

Процессоры Intel Core i3/i5/i7

для участников рынка встраиваемых систем

Несмотря на эволюционность процессоров Intel Core i3/i5/i7 и полную предсказуемость их появления на разных рынках, являющихся смежными по отношению к рынку массовых систем, приход платформы Intel Core i3/i5/i7 в индустрию встраиваемых приложений есть все же событие не самое заурядное хотя бы в силу его масштабности. Настоящая статья посвящена рассмотрению данного явления в контексте тех преимуществ, которые оно может дать разработчикам и пользователям встраиваемых систем.

Л.Г. Акиншин, к.ф.-м.н

Массовая технология

Практика заимствования индустрией встраиваемых решений технологий с рынка настольных компьютеров, ноутбуков и серверов существует уже не первое десятилетие — во встраиваемых системах давно используются те же самые полупроводниковые компоненты, шины и внешние интерфейсы, что и в десктопах. Каждый новый ЦП, отметившийся в сегменте персональных компьютеров, через некоторое время появляется и на встраиваемых платах.

Как и другие разработки с рынка массовых систем, процессоры Intel Core i3/i5/i7 захватывает индустрию встраиваемых приложений исключительно потому, что представляют собой недорогую технