



# Стандарт ESMexpress: адаптация концепции COM для применения в промышленных условиях

Сюзанна Борншлегл

Статья знакомит разработчиков встраиваемых компьютерных систем с преимуществами компьютерных модулей типа ESMexpress и ESMini. Оба типа модулей спроектированы с учётом рекомендаций стандарта ANSI/VITA 59 и предназначены для использования на транспорте и в промышленности в условиях неблагоприятных механических и электромагнитных воздействий, в широком диапазоне температур окружающей среды.

Энтузиасты мира ПК нередко прибегают к «моддингу» (modding происходит от слова modify, англ. — модифицировать, изменять. — *Прим. пер.*) системного блока для улучшения охлаждения горячих компонентов системы. При этом кто-то ограничивается выпиливанием в корпусе отверстий для установки дополнительных вентиляторов, кто-то, вооружившись помпами, шлангами и водоблоками, сооружает систему водяного охлаждения, а наиболее продвинутые пользователи заходят ещё дальше — герметично закрывают корпус, удаляют из него все вентиляторы и заливают маслом. Под действием насоса масло циркулирует, обеспечивая весьма эффективное охлаждение системы. Такие оригинальные конструкторские идеи наверняка вызовут улыбку разработчиков встраиваемых компьютерных систем, подразумевающих прежде всего компактность конечного изделия.

Сталкиваясь с требованием рационального использования доступного, зачастую очень ограниченного пространства, разработчики встраиваемых систем вынуждены использовать компьютеры самых малых форм-факторов. При этом размеры конечных устройств продолжают уменьшаться, а ожидания от их возможностей и производительности всё возрастают. Более того, проникнув на рынки промышленных, мобильных и медицинских применений, встраиваемые компьютерные системы

обязаны отвечать высочайшим требованиям областей, в которых приходится работать конечному устройству. Чаше всего эти требования связаны с обеспечением высокой производительности, низкого тепловыделения, необходимой надёжности и отказоустойчивости в широком диапазоне температур окружающей среды в условиях неблагоприятных механических и электромагнитных воздействий, а зачастую ещё и в необслуживаемом или дистанционно управляемом режиме.

В идеальном случае, обладая небольшими размерами и необходимой надёжностью, встраиваемая компьютерная система должна не только выполнять свои функции, но обладать ещё и достаточной гибкостью для возможной модернизации, когда потребуются улучшение характеристик вычислительного ядра, связанное, например, с наращиванием или варьированием функций конечного устройства. Очевидно, что при этом возникает проблема обеспечения совместимости компонентов системы в будущем. Казалось бы, удовлетворение всей совокупности перечисленных требований — задача не из простых, так много факторов необходимо учитывать. Однако технологии не стоят на месте, и на помощь разработчикам пришла концепция COM-модулей.

Компьютерные модули (называемые также «компьютер на модуле» — Computer-On-Module, COM или «система на модуле» — System-on-Module, SOM)

представляют собой полнофункциональный компьютер, выполненный в виде мезонинной платы. В состав компьютерного модуля (КМ) входят центральный процессор, чипсет, BIOS, память, некоторый набор контроллеров периферии и разъёмы, через которые КМ подключается к другой плате, называемой платой-носителем. Все пользовательские интерфейсы и специализированная функциональность реализуются на плате-носителе, изготавливаемой согласно спецификации заказчика.

С момента появления концепции COM в начале 2000-х годов в полной мере оценить преимущества этой технологии успели разработчики и OEM-производители систем с менее жёсткими требованиями в отношении безопасности и условий эксплуатации. Так, КМ нашли успешное применение в торговом и рекламном оборудовании, информационных и торговых киосках, платёжных терминалах, игровых и развлекательных автоматах. Использование КМ даёт гибкость в выборе требуемой функциональности, позволяет снизить стоимость и сроки разработки конечного устройства, а значит, сократить время вывода изделия на рынок и приблизить момент, когда вложения в изделие начнут приносить прибыль.

Несмотря на попытки стандартизации, этими преимуществами нового «форм-фактора» долгое время не могли воспользоваться производители систем,

ориентированных на работу в жёстких условиях эксплуатации. Например, в транспортной отрасли, которая включает в себя средства воздушного, водного, железнодорожного, автомобильного, городского электрического и промышленного транспорта, действуют строгие стандарты в отношении надёжности и отказоустойчивости электронного оборудования. Данные стандарты определяют жёсткие требования к применяемому оборудованию в отношении ударостойкости и виброустойчивости, диапазона рабочих температур, допустимой влажности, устойчивости к воздействию электромагнитных полей и других факторов. Это же касается компьютеров и средств человеко-машинного интерфейса на их основе, используемых в передвижных медицинских комплексах, грузовых автомобилях, тракторах, подъёмных кранах и строительной технике, системах дорожного мониторинга и видеонаблюдения.

Очевидно, что для оригинальной концепции COM, в основе которой лежит связка двух плат, подключаемых друг к другу через разъём, воздействие тряски, вибрации и ударов является весьма серьёзным испытанием. Можно даже сказать, что промышленные условия — это явно не та стезя, где оригинальная концепция COM может показать свои лучшие качества. Помимо механических нагрузок ситуация может усугубляться воздействием пыли, влаги, электромагнитных помех и наиболее типичной проблемой — необходимостью поддержания заданного теплового режима системы.

Большинство представленных сегодня на рынке КМ производится согласно стандартам и спецификациям, в полной мере не учитывающим перечисленные требования, а также не всегда поддерживают самые современные интерфейсы. Так, стандарт COM Express (PICMG COM.0) как первая реализация КМ на основе шины PCI Express хотя и допускает использование в промышленном диапазоне рабочих температур от -40 до +85°C, но не в полной мере учитывает требования по стойкости к ударам и вибрациям, а параметры, связанные с охлаждением и защитой от электромагнитных воздействий, и вовсе не затрагивает.

Для того чтобы адаптировать технологию COM к промышленным применениям, потребовался её существенный «моддинг», в результате которого появился стандарт ANSI/VITA 59, RSE



Рис. 1. Схема конструкции КМ ESMexpress согласно стандарту ANSI/VITA 59

Rugged System-On-Module Express (ратификация стандарта ANSI/VITA 59 ожидается в середине 2013 года. — Прим. пер.). Разработкой этого стандарта занимается ассоциация VITA при участии компаний MEN Mikro Elektronik, Curtiss-Wright, Pentair, Samtec и LiPPERT. Стандарт описывает требования к модулям класса «система на модуле» с поддержкой технологии PCI Express, предназначенным для работы в жёстких условиях эксплуатации.

С учётом рекомендаций этого стандарта спроектированы КМ типа ESMexpress, сочетающие практически все качества, необходимые для работы в условиях жёстких эксплуатационных воздействий и в необслуживаемом режиме. ESMexpress позволяет использовать экономические преимущества концепции COM в широком диапазоне областей, дополняя её такими характеристиками, как устойчивость к неблагоприятным температурным, ударным и вибрационным воздействиям, а также соответствием жёстким требованиям электромагнитной совместимости и приспособленностью к применению в безвентиляторных системах.

Для получения таких характеристик печатная плата размером 85x115 мм устанавливается в защитный алюминиевый корпус размером 95x125 мм, который изолирует электронные компоненты от окружающей среды. Это позволяет применять для охлаждения как технологии кондуктивного теплоотвода, так и естественную конвекцию, рассеивая до 35 Вт тепла. Диапазон рабочих температур модулей ESMexpress простирается от -55 до +125°C. Общее представление о конструкции этих модулей можно получить на рис. 1.

Механические особенности конструкции модулей ESMexpress вносят существенный вклад в тепловую производительность. Жёсткое винтовое соединение обеспечивает хороший тепловой контакт между платой и теплоотводящими элементами. Края печатной платы передают тепло на рамку, а оттуда оно переносится на корпус. Самые горячие компоненты модуля соприкасаются непосредственно с крышкой корпуса. Если условия эксплуатации модуля требуют дополнительных мер по организации теплоотвода, то защитный корпус, закрывающий модуль, может быть оснащён радиатором или соединён тепловыми трубками с дополнительными элементами рассеивания тепла. При этом алюминиевый корпус (рис. 2) обеспечивает ещё и 100-процентную защиту от электромагнитных помех (соответственно требованиям европейского стандарта по устойчивости к помехам EN 55022), герметично изолируя электронные компоненты модуля со всех шести сторон.

Чтобы противостоять ударам и вибрации, все компоненты, включая процессор и память, napаяны на плату КМ, что позволяет выдерживать ударные нагрузки с ускорением 15g в течение 11 мс и сохранять работоспособ-



Рис. 2. КМ формата ESMexpress XM51 с процессором QorIQ P4080 в защитном алюминиевом корпусе

Таблица 1

Требования стандарта ANSI/VITA 59 по устойчивости к воздействиям внешних факторов

Фактор	Устойчивость	Соответствие стандарту
Одиночные удары	15g/11 мс	EN 60068-2-27
Многokратные удары (тряска)	10g/16 мс	EN 60068-2-29
Синусоидальная вибрация	1g/10–150 Гц	EN 60068-2-6

ность после воздействия синусоидальной вибрации 1g в диапазоне частот от 10 до 150 Гц (табл. 1). Винтовое крепление к плате-носителю при помощи 8 винтов и два надёжных 120-контактных разъёма обеспечивают жёсткую фиксацию соединения. Используемые высокоскоростные межплатные соединители фирмы Samtec удовлетворяют требованиям военных и железнодорожных применений, рассчитаны на

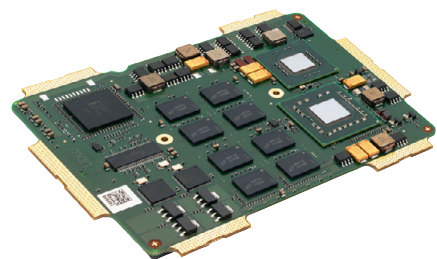


Рис. 3. Компьютерный модуль формата ESMexpress XM2 с процессором Intel Core 2 Duo

эксплуатацию в температурном диапазоне от –55 до +125°С и поддерживают передачу высокоскоростных сигналов на частоте до 8 ГГц, достаточной для широкополосных соединений в приложениях с интенсивным обменом данными (рис. 3).

При эксплуатации в жёстких климатических условиях, воздействию влаги, пыли и значительных температурных колебаний для обеспечения дополнительной защиты модуля предусмотрено нанесение влагозащитного покрытия.

С точки зрения функциональности, концепция ESMexpress предполагает применение только современных последовательных интерфейсов и только тех из них, спецификации которых полностью открыты и поддерживаются разными вендорами. Распиновка двух 120-контактных разъёмов чётко пропи-

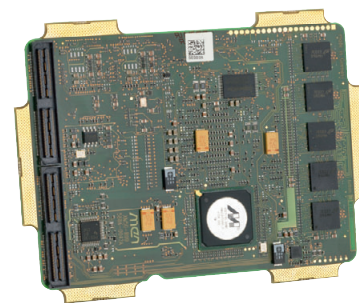
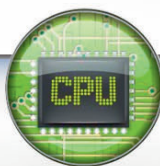


Рис. 4. Вид на КМ формата ESMexpress XM50 со стороны разъёмов

сана в стандарте и не подразумевает вариаций, чтобы обеспечить 100-процентную совместимость и взаимозаменяемость модулей (рис. 4).

Технология PCI Express поддерживается в виде четырёх портов этого интерфейса (4 x1) и одного конфигурируемого порта (1 x16, 1 x8, 2 x4 или 2 x1) для подключения внешней высокопроизводительной графики. Если достаточно одной линии PCI Express, то один из двух 120-контактных разъёмов может не использоваться. В числе доступных интерфейсов ввода/вывода — три канала Gigabit Ethernet (возможно также и 10G Ethernet), 8 портов USB 2.0, 3 порта SATA, интерфейс



800 МГц процессор Cortex-A8



Гальваническая изоляция



Поддержка шины CAN



**eMT**

Профессиональные панели оператора  
Максимальная простота использования

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WEINTEK

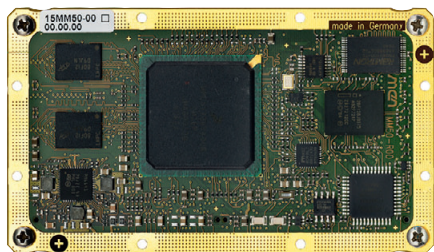
#459



**PROSOFT®**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru





**Рис. 5. Малогабаритный компьютерный модуль формата ESMini MM50 с процессором PowerPC MPC5123**

SDVO, LVDS, HD Audio, а также вход питания номиналом 12 В и некоторые служебные интерфейсы.

Кроме того, возможности ввода/вывода КМ ESMexpress могут быть дополнены специализированными интерфейсами за счёт использования микросхем программируемой логики (ПЛИС/ FPGA) с интерфейсом PCI Express на плате-носителе. Используя законченные готовые блоки (IP-ядра, выполняющие необходимые функции), можно реализовать интерфейсы, необходимые в конкретном промышленном, медицинском, транспортном, оборонном или коммуникационном приложении. Возможности перепрограммирования ПЛИС позволяют разработчику производить значительные модификации устройства во время всего срока его службы без необходимости замены компонентов. Таким образом, значительно снижаются риски, связанные со снятием с производства электронных компонентов, поскольку программируемая логика ПЛИС позволяет сохранить IP (интеллектуальную собственность) и перенести её на новые ПЛИС-микросхемы с минимальными усилиями.

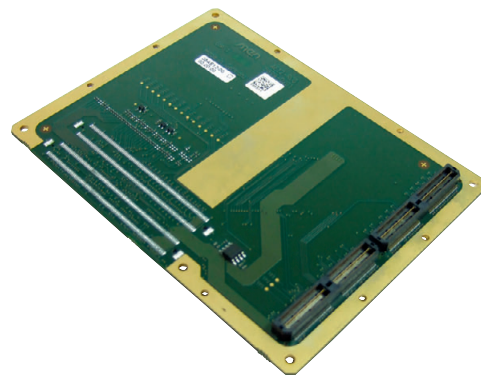
В дополнение к модулям ESMexpress с размерами 95×125 мм существует ещё более компактный формат защищённых КМ – ESMini с размера-

ми 95×55 мм, который, хотя и не является частью стандарта ANSI/VITA 59, отвечает всем тем же требованиям по защите и охлаждению, что и «старший брат» (рис. 5).

В отличие от КМ других стандартов и спецификаций, ESMexpress и ESMini не ограничены поддержкой одной лишь x86-архитектуры и могут быть изготовлены на основе центральных процессоров как Intel, так и PowerPC. На рынке уже доступны КМ, удовлетворяющие требованиям как маломощных мобильных приложений, так и коммуникационных платформ класса Hi-End. Несмотря на установленное стандартом ограничение в 35 Вт рассеиваемой мощности, многие из современных процессоров, которыми оснащаются КМ ESMexpress и ESMini, выделяют только часть этой мощности, нивелируя проблему охлаждения.

По размеру КМ стандарта ESMexpress соответствуют типоразмеру COM Express Basic (наиболее популярному варианту реализации стандарта COM Express) и имеют пять отверстий для винтов, определённых этим стандартом. Фирма MEN Mikro Elektronik предлагает плату-адаптер ESMexpress – COM Express, которая совмещает распиновку выводов и механику этих двух стандартов, например для тестирования модуля ESMexpress без полной разработки платы-носителя (рис. 6). Системы, построенные с использованием КМ COM Express, посредством такой платы-адаптера могут быть дополнены преимуществами стандарта ANSI/VITA 59.

Стандарт ANSI/VITA 59 дополняет технологию COM элементами повышения стойкости к неблагоприятным внешним воздействиям, а также продуманной концепцией охлаждения. Появление модулей типа ESMexpress и ESMini открывает возможности для



**Рис. 6. MEN Mikro Elektronik предлагает плату-адаптер ESMexpress – COM Express**

широкого применения решений на основе КМ в электронной технике различного назначения, например на транспорте, в промышленности и везде, где есть высокие технологические требования и ограничения по доступному пространству. Подтверждением этого является то, что системы на основе модулей ESMexpress и ESMini довольно быстро нашли применение в бортовых системах малой и средней авиации, управляющих контроллерах горно-шахтной техники, локомотивных терминалах, регистраторах данных для грузовиков и автобусов, робототехнике, системах мобильной телеметрии для сельскохозяйственных машин. Небольшой размер и возможность работы в безвентиляторных системах позволяют размещать КМ в закрытых корпусах с высокой степенью защиты, взрыво- и огнезащитой, делая их пригодными для применения в экстремальных проектах. ●

**Автор – сотрудник MEN Mikro Elektronik**  
**Перевод Алексея Гапоненко, сотрудника фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон: (812) 448-0444**  
**E-mail: info@spb.prosoft.ru**

**НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ**

**FASTWEL и Wind River стали официальными партнёрами**

Компания FASTWEL присоединилась к партнёрской программе Wind River Partner Alliance Program. Участие в проекте даёт возможность оптимизировать для заказчиков компании сроки работ по разработке сложных систем для ответственных применений.

Компания Wind River, мировой лидер в области встраиваемого и мобильного ПО, объявила о присоединении российского производителя встраиваемых и одноплат-

ных компьютеров FASTWEL к программе Wind River Partner Alliance Program. Партнёрство позволит FASTWEL создать новую линейку надёжных системных платформ для ответственных применений, включая аэрокосмическую, промышленную и транспортную отрасли.

В рамках партнёрской программы FASTWEL будет поставлять пакеты поддержки оборудования (board support packages – BSP) для операционной системы VxWorks, обеспечивающие интеграцию изделий FASTWEL с программными продуктами Wind

River. Наличие комплектов сертификационной документации для операционных систем Wind River на оборудовании FASTWEL и интеграции с инструментарием автоматизированного тестирования и валидации кода позволит разработчикам ответственных систем упростить процесс сертификации по современным стандартам функциональной и информационной безопасности.

Официальный дистрибьютор Wind River и FASTWEL в России и странах СНГ – компания ПРОСОФТ. ●