Сообщается, что фирма ведет интенсивную работу в направлении расширения номенклатуры поддерживаемых контроллерами ADAM 5500 сетей, замены процессоров 386 на 486/586 и применения последних разработок в области операционных систем.

Другая, не менее известная, фирма «PEP Modular Computers» предложила контроллер SMART I/0 [2], который содержит:

- микропроцессор семейства MC 68K;
- несколько типов памяти: DRAM до 1,5 Мбайт, SRAM 256 Кбайт, FLASH до 1 Мбайт;
- средства поддержки промышленной сети PROFIBUS;
- встроенную операционную систему OS-9.

Последняя характеристика представляет особый интерес, поскольку OS-9 относится к специфическому классу программных средств — к *операционным системам реального времени*.

Работа в реальном времени является одной из важнейших особенностей применения средств управления в промышленности. В самом общем виде суть ее состоит в том, что реакция управляющих средств на любое событие должна быть предсказуемой по времени. Правильная, но запоздавшая реакция на внешнее событие может в некоторых случаях (прокатные станы, печи для выращивания полупроводниковых материалов и т. д.) иметь катастрофические последствия. Это определяет требования ко всем компонентам управления, в том числе к программному обеспечению. Как указывалось выше, в ранних моделях контроллеров необходимая реакция обеспечивалась с помощью компактной, хранящейся в ПЗУ программы, реализующей жесткий алгоритм, предсказуемый по определению. Излишне объяснять, что для гибкого, адаптивного управления современным автоматизированным оборудованием этот путь неприемлем. Сегодня необходимые временные характеристики управ-

ления обеспечивают все чаще с помощью операционных систем реального времени (ОС РВ).

Согласно стандартам P1003 IEEE и ISO/IEC-9945 ОС РВ относятся операционные системы, которые обеспечивают требуемый уровень сервиса за определенное ограниченное время. Поэтому важнейшей характеристикой таких систем является время реакции на прерывание, которое, как правило, для большинства ОС РВ не превышает 10 мкс, а для OS-9 с микропроцессором MC68040 — 3 мкс.

Еще сравнительно недавно ОС РВ применялись исключительно в сложных, многокомпонентных, зачастую многопроцессорных системах управления. Контроллер SMART I/0 — это лишь один из примеров быстро расширяющейся области приложения этих средств. Сегодня операционная система реального времени становится обычным и почти обязательным элементом управления любого уровня — от переносного телефона до сложного производственного комплекса.

Список применяемых ОС РВ включает в себя около ста наименований, что говорит, с одной стороны, о том, что разработчик конкретного оборудования всегда сможет найти ОС РВ, которая в наибольшей степени будет соответствовать его требованиям по техническим характеристикам, стоимости, наличию средств разработки и т. д., а с другой стороны, о том, что не создана еще такая одна идеальная ОС РВ, которая бы оптимальным образом подходила для всех случаев жизни. И все же в последнее время появилась если не одна ОС РВ, то, по крайней мере, одна платформа для различных приложений реального времени. И такой платформой, конечно же, является операционная система компании «Microsoft» Windows NT. Хотя сама компания «Microsoft» из-за незначительности, с ее точки зрения, рынка промышленной автоматизации (около 300 млн. долларов США в год) не ведет здесь собственных работ, целый ряд фирм с ее благословления занялся приспособлением Windows NT к требованиям работы в реальном времени. И полученные результаты более чем обнадеживают [3]. Так, при тестировании приложений реального времени к Windows NT американской компании «Ventur Com» получено время отклика на случайное событие в пределах 15 мкс, что достаточно близко к аналогичному показателю чистых систем “жесткого” реального времени.

К сказанному выше необходимо добавить, что применение ОС РВ позволяет не только обеспечить надежное выполнение в реальном времени целевых программ, но и “интеллектуализировать” процесс их разработки и отладки. Так, благодаря применению ОС РВ OS-9 появилась возможность использовать для разработки прикладного программного обеспечения контроллеров SMART I/0 одну из самых популярных систем программирования — инструментальную систему ISaGRAF фирмы «CJ International» [4].

О возможностях, которые появляются при этом у разработчиков, можно судить по тому, что эта система поддерживает:

- пять стандартных языков программирования в соответствии со стандартом IEC 1131-3;
- многофункциональный графический отладчик;
- интегрированные средства поддержки протоколов PROFIBUS и MODBUS;
- стандартный человеко-машинный интерфейс.

