

# Форм-фактор StackPC – новый подход к разработке встраиваемых модулей и систем

## Часть 2. Стандарт StackPC и системы на его основе

Продолжение

Алексей Сорокин (Москва)

Рассмотрены стандарты StackPC и PCIe/104, отмечены преимущества и недостатки этих форм-факторов для различных областей применения. Описан стековый метод построения систем на базе StackPC и модели применения стековых модулей в составе защищённых компьютеров и встраиваемых устройств.

### ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ СТАНДАРТА STACKPC – FPE

В предыдущей статье отмечалось, что развитие стандарта PCIe/104 привело к появлению двух типов назначения контактов основного разъёма расширения – Type I, II. В стандарте StackPC, вместо введения альтернативных назначений контактов одного разъёма, дальнейшее развитие стандарта представлено в виде второго, дополнительного разъёма расширения FPE (Fat Pipe Extension – расширение шинами с высокой пропускной способностью). Разъём FPE призван заменить устаревающее и постепенно отходящее на задний план расширение шиной PCI. В качестве замены был выбран высокоскоростной разъём высокой плотности с поверхностным типом монтажа (см. рис. 8). На данном разъёме в качестве возможного варианта шины расширения для модулей StackPC-FPE размещена шина PCIe x16, отсутствующая на разъёме StackPC и PCIe/104 Type 2. Для стековой архитектуры средней производительности она по-прежнему может быть не востребова-

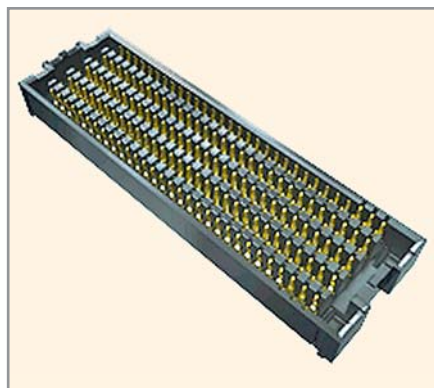


Рис. 8. Разъём расширения FPE

на. Но в высокопроизводительных устройствах, например, на базе процессоров Core i7, она присутствует и может использоваться в режимах PCIe 2x8 или 2x4.

Следует отметить, что спецификация StackPC предполагает использование стековых плат в качестве COM-модулей, для которых шина PCIe x16 предоставляет больше возможностей и областей применения, чем для стека. На плате-носителе для COM-модулей легко располагаются один или два разъёма PCIe x16, в которых можно использовать распространённые на рынке видеокарты, модули оцифровки видео и ввода-вывода. Можно установить два слота XMC для карт расширения Switch Mezzanine Card (XMC) и многое другое. Поэтому в стандарте StackPC шина PCIe x16 на разъёме FPE имеет больше областей применения, чем в модулях PCIe/104 Type 1.

Для более полного соответствия функционального набора модулей StackPC-FPE требованиям COM-решений не хватает лишь видеоинтерфейса: плата-носитель без возможности подключения дисплея ущербна как на этапе наладки, так и на этапе эксплуатации. Конечно, можно обойтись модулем расширения, но система с поддержкой шины PCIe x16 обязательно содержит графическую подсистему, пусть и не такую производительную, как на дискретном видеопроцессоре. Для поддержки функционала видео на разъёме FPE заложен интерфейс Display Port, который широко распространён на современных модулях и не требует лицензирования, в отличие от HDMI. Дополнительно для мощных модулей рас-

ширения на разъёме FPE заложено 3 вывода питания +12 В с нагрузкой по 1 А. Менее мощные платы расширения могут использовать только +5 В с разъёма StackPC.

Все оставшиеся выводы, за исключением выводов заземления (GND), формируют конфигурируемую секцию (см. табл. 4). Назначение контактов этой секции предлагается оставить на усмотрение производителя процессорных модулей. В спецификации оговаривается ряд профилей и присваивается каждому профилю свой код. В дальнейшем, по мере развития новых интерфейсов и их внедрения во встраиваемые системы, число профилей может возрасти. Если в стеке встречаются два несовместимых профиля, то возникает ошибка стека, – аналогично механизму защиты несовместимых типов PCIe/104. Однако для задания типа профилей FPE используются отдельные выводы ConfigType 0, 1, 2. Профили FPE не распространяются на общие интерфейсы, такие как PCIe x16 и Display Port. Это заметно упрощает понимание и реализацию механизма обнаружения ошибки.

