

3U VPX: Защищенный малогабаритный формат для стандартных высокопроизводительных модулей вступает в пору зрелости
Статья из журнала RTC Magazine, September 2007, www.rtcmagazine.com

Jing Kwok, Curtiss-Wright Controls Embedded Computing, www.cwcembedded.ru
Перевод: Демьянов А.В., AVD Systems, www.avdsys.ru

Отвечая потребности в малогабаритных защищенных модулях с высокой вычислительной производительностью и высокоскоростной передачей данных, формат 3U VPX занимает лидирующее положение.

Тяжелым условиям эксплуатации часто сопутствуют жесткие ограничения по габаритам, массе и потребляемой мощности SWaP (Space, Weight and Power), и применение стандартных коммерческих (COTS) плат малогабаритных форматов имеет неоспоримые преимущества. Сегодня 3U-вариант модульных стандартов VPX и VPX-REDI позволил защищенным высокопроизводительным стандартным модулям вступить в пору зрелости. Формат 3U VPX наилучшим образом попадает в зону пересечения разнообразных требований, включая количество контактов пользовательского ввода/вывода, пропускную способность, поддержку современных технологий охлаждения и защитные кожухи для обеспечения заменяемости на уровне модулей LRM (Line Replaceable Module). Что же касается высокопроизводительных вычислений, то для них стандарт VPX 3U далеко впереди альтернативных малогабаритных форматов, таких как 3U CompactPCI (cPCI), PICMG Express и находящийся в разработке защищенный вариант MicroTCA. До появления 3U VPX, разработчики военных систем вынуждены были применять нестандартные решения (non-COTS), чтобы совместить все необходимые характеристики в одной модульной архитектуре.

В последние десятилетия архитектура VME заняла доминирующее положение как наиболее популярный открытый стандарт модульной архитектуры для встраиваемых применений. За это время значительно возросшая плотность элементов на кристалле и растущая потребность интегрировать все большую производительность во все меньшем объеме, породили потребность в защищенном высокопроизводительном малогабаритном формате, который бы прямо соответствовал специфичным требованиям приложений АКО (авиация-космос-оборона) и их тяжелым условиям эксплуатации. Формат 3U (100 x 160 мм) стал популярным во встраиваемых компьютерах благодаря своим приемлемым размерам и пропорциям. Размер формата 3U обеспечивает распределение функциональности между модулями, оптимальное для малогабаритных систем, таких, как оборудование связи, компьютеры боевого задания (mission computers) или устройства идентификации «свой-чужой» IFF, и открывает для них путь к использованию стандартного формата открытой модульной архитектуры. Несмотря на то, что формат 6U стандарта VME стал самой распространенной COTS-архитектурой, его 3U версия получила очень незначительное распространение в основном из-за отсутствия возможности тыльного ввода/вывода (rear-panel I/O).

Не найдя приемлемого с точки зрения перспектив развития решения в рамках экосистемы VME, системные интеграторы, нуждавшиеся в защищенном высокопроизводительном малогабаритном формате с тыльным вводом/выводом, вынуждены были обратиться к не-VME решениям, изначально не предназначенным для тяжелых условий эксплуатации, таким, как 3U CompactPCI, PICMG Express и недавно появившемуся AMC/MicroTCA, созданным для телекоммуникационных и сетевых (network-centric) применений. Каждая из этих архитектур по своим параметрам отлично подходит для своего сектора рынка, но применение их в секторе АКО потребовало от разработчиков пойти на значительные компромиссы.

Отвечая на растущую потребность в высокопроизводительных малогабаритных решениях, ведущие COTS-поставщики рынка АКО объединились под эгидой стандартизирующей организации VSO (VITA Standard Organization) для разработки высокопроизводительной защищенной модульной архитектуры следующего поколения. Результатом этой работы явились стандарты VPX (VITA 46) и VPX-REDI (VITA 48), в которых была значительно

увеличена пропускная способность ввода/вывода и обеспечена поддержка последовательных коммутируемых структур (serial switched fabric), таких, как Serial RapidIO и PCI Express. В этих стандартах впервые было определено использование защитных металлических кожухов, позволяющих проводить обслуживание и ремонт военных систем в полевых условиях на уровне заменяемых модулей LRM (Line-Replaceable Module).

Несмотря на то, что в стандарте VPX используется новый высокочастотный разъем MultiGig RT2 нового поколения и улучшенная защищенность, включая встроенную защиту от электростатического разряда и уже упоминавшиеся защитные кожухи, он сохранил многие популярные свойства предыдущей VME экосистемы, например, поддержку электрических сигналов VME, позволяющую строить гибридные VME/VPX системы и дюймовый шаг установки модулей в шасси. Это упрощает перевод предыдущих VME систем в технологию VPX с защитой сделанных ранее инвестиций в разработку аппаратного и программного обеспечения.