Таким образом, на примере контроллеров ADAM 5500 и SMART I/0 достаточно отчетливо прослеживается развитие этого класса управляющих средств в направлении их “компьютеризации”, о чем говорит применение:

- “компьютерной” элементной базы;
- операционных систем общего и специального назначения, в т. ч. реального времени;
- распределенного интеллекта.

Но, безусловно, возможности этого класса управляющих устройств наиболее ярко проявились в контроллере (рис. 1) модели MVME 162/172 фирмы «Motorola Computer Group» [5], абсолютном

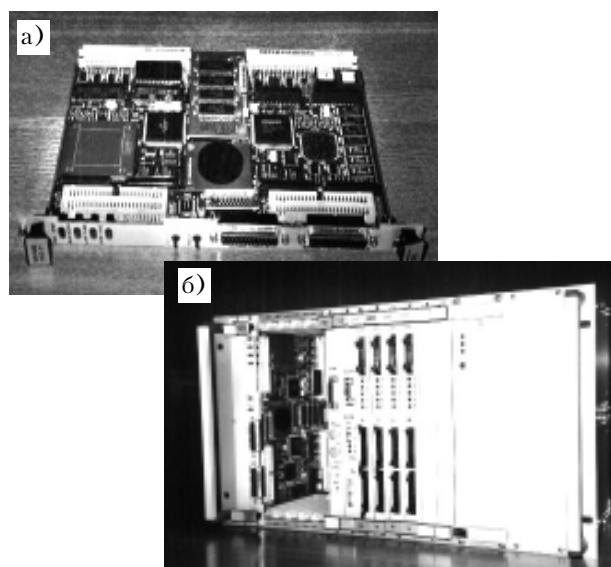


Рис. 1. Контроллер MVME 162 (а) в составе крейта (б)

чемпионе как по техническому уровню, так и по числу применений, для чего есть все основания:

- мощный 32-разрядный микропроцессор MC68040 / MC68060;
- двухпортовая динамическая память объемом до 64 Мбайт, а также SRAM 512 Кбайт, FLASH 1 Мбайт, EPROM 2 Мбайт;
- энергонезависимая память 8×8 Кбайт;
- широкая номенклатура портов: RS-232, Ethernet, SCSI;
- семиуровневая система управления прерываниями;
- встроенный отладчик и система диагностики;
- поддержка ОС РВ: OS-9, VxWorks, VRTX, pSOS и др.;
- исключительная надежность, подкрепленная пятилетним сроком гарантии.

Однако даже наличие этого перечня впечатляющих достоинств недостаточно для объяснения столь широкой популярности контроллера MVME 162/172.

Завидную судьбу ему обеспечили в не меньшей степени применение мезонинов и соответствие “открытым” стандартам.

Мезонины — это сравнительно новый вид изделий, представляющих собой небольшие по размеру функционально законченные устройства, устанавливаемые либо на отдельный модуль, либо прямо на плату компьютера или контроллера.

В формате мезонина сегодня может быть выполнено практически любое устройство — цифроаналоговый или аналого-цифровой преобразователь, устройство цифрового ввода—вывода, запоминающее устройство (в т. ч. с батарейным питанием), графический или сетевой контроллер, сигнальный процессор и т. д. На плату-носитель может быть установлена любая комбинация мезонинов.

Первые модели мезонинов, которые получили наименование Industry Pack (IP), были разработаны и выпущены американской фирмой «GreenSpring Computers» в начале 1990-х годов. В скором времени в разработку и изготовление мезонинов включилось большое количество новых участников, в т. ч. таких известных, как «PEP Modular Computers», «MEN Micro Elektronik» и др. О масштабах этого явления говорит тот факт, что около 20 фирм поставляют более 150 наименований только одного семейства М-мезонинов фирмы «MEN Micro Elektronik», а число изготовителей наиболее популярных IP-мезонинов превысило сотню.

Наибольшее распространение сегодня получили следующие мезонины, фактически или юридически ставшие стандартными:

— Industry Pack (IP) американской фирмы «GreenSpring Computers» [6]. Выпускаются двух типов — одинарные размерами 1,8×3,9 и двойные — 3,6×3,9. На Европлате 6U устанавливаются 4 одинарных мезонина IP. Имеют статус международного стандарта ANSI/VITA-4-95. Рекомендуются в качестве неинтеллектуальных устройств ввода/вывода сравнительно невысокого быстродействия (8 Мбайт/с);

— Mod Pack немецкой фирмы «PEP Modular Computers» [7]. На печатной плате 100×160 мм размещаются 2 модуля Mod Pack. Могут устанавливаться на промежуточный мезонин СХМ этой же фирмы;

— М-модули немецкой фирмы «MEN Micro Elektronik» [8]. Размеры 52,2×148,3 мм. На Европлате 6U устанавливаются 4 М-модуля. Стандартизованы в мае 1997 г. (ANSI/VITA 12-1996);

— PMC (PCI Mezzanine Card) [6]. Осуществляют интерфейс с внутриплатной компьютерной шиной PCI. Размеры 75×150 мм. На Европлате 6U устанавливаются 2 модуля PMC. Рекомендуются в качестве интеллектуальных высокоскоростных устройств типа графического контроллера, контроллера сети и т. д. Стандартизованы комитетом стандартизации шинных архитектур IEEE как стандарт IEEE 1386.1;

— PC/104 фирмы «Amрго» [9]. Размеры 90×96 мм. Некоторые специалисты относят это семейство мезонинов к магистрально-модульной системе. Интерфейс PC/104 является одной из версий компьютерной шины ISA и имеет, помимо конструктивных особенностей, существенно уменьшенную по сравнению с ней нагрузоч-

ную способность (4 мА вместо 20 мА) и ряд других отличий;

— PC-MIP [10]. Новейшая разработка двух самых авторитетных фирм в секторе мезонинов — «Green Spring Computers» и «MEN Micro Elektronik». Два типоразмера — 49×90 и 47×99 мм. Интерфейс шины PCI.

“Открытые стандарты” — еще одно из знамений нынешнего времени, соответствие которым контроллера MVME 162/172 невозможно переоценить.

Хотя “закрытый” подход к проектированию средств автоматизации еще недавно был характерен не только для контроллеров, и даже не только для промышленных средств управления и управляющих систем в целом, но и для телекоммуникаций, транспорта, авиации и др., именно контроллеры чаще всего выполнялись и выполняются еще сегодня в соответствии с “закрытыми”, т. н. частнофирменными стандартами.

Изготовитель такого контроллера, объясняя это лучшими, чем у конкурентов, характеристиками, прочно “привязывает” пользователя к своей продукции, начиная с технического обслуживания (когда по каждой более-менее серьезной неисправности последний вынужден вызывать представителя фирмы-изготовителя) и кончая вопросами модернизации.

В качестве альтернативы такому подходу в 1980-х годах сформировалась идеология “открытых” стандартов. Она утвердилась сначала в применении к магистрально-модульным системам, но постепенно распространилась дальше, захватывая даже такие области, как внутриплатные интерфейсы и инструментальные средства.

Отличительными чертами “открытых” стандартов являются:

- отсутствие патентов и авторских прав на спецификацию стандарта;
- широкодоступность спецификации;
- принадлежность права собственности на стандарт таким некоммерческим организациям, как IEC, IEEE, ANSI, ISO и др.

Таким образом, открытость стандарта означает:

- для любого изготовителя — право участвовать в разработке и коммерческой эксплуатации стандарта;
- для любого пользователя — право иметь полную информацию о продуктах, соответствующих “открытому” стандарту, что, в конечном счете, приводит к появлению рынка совместимой продукции, исключающем какие-либо отношения зависимости между изготовителем и пользователем.

Особое значение имеет тот факт, что контроллер MVME 162/172 соответствует не просто “открытому” стандарту, а одному из самых распространенных — VMEbus.

VMEbus (Versa Bus Module Eurocard) — это стандарт, принятый IEC (IEC 821), IEEE (IEEE1014) и другими международными организациями на наращиваемую, аппаратно и программно независимую магистрально-модульную архитектуру сопряжения самых различных устройств: контроллеров, цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей, устройств ввода/вывода и др.

Таким образом, с одной стороны, контроллер MVME 162/172 — это вполне функционально и конструктивно законченное устройство и в таком качестве имеет множество применений, а с другой стороны, его можно рассматривать как составную часть продукта более высокого уровня — магистрально-модульной системы (ММС).