На данный момент спецификация StackPC определяет три основных профиля для конфигурируемой секции – 0, 1 и 7. Нулевой профиль указывает, что данная секция используется модулем по своему усмотрению, отличному от predetermined в спецификации вариантов. Типичное применение – это заказное исполнение изделия под конкретные цели, ориентированные на применение с заказными интерфейсными модулями или платами-носителями. Совместимость модулей такого профиля должна быть определена и оговорена производителем.

Седьмой профиль, в отличие от нулевого, указывает, что модуль не использует выводы данной секции. На процессорном модуле они никуда не подключены; на периферийных модулях

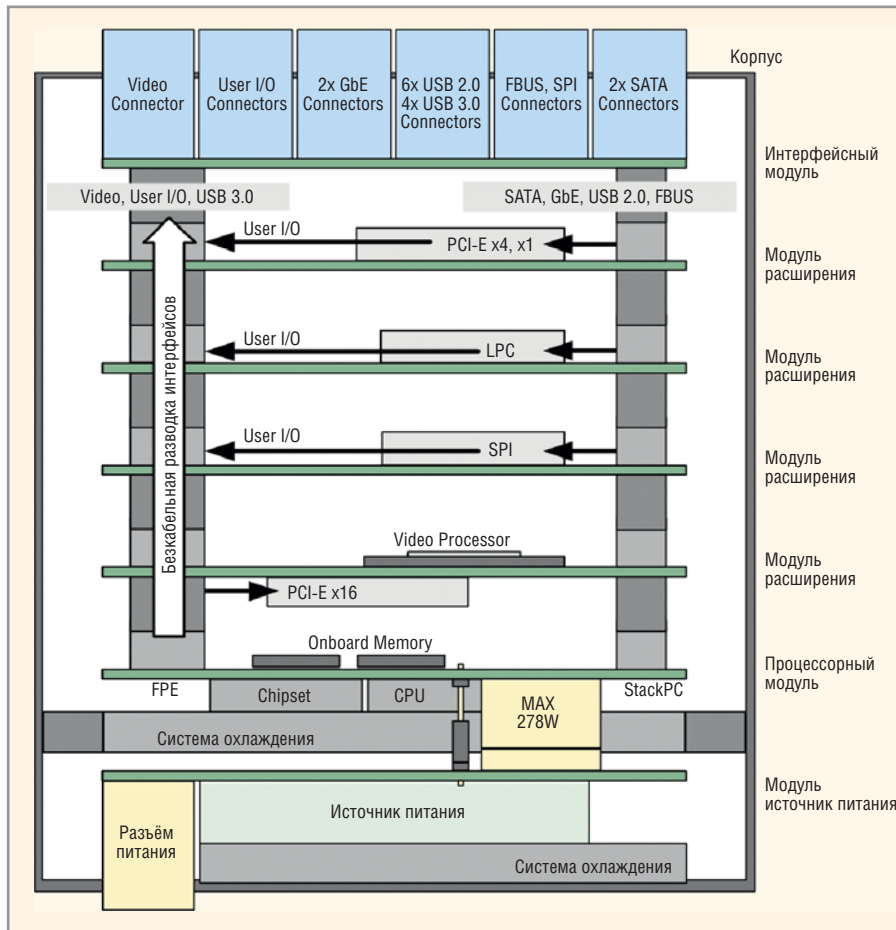


Рис. 9. Стековая защищённая система на базе StackPC

они просто проходят с нижнего разъёма на верхний. Таким образом, седьмой профиль может рассматриваться как универсальный.

В спецификации определён ещё один профиль – первый. В данном варианте предложено дополнительное расширение функционала шестью

портами USB 3.0. На разъём FPE выведено только шесть Super Speed дифференциальных пар интерфейса USB 3.0, а пары USB 2.0, требуемые для работы портов, используются с разъёма StackPC, где их также 6 штук. Первый профиль максимально подходит для разработки стандартных плат-носителей для модулей расширения StackPC-FPE.

### СИСТЕМЫ НА БАЗЕ StackPC

Как уже отмечалось, у модулей StackPC есть три основных типа применения. Первый – это стек модулей одного формата, аналогично PC/104. Данный тип систем относится к модулям StackPC, адаптированным под форм-фактор PCIe/104. Второй тип – расширение одноплатных компьютеров или плат-носителей произвольного формата стековыми модулями StackPC. Как правило, процессорный модуль StackPC адаптируется под форм-факторы EPIC, EBX, 3,5", ATX и аналогичные, а в качестве модулей расширения используются стековые модули StackPC или PCIe/104. Третий тип – это COM-решения, аналогично COM-Express, но с возможностью установки периферийных модулей между COM-модулем и платой-носителем, но об этом ниже.

Таблица 4. Назначение контактов разъёма расширения FPE (профиль 0)

		Нумерация выводов по горизонтали									
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нумерация выводов по вертикали	1	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	AUX_CH+	HOT_PLUG
	2	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	AUX_CH-	GND
	3	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	DP_PWR	ML_L(1)p
	4	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	ML_L(3)p	ML_L(1)n
	5	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	ML_L(3)n	GND
	6	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	GND	ML_L(0)p
	7	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	Configurable	ML_L(2)p	ML_L(0)n
	8	Configurable	Configurable	Configurable	GND	Configurable	GND	Configurable	GND	ML_L(2)n	GND
	9	Reserved	Reserved	GND	PEX16_0T(6)p	GND	PEX16_0T(4)p	GND	PEX16_0T(2)p	GND	PEX16_0T(0)p
	10	Reserved	Reserved	PEX16_0T(7)p	PEX16_0T(6)n	PEX16_0T(5)p	PEX16_0T(4)n	PEX16_0T(3)p	PEX16_0T(2)n	PEX16_0T(1)p	PEX16_0T(0)n
	11	PE_RST#	GND	PEX16_0T(7)n	GND	PEX16_0T(5)n	GND	PEX16_0T(3)n	GND	PEX16_0T(1)n	GND
	12	GND	PEX16_x8_x4_0Clkp	GND	PEX16_0R(6)p	GND	PEX16_0R(4)p	GND	PEX16_0R(2)p	GND	PEX16_0R(0)p
	13	FPE_Bus_Err#	PEX16_x8_x4_0Clkn	PEX16_0R(7)p	PEX16_0R(6)n	PEX16_0R(5)p	PEX16_0R(4)n	PEX16_0R(3)p	PEX16_0R(2)n	PEX16_0R(1)p	PEX16_0R(0)n
	14	Config_Type0	GND	PEX16_0R(7)n	GND	PEX16_0R(5)n	GND	PEX16_0R(3)n	GND	PEX16_0R(1)n	GND
	15	Config_Type1	PEX16_x8_x4_1Clkp	GND	PEX16_0T(14)p	GND	PEX16_0T(12)p	GND	PEX16_0T(10)p	GND	PEX16_0T(8)p
	16	Config_Type2	PEX16_x8_x4_1Clkn	PEX16_0T(15)p	PEX16_0T(14)n	PEX16_0T(13)p	PEX16_0T(12)n	PEX16_0T(11)p	PEX16_0T(10)n	PEX16_0T(9)p	PEX16_0T(8)n
	17	Reserved	GND	PEX16_0T(15)n	GND	PEX16_0T(13)n	GND	PEX16_0T(11)n	GND	PEX16_0T(9)n	GND
	18	+12V	Reserved	GND	PEX16_0R(14)p	GND	PEX16_0R(12)p	GND	PEX16_0R(10)p	GND	PEX16_0R(8)p
	19	+12V	Reserved	PEX16_0R(15)p	PEX16_0R(14)n	PEX16_0R(13)p	PEX16_0R(12)n	PEX16_0R(11)p	PEX16_0R(10)n	PEX16_0R(9)p	PEX16_0R(8)n
	20	+12V	Reserved	PEX16_0R(15)n	GND	PEX16_0R(13)n	GND	PEX16_0R(11)n	GND	PEX16_0R(9)n	GND

Configurable – конфигурируемый в зависимости от профиля

Reserved – зарезервированный для будущего использования

По методам построения системы стек-модулей StackPC отличается от стека PCIe/104 лишь тем, что, наряду с уже применяемыми методами подключения ИП, в стеке появляется новый, описанный в спецификации подход с применением разъёмов StackPC-PWR. Он примечателен тем, что на модуле ИП не требуется установка относительно дорогих и сложных в монтаже стековых разъёмов; для ИП предусмотрено место в системе ниже процессорного модуля и, следовательно, для ИП нет ограничения по высоте компонентов и радиатора на нижнем слое платы. Это позволяет организовать не только эффективный теплоотвод на нижнюю стенку корпуса, но и применять схемотехнические решения для повышения мощности и КПД модуля питания, которые были недопустимы из-за габаритных ограничений для PC/104 (см. рис. 9).