Для полного понимания важности всех преимуществ архитектуры 3U VPX для интегратора встраиваемых COTS-систем, полезно сравнить ее с другими малогабаритными вариантами, которые она превосходит по своим характеристикам (Табл. 1).

	МГФ архитектур на базе параллельной шины		МГФ архитектур на базе последовательных интерфейсов		
	VME	CompactPCI	PCI Express	3U VPX	Защищенный вариант MicroTCA
Размер платы	100x160мм	100x160мм	100x160мм	100x160мм	73x181мм
Площадь платы	24.8	24.8	24.8	24.8	20.5
Количество сигналов пользовательского в/в	0	75 у «системного» 105 у «периферийного»	30	72 на P2 + 32 дифф. на P1 + 4 на P1 = 108	Не предусмотрено
Контакт разъема	Dual Beam	Dual Beam	Dual Beam	Dual Beam	Single Beam
Пропускная способность	A24/D16= 20MB/s	32/33= 133MB/s	24 полосы PCIe= 12 GB/s	16 полос PCIe/SRIO= 8/10 GB/s	40 полос коммутир. структуры, разделяемые с пользовательским в/в
Кондуктивное охлаждение	Да	Да	Нет	Да	В разработке
Жидкостное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Заменяемость модулей в полевых условиях (LRM)	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Ударопрочность и вибростойкость	Хорошая	Хорошая	Хорошая	Отличная	В разработке

Таблица. 1. Малогабаритные форматы (МГФ) архитектур на базе параллельной шины и архитектур на базе последовательных интерфейсов.

3U CompactPCI

В последние годы формат 3U CompactPCI (cPCI) стал весьма популярным в оборонных и аэрокосмических системах, имеющих ограничения по массе и габаритам. Но для высокопроизводительных приложений, таких как радарная и сигнальная обработка, полоса пропускания 3U cPCI недостаточна, а применение коммутируемых структур, таких как Serial RapidIO или PCI Express невозможна. Этот формат не позволяет использовать все преимущества высокоскоростных межсоединений, которыми обладают новые многоядерные процессоры, такие как Freescale 8641 с двумя восьмиполосными портами PCI Express (или Serial RapidIO) и P.A. Semi 1682 с двадцатью четырьмя универсальными последовательными приемопередающими каналами. Шина PCI формата cPCI имеет разрядность 32 бит и может работать на частоте 33МГц для 7-слотной системы (66МГц для 5-слотной), что обеспечивает максимальную скорость передачи 264 Мбайт/сек, недостаточную для высокопроизводительных систем. Кроме этого, разъемы cPCI рассчитаны на пропускание сигнала максимум 1-1.5Гбит/сек, что недостаточно для современных высокоскоростных последовательных интерфейсов.

Формат 3U VPX превосходит 3U cPCI по своим характеристикам и является перспективной альтернативой для высокопроизводительных приложений с интенсивным использованием полосы пропускания. Вариант 3U формата VPX совместим со многими уже существующими корпусами и конструктивами, поскольку вписывается в габариты стандарта PICMG 2.0 Rev.3 для механики воздушного охлаждения и использует спецификацию VITA 30.1 для механики кондуктивного охлаждения. Что же касается полосы пропускания VPX, то она гораздо выше, чем у cPCI. В VPX используется разъем Tyco MultiGig RT2 с семью рядами контактов и скоростью передачи до 6.25 Гбит/с, что даже превосходит скорости современных технологий последовательной передачи данных. На плате формата 3U VPX имеются два разъема RT2 с 7 рядами по 16 контактов в ряду для функциональных сигналов и один разъем RT2 с семью рядами по 8 контактов для служебных сигналов. Два разъема 7x16 обеспечивают 64 высокоскоростные дифференциальные пары и 16 однопроводных сигналов. Дополнительный подстандарт (dot-спецификация) VITA 46.9 определяет размещение дифференциальных сигналов ввода/вывода с мезонинных модулей РМС и ХМС.

PICMG Express

Стандарт PICMG Express был разработан с целью дополнения формата cPCI технологией последовательной передачи. Он использует новый тип разъема объединительной панели и предусматривает использование нескольких топологий на объединительной панели. Стандарт PICMG Express использует тот же малогабаритный формат 3U, но, в отличие от cPCI и VPX, в нем отсутствует возможность исполнения модуля с кондуктивным охлаждением, которое является критичным требованием при эксплуатации плат, предназначенных для АКО-применений, в экстремально жестких по температуре условиях, таких, как открытые места базирования в пустыне или полеты в верхних слоях атмосферы.