МАГИСТРАЛЬНО-МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

представляют собой еще одну разновидность управляющих средств, основанную на наборе модулей (плат) самого различного назначения, в т. ч. контроллеров и одноплатных компьютеров, которые связываются между собой магистралью, выполненной, как правило, в виде печатной платы (backplane) с нормированным волновым сопротивлением цепей и поддерживающей все необходимые механизмы межмодульного, в т. ч. межпроцессорного, взаимодействия.

Первым из получивших широкое распространение международных стандартов на ММС стал принятый в 1968 г. стандарт САМАС.

В 1978 г. фирма Intel создает самую популярную в 1980-х годах ММС MULTIBUS I, на основе которой был разработан целый ряд “открытых” стандартов, в т. ч. известный в СССР стандарт И41.

В 1981 г. благодаря усилиям фирм «Motorola», «Philips/Signetics», «Mostek» появляется 32-разрядная ММС VMEbus, основанная на спецификации Versabus (Versatile Backplane Bus) и механическом конструктиве Евромеханика (Eurocard Mechanical Packaging Standard).

Фирма Intel ответила созданием 32-разрядной ММС MULTIBUS II, конструктивной основой которой также является Евромеханика. С этого момента на несколько лет сектор промышленных ММС превращается в арену ожесточенной борьбы двух признанных лидеров в области средств управления.

Несмотря на то, что вначале все козыри были у фирмы «Intel» (более ранний и очень удачный выход в сектор промышленных ММС, опора на огромный компьютерный рынок, поддержка таких гигантов, как, например, фирма «Siemens»), она все-таки в итоге проиграла. ММС MULTIBUS II практически сошла со сцены, а фирма Intel, в конце концов, отказалась ее поддерживать. Стала историей и ММС MULTIBUS I.

Принимая во внимание то, что остальные ММС уступают VMEbus по основным показателям, а их применяемость носит в основном региональный характер (STD 32 — в США; AMS, SMP, AT-96 — в Германии и т. д.), можно утверждать, что по числу применений сегодня VMEbus является бесспорным лидером среди промышленных ММС.

К числу ее несомненных достоинств относятся:

- высокая пропускная способность — до 130 Мбайт/с при передаче 64-разрядных блоков;
- семиуровневая система прерываний с возможностью подключения на каждый уровень неограниченного количества источников прерываний и быстрым циклом обработки, что особенно важно для систем реального времени;

- возможность автоконфигурирования;
- возможность автоповторов шинных обращений;
- возможность объединения на одной шине нескольких микропроцессоров благодаря четырехуровневой системе арбитража;

— наличие нескольких дополнительных шин (VSB, VMS, VIC), в т. ч. сверхскоростных типа AUTOBANK, разгружающих трафик основной системной шины;

— возможность ввода/вывода “вперед” (через переднюю панель модуля) или “назад”;

— надежный и удобный конструктив Евромеханика;

— возможность применения печатных плат двух типоразмеров — 3U (100×160 мм) и 6U (233,35×160 мм);

— огромная номенклатура имеющихся на рынке изделий (около 300 производителей выпускают более 2500 модулей VME [11]);

— возможность “горячей замены”;

— наличие конструктивных элементов защиты от помех.

Таким образом, оснащенная целым арсеналом самых современных технологий, находящаяся в постоянном развитии (о чем говорит произведенное в последнее время удвоение разрядности и производительности), VMEbus может удовлетворить любые самые жесткие требования пользователя.

Если к вышесказанному добавить господствующее положение VMEbus в таких областях, как военная и телекоммуникаций, поддержку со стороны самых авторитетных международных организаций (IEC, IEEE, VITA, ANSI и др.), то, казалось бы, не должны вызывать сомнения предсказания некоторых экспертов, что «в ближайшие 15–20 лет развитие рынка автоматизации на основе ММС будет обеспечено развитием систем на основе VFEA (VMEbus, FUTURE-bus + Extension Architecture)» [12]. Однако сегодня это определенно утверждать нельзя.

Новый соперник VMEbus пришел из того же лагеря «Intel», но теперь уже не в виде альтернативной ММС, а в виде IBM PC-совместимого промышленного компьютера на элементной базе «Intel». Знакомая всем и каждому “персоналка” стала столь быстро множить число сторонников ее применения в промышленном оборудовании, что в пору вспомнить другой прогноз, который несколько лет назад дал главный редактор журнала «Real Time Engineering» Джон Блэк: «...огромное предпочтение будет отдаваться PC-совместимой аппаратуре. Ожидается беспрецедентный рост использования встраиваемых PC-платформ» [13].