Другим нововведением для стековых систем является определение понятия интерфейсного модуля, который должен устанавливаться верхним в стеке и функционировать в качестве переходной платы от модулей стека на лицевую панель корпуса. Интерфейсные разъёмы могут быть как стандартными для индустрии ПК, например, типа D-SUB, RJ-45, USB Type A/B, ESATA, Display Port, так и специализированными, например, в герметичном исполнении (см. рис. 10).

Благодаря наличию интерфейсов в стеке, заметно уменьшается число соединительных кабелей внутри корпуса. Высокоскоростные интерфейсы GbE, USB, SATA, требовательные к качеству кабеля, поступают на интерфейсный модуль не через кабель и несколько соединительных разъёмов, вносящих искажение в сигнал, а через высокоскоростной разъём, обеспечивающий минимальное расхождение и низкий уровень потерь.

Расширение одноплатных компьютеров или плат-носителей произвольного формата стековыми модулями StackPC по сути не отличается от моделей применения модулей EPIC, EBX, 3,5" и ATX с расширением PCIe/104, разница лишь в поддерживаемом функционале модулей расширения.

Модель COM-применения StackPC модулей, адаптированных под

PCIe/104, может представлять большой интерес. Как уже отмечалось, введение в стек интерфейса GbE, наряду с появлением в стеке двух интерфейсов SATA, 4 дополнительных портов USB 2.0, шин LPC, SPI и FBUS, открывает область применения процессорных и периферийных модулей StackPC в качестве COM-модулей (Computer on Module, консорциум PICMG). Для сравнения, стандарт COM-Express также содержит интерфейсы GbE, SATA, USB и LPC, которые являются минимально необходимым набором для создания функциональных плат-носителей.

Отсутствующий в StackPC интерфейс видео для COM-решения можно получить, разместив на плате-носителе один или несколько видеоконтроллеров PCIe x1, например, для реализации системы с несколькими независимыми дисплеями. Можно установить в стек между процессорным модулем и платой-носителем требуемый видеопроцессорный модуль и вывести с него видеointер-



Рис. 10. Интерфейсные модули StackPC

фейс. Для модулей StackPC-FPE – на стековом разъёме уже есть Display Port. Если ни один из вышеперечисленных способов не подходит, то можно вывести требуемый видеointерфейс через кабель от процессорного модуля на плату-носитель или лицевую панель корпуса.

Важное отличие применения StackPC в качестве процессорных COM-модулей заключается в том, что допускается установка плат расширения не в отдельные разъёмы, а непосредственно между COM-модулем и

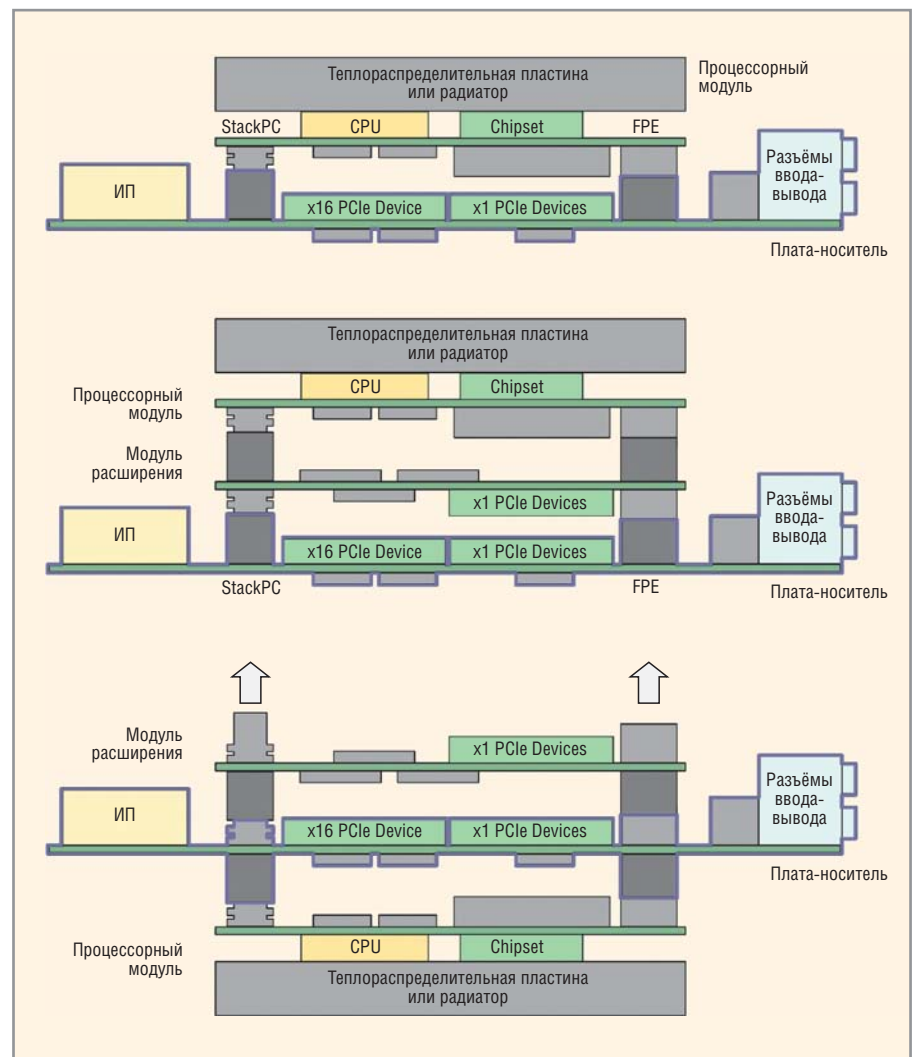


Рис. 11. Варианты применения модулей StackPC для COM-решений

платой-носителем. Кроме того, плата-носитель может быть промежуточным периферийным модулем в любой позиции стека (см. рис. 11). Таким образом, можно разработать компактную и универсальную платформу на базе модулей StackPC и платы-носителя с дальнейшей возможностью модернизации и расширения системы модулями StackPC. В такой системе один процессорный модуль можно заменить на другой без потери совместимости с платой-носителем, аналогично обычному стеку, на котором все интерфейсы являются стандартными.

Процессорный модуль StackPC по сути является одноплатным компьютером, а плата-носитель – модулем расширения. Для сравнения, в COM-Express процессорный модуль и плата-носитель зачастую выступают единой системой, а переход на другой COM-модуль приводит к необходимости доработки BIOS или системы управления питанием нового процессорного модуля.

Естественно, у COM-Express есть целый ряд преимуществ перед StackPC

при использовании в качестве COM-модулей, но для большинства применений функциональности более компактного StackPC оказывается достаточно. Дополнительным бонусом может быть возможность применения одного модуля для двух разных систем (защищённых компьютеров) на базе COM-модуля со специализированной платой-носителем и второй системы, состоящей только из стековых модулей StackPC и PCIe/104. Уменьшение номенклатуры изделий и увеличение объёма выпуска высокотехнологичных модулей одного типа снижает стоимость комплектующих для разработчика систем и, соответственно, себестоимость готовых изделий. Снижение издержек производства всегда важно для успешной конкуренции на современном рынке.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новая спецификация для стековых модулей призвана повысить унификацию изделий и систем разных производителей. Существующие стандарты для стековых систем не дают

ответа на множество вопросов, ставших в последние годы более актуальными, а именно: организация теплоотвода, разработка и подключение ИП к системе, разработка корпуса для защищённых систем с организацией теплоотвода от тепловыделяющих узлов, поиск надёжных решений и др.

Каждый производитель встраиваемых модулей отвечает на эти вопросы по-своему, и в результате появляются модули, которые хоть и называются стандартными, но по ряду параметров не соответствуют стандартам. В результате разработчики систем должны каждый раз приспособивать имеющиеся на рынке изделия или пользоваться заказными продуктами. Если рассматривать StackPC как альтернативу PCIe/104, то для ряда задач подход StackPC представляется более технологичным и перспективным. Немаловажным преимуществом StackPC является возможность применения одних и тех же изделий, как для стековых систем, так и в качестве полноценных COM-модулей.