Стандарт PICMG не поддерживает такие прогрессивные технологии охлаждения, как жидкостное охлаждение, поддерживаемое в стандарте VPX-REDI (Ruggedized Enhanced Design Implementation). В отличие от cPCI, PICMG Express обеспечивает поддержку коммутируемых структур на базе высокоскоростных последовательных интерфейсов, а именно 24-х полос (lane) интерфейса PCI Express с суммарной пропускной способностью 12 Гбайт/с. Но в PICMG Express недостаточно контактов для пользовательского ввода/вывода. Их у него только 30, что намного меньше, чем в cPCI (75 у модуля, стоящего в слоте системного контроллера, и 105 у модуля в слоте периферийного устройства) и значительно меньше, чем 108 пользовательских контактов у VPX.

Защищенный вариант MicroTCA

Защищенный вариант MicroTCA в настоящее время находится на стадии разработки спецификации. Идея стандарта MicroTCA состоит в размещении мезонинных модулей

формата AMC размером 73x81мм не на материнских платах формата ATCA, для которого AMC был разработан, а в пассивной объединительной панели. В этом формате не предусмотрено сигналов пользовательского ввода/вывода, но возможно они будут определены позднее путем использования части линий имеющейся в этом формате 40-полосной коммутируемой структуры. Объявлено, что защищенный вариант MicroTCA будет работать в различных, порой несравнимых между собой, условиях эксплуатации, от наружного телефонного столба до систем с кондуктивным охлаждением. Будущее покажет, как поведет себя разъем типа «single beam» в тяжелых условиях эксплуатации, поскольку спецификация пока только в разработке и данные тестирования не опубликованы.

Как и PICMG Express, MicroTCA в настоящее время не поддерживает ни кондуктивного ни жидкостного охлаждения. В этом формате также не предусмотрено защитных металлических кожухов для безопасного извлечения и замены модулей в полевых условиях.

VPX: создан исполнять воинский долг

Стандарт VPX был разработан непосредственно с учетом требований высокопроизводительных встраиваемых военных и аэрокосмических приложений. Для того, чтобы выдержать тяжелые условия эксплуатации, характерные для этих программ, и упростить обслуживание и ремонт в полевых условиях, VPX имеет встроенную защиту от электростатического разряда и поддержку металлических кожухов. В настоящее время стоимость ремонтов составляет значительную долю результирующей стоимости эксплуатируемых систем. Допуская замену процессорных или интерфейсных модулей техническими специалистами, не имеющими специальной подготовки или специального инструмента, VPX поддерживает предпочитаемую военными модель обслуживания на уровне заменяемых модулей LRM (Line Replaceable Module), которая исключает затраты, связанные с заменой и складированием запасных подсистем целиком.

Чтобы обеспечить защиту от электростатического разряда (ЭСР), 7-рядный разъем RT2, применяемый в VPX, имеет полосковый элемент заземления, который для любого источника ЭСР работает как миниатюрный молниеотвод, не позволяющий ЭСР проникнуть на сигнальный контакт. Чтобы обеспечить механическую и ЭСР-защиту открытых проводников и контактов компонент, заменяемый LRM-модуль должен соответствовать спецификации VPX-REDI (VITA 48), которая определяет дополнительные конструктивные элементы по контуру платы и ее разъемам. Эти конструктивные элементы включают в себя варианты полностью покрывающих модуль верхнего и нижнего кожухов, которые обеспечивают возможность манипуляций с модулем в соответствии с концепцией обслуживания на уровне заменяемых модулей LRM.



Рис 1. Модуль VPX3-125 компании Curtiss-Wright – плата формата 3U VPX с одним или двумя ядрами архитектуры Power и двумя 4-полосными портами PCI Express для построения коммутируемой структуры.

Формат 3U VPX позволил производителям стандартных серийных продуктов для военных применений, таким как Curtiss-Wright, разработать высокопроизводительные процессорные модули. Эти малогабаритные одноплатные компьютеры, такие как новый модуль Curtiss-Wright VPX3-125 (Рис.1), обеспечивают 2-кратное увеличение производительности и 12-кратное увеличение пропускной способности по сравнению с одноплатными компьютерами формата 3U, выпущенными всего около года назад. Для задач с требованиями высоких скоростей передачи и ограничениями по габаритам и весу при тяжелых условиях эксплуатации VPX – наиболее перспективное решение.