Разработчиков привлекает огромный объем IBM PC-совместимых аппаратных и программных продуктов; пользователей — то же самое плюс информативность и удобство человеко-машинного интерфейса; изготовителей — сравнительно низкие цены IBM PC-совместимых комплектующих изделий, что объясняется ожесточенной конкуренцией большого числа поставщиков.

Плотность заполнения рынка IBM PC-совместимыми продуктами исключает возможность их подробного рассмотрения в рамках данной статьи. Поэтому ограничимся самым общим обзором реализованных решений и технологий.

Прежде всего, очевидно, что офисные компьютеры в их первоначальном виде могут работать на производстве разве что в пределах административных зданий и, в лучшем случае, диспетчерских, и то если приняты необходимые меры защиты от помех по сети. Имеющиеся примеры удачного их применения в составе оборудования для комфортных условий производства изделий микроэлектроники являются скорее исключением, лишь подтверждающим общее правило: «Всяк сверчок знай свой шесток». Строить же на базе офисной ЭВМ промышленный компьютер — это все равно, что варить суп из топора: из всех аппаратных средств в дело пойдут лишь несколько плат ввода/вывода, да и то для очень ограниченного температурного диапазона.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЬЮТЕР

это устройство, при разработке которого изначально учтены его назначение и условия эксплуатации. Первые промышленные компьютеры традиционно состояли из системного блока, дисплея и клавиатуры, но имели следующие отличия:

- пассивную объединительную плату (вместо “материнской” активной);
- новый модуль — процессорный;
- ряд специфических модулей, таких как, например, модули управления приводом и др.;
- различные прижимы и другие конструктивные ухищрения для повышения виброустойчивости;
- развитую систему воздушного охлаждения со сменным пылеулавливающим фильтром и положительным внутренним давлением воздуха;
- источник питания с защитой от помех по сети;
- упрочненный металлический корпус;
- защищенный монитор;
- защищенную клавиатуру.

Вместе с тем, в отличие от офисных, промышленные компьютеры имеют слишком широкий диапазон применений, чтобы удовлетвориться одним конструктивным решением, и, кроме того, в большинстве случаев требуется встраиваемая конструкция компьютера (embedded PC). Поэтому кроме описанного выше варианта исполнения сегодня широко применяются такие разновидности промышленных компьютеров, как

- промышленные рабочие станции;
- микроPC;
- компьютеры в стандарте PC/104;
- одноплатные компьютеры;
- панельные компьютеры.

Промышленная рабочая станция [14] представляет собой промышленный компьютер, системный блок, дисплей и клавиатура которого выполнены в виде единой конструкции (т. е. в промышленном приложении понятие “рабочая станция” принципиально отличается от общепринятого).

Очевидно, что ни промышленный компьютер в традиционном исполнении (системный блок, дисплей, клавиатура), ни промышленная рабочая станция не могут быть применены в тех встраиваемых приложениях, где предъявляются повышенные тре-

бования к габаритным размерам и массе. Идя навстречу таким требованиям, американская фирма «Octagon Systems» в 1990 г. создала малогабаритный вариант компьютера на базе укороченных модулей IBM PC с размерами печатной платы 4,5×4,9" (114×124 мм) — MicroPC (рис. 2), в котором благодаря малым габаритам и малому энергопотреблению существенно облегчены проблемы виброустойчивости и отпадает необходимость в принудительном воздушном охлаждении [15].

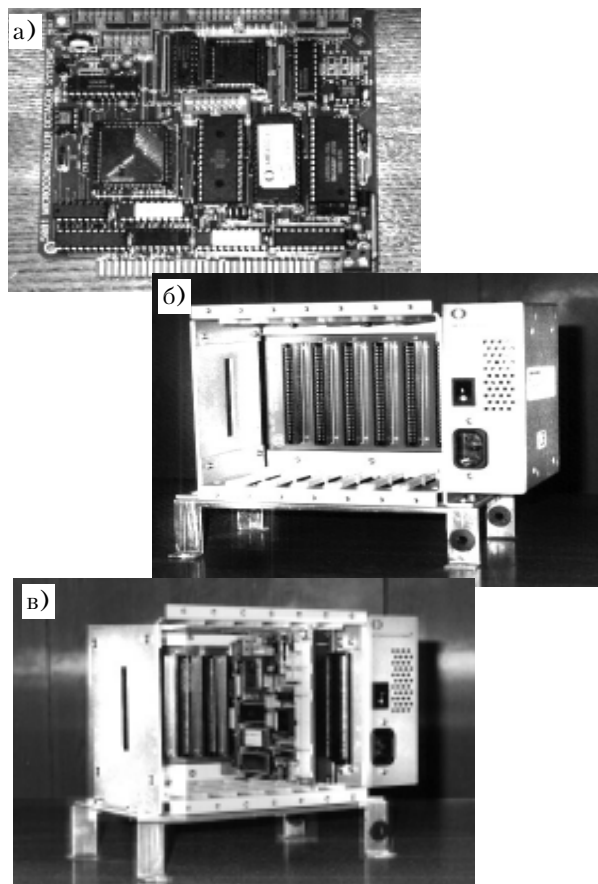


Рис. 2. Модуль в типоразмере MicroPC (а), каркас для модулей (б), каркас с установленными модулями (в)

Компьютеры в стандарте PC/104 [9] собираются из модулей еще меньшего размера — 90×96 мм. При этом ортогональное расположение разъема на 104 контакта (отсюда и название стандарта) позволяет собирать модули в “этажерку”, что имеет некоторые преимущества при малом числе модулей (исключается объединительная плата), но не является лучшим решением при большом их числе (проблемы виброустойчивости, поиска неисправностей и др.). Кроме того, шина PC/104, являющаяся неполным аналогом шины ISA, имеет по сравнению с ней нагрузочную способность всего 4 мА (шина ISA — 20 мА). Поэтому чаще всего модули в стандарте PC/104 используются в качестве мезонинов.

Уменьшение габаритов встраиваемых PC-компьютеров идет не только по пути механического уменьшения размеров плат. Второй, в общем-то тоже

лежащий на поверхности, возможный вариант: повышение степени интеграции микросхем и плотности упаковки элементов печатной платы, что в конечном счете привело к появлению так называемых *одноплатных компьютеров* (Single Board Computer — SBC), на долю которых сегодня приходится более 40% всех встраиваемых применений. Все ресурсы одноплатных компьютеров размещаются на одной плате. При необходимости расширение таких компьютеров производится с помощью мезонинов. Достижимый при этом уровень интеграции был показан выше на примере контроллера MVME 162/172.

Одним из результатов прогресса в направлении уменьшения массогабаритных показателей промышленных компьютеров, а также средств отображения информации явилось создание *панельного компьютера* [16], который представляет собой конструкцию из одноплатного компьютера и плоского ЖК-дисплея. Благодаря малым габаритам такой компьютер может легко встраиваться непосредственно в панель управления оборудованием.

Нельзя не сказать несколько слов еще об одном имеющемся на рынке изделии из семейства IBM PC-совместимых продуктов. *Шасси*, представляющее собой системный блок промышленного компьютера без печатных модулей, хотя и не является законченным изделием, но пользуется довольно широкой популярностью, поскольку дает возможность конечному пользователю самому определять структуру и состав конкретного приложения.

Таким образом, из вышесказанного видно, что хорошо организованная и оснащенная самыми передовыми технологиями, но закованная в жесткие рамки одного Евроконструктива и одного системного интерфейса, MMC VMEbus встретила достойного соперника в виде целой армии IBM PC-совместимых изделий, чья экипировка хотя на первый взгляд и выглядит легковесной, но позволяет легко встраиваться в любые приложения, а опора на такие два столпа, как «Intel» и «Microsoft», требует как минимум уважения.

Конечно, уважение к столь авторитетным фирмам — не последнее дело, но не это, а, в первую очередь, удачное сочетание технических и стоимостных показателей аппаратных средств, помноженное на исключительную популярность программных средств «Microsoft», объясняет успех IBM PC-совместимых компьютеров. В короткий срок они завоевали значительную долю рынка промышленных средств управления, однако печальная история MULTIBUS в данном случае не повторилась. У VMEbus оказался достаточный запас прочности, а на мировом рынке промышленных средств управления нашлось достаточно места для двух идеологий.

В итоге сравнительно дорогая MMC VMEbus позиционировалась в секторе мощных (во многих случаях многопроцессорных) систем и систем для жестких условий эксплуатации, а IBM PC-совместимые компьютеры применяются в первую очередь в тех приложениях, где не последнюю роль играет стоимость.

Все вышесказанное дает достаточно оснований предполагать, что такое положение может сохраниться еще долго. Более того, намечилось даже некоторое движение навстречу друг другу — в виде одноплатных IBM PC-совместимых промышленных компьютеров с системным разъемом VMEbus [17]. После того, как канадской компанией «Tundra Semiconductor Corporation» была разработана микросхема моста VME-PCI, процесс создания таких компьютеров намного упростился [18]. На рынке появилась целая гамма одноплатных IBM PC-совместимых VME-компьютеров различных поставщиков, хотя сейчас трудно сказать, насколько широко будет применяться такое паллиативное решение.

Похоже, более благоприятные перспективы у другого новичка в секторе промышленных средств управления — стандарта Compact PCI. Разработанный в 1994 г. компанией «Ziatech» под эгидой «PCI Industrial Computer Manufacturers Group» («PICMG»), этот стандарт сочетает схемотехнику IBM PC с механическим стандартом Евромеханика: IBM PC-совместимые модули выполняются на Европлатах 3U размерами 100×160 мм или 6U — размерами 233,5×160 мм и объединяются конструктивами Евромеханика. С системной шиной Compact PCI, представляющей собой неполный конструктивный вариант компьютерной шины PCI, модули соединяются с помощью 235-контактного 5-рядного разъема МЭК 1076-4-101. За счет очень малой собственной емкости разъема и большого числа выводов заземления обеспечивается надежное экранирование и уверенная работа на скоростях до 264 Мбайт/с. Максимальное количество модулей на шине — 8.

Единого мнения по поводу перспектив стандарта Compact PCI в промышленных приложениях пока нет, и разброс мнений достаточно велик — от восторженного до скептического.

Оптимистов привлекают:

- полная совместимость Compact PCI с IBM-PC, при этом совместимость на уровне системной шины осуществляется непосредственно, без каких-либо мостов;
- высокая пропускная способность шины — до 264 Мбайт/с (32 разряда/33 МГц);
- удобный, проверенный конструктив;
- надежный системный разъем;
- более низкая по сравнению с VMEbus стоимость.

Сообщается, что решена проблема работы нескольких процессоров на шине Compact PCI [19].

Пессимисты противопоставляют этому следующие доводы:

- высокая скорость Compact PCI реализуется только в блочном режиме. При работе с вводом/выводом, что характерно для управления промышленным оборудованием, приращение производительности Compact PCI по сравнению с ISA (скорость 8 Мбайт/с) составляет единицы процентов [20];
- в связи с тем, что Compact PCI является синхронной шиной и временная диаграмма сигналов на шине должна выдерживаться с точностью до 2 нс

при длительности периода синхросигнала 30 нс, становится сложным обеспечивать работу системы в условиях промышленных помех и широкого диапазона температур;

— и, наконец, цена продуктов в стандарте Compact PCI сегодня еще остается достаточно высокой, хотя первоначально предполагалось, что именно низкая цена будет одним из притягательных сторон нового стандарта.

Как будут развиваться события дальше — “умрет” ли шина ISA, как предсказывают некоторые горячие головы (в проекте спецификации эталонного персонального компьютера PC99 содержится рекомендация прекратить выпуск ПК с шиной ISA с 1 января 2000 г.); насколько весомы притязания на лидерство стандарта Compact PCI; как долго будет “хорошо стоять” стандарт VME, — об этом сейчас спорят специалисты. Без большого риска ошибиться можно предсказать, что, по крайней мере, в ближайшем будущем кардинальных перемен здесь не ожидается, и все участники скорее всего будут жить. Возможно, даже в любви и согласии.

Уже имеется ряд примеров того, как в рамках одной управляющей системы мирно сосуществуют изделия, выполненные в различных стандартах. Этому способствует, с одной стороны, конструктивная близость стандартов VME и Compact PCI и электрическая — PCI и Compact PCI, а с другой стороны, — все более возрастающая роль промышленных сетей типа FIELDBUS.

Довольно типичной становится такая структура системы управления промышленным оборудованием, когда центральная ЭВМ, выполненная, например, в стандарте ISA (PCI, Compact PCI) связывается с помощью интерфейса типа CAN, PROFIBUS или INTERBUS с интеллектуальными контроллерами нижнего уровня (приводов, ввода/вывода и др.), выполненными, например, в стандарте VME или PC/104 и распределенными по периферии оборудования.

ВЫВОДЫ

1. Привычное деление средств автоматизации на контроллеры, ММС и промышленные компьютеры становится все более условным в связи с использованием в них одной и той же элементной базы, конструктивов, ОС РВ, мезонинов, “открытых” стандартов, промышленных сетей.

2. Стандарт VMEbus остается самым популярным в секторе “тяжелых” многопроцессорных систем, обслуживающих большое количество датчиков и исполнительных механизмов в условиях “жесткого” реального времени и неблагоприятных факторов внешней среды.

3. В области промышленной автоматизации идет неуклонное возрастание доли IBM PC-совместимых компьютеров, при этом наблюдается рост предложений промышленных компьютеров в стандарте Compact PCI для однопроцессорных систем управления с высокоскоростным обменом по шине между небольшим (до 8) числом модулей.

4. Возрастает доля распределенных систем управления промышленным оборудованием и роль промышленных сетей, среди которых, как показали последние исследования, наиболее популярны (по крайней мере в Европе) CAN, PROFIBUS и INTERBUS.

5. В области встроенного программного обеспечения систем реального времени все более агрессивными становятся притязания на роль лидера со стороны операционной системы Windows NT, обоснованность которых возрастает с появлением таких ее приложений, как, например, подсистема реального времени RTX фирмы «Ventur Com».

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Локотков. А. Устройства связи с объектом. Модули фирмы Advantech // Современные технологии автоматизации. — 1997. — № 2. — С. 32–34.

2. SMART I/O PLC Family. Проспект фирмы PEP Modular Computers. — 1997.

3. Каталог фирмы PLC Systems. — 1998.

4. Любашин А. Что такое ISaGRAF? // Мир компьютерной автоматизации. — 1995. — № 2. — С. 31–36.

5. MVME 162 Embedded Controller // Проспект фирмы Motorola Computer Group. — 1993.

6. Timmerman M., Montret J. C., Perneel L. IP and PMC: competitive or complementary technologies // Mezzanines. — 1997. — N 4. — P. 6–10.

7. Laurent Nicq. Mezzanine bus hierarchy creates structured I/O model seamless industrial computing // Open Bus Systems. — 1994. — N 1. — P. 11–16.

8. M-Modules. Industrial Solutions // Проспект фирмы MEN Micro Elektronik GmbH. — 1998.

9. Сорокин С. Micro PC и PC/104: два подхода // Современные технологии автоматизации. — 1996. — № 1. — С. 16–20.

10. PC-MIP: the shape of things to come // Проспект фирмы SBC GreenSpring. — 1998.

11. Alderman R. “Industrial-Strength” VME // VITA Journal. — 1998. — N 3. — P. 8–9.

12. Рыбаков А. Н. Современные открытые международные стандарты для построения интегрированных измерительных и управляющих систем реального времени // Мир компьютерной автоматизации. — 1995. — № 1. — С. 5–12.

13. Black J. A cook at the embedded system industry through the eyes of the developers // Real Time Engineering. — 1995. — N 2. — P. 22–24.

14. Кузнецов А. Промышленные компьютеры фирмы Advantech // Современные технологии автоматизации. — 1997. — № 1. — С. 12–20.

15. PC Products Geared to Industrial Performance // Проспект фирмы Octagon Systems. — 1995.

16. Сорокин С., Гарсия В. Панельные персональные компьютеры фирмы Advantech // Современные технологии автоматизации. — 1998. — № 3. — С. 6–11.

17. Рыбаков А. IBM PC/AT-совместимые компьютеры в стандарте VMEbus // Мир компьютерной автоматизации. — 1995. — № 3. — С. 13–24.

18. O'Connor R. J. Interfacing VMEbus to PCibus // VMEbus Systems. — 1996. — N 8. — P. 19–25.

19. PEPtalk. — PEP Modular Computers. — 1998. — N 4. — P. 1.

20. Сорокин С. Шина PCI в специальных приложениях // Современные технологии автоматизации. — 1998. — № 3. — С. 14–26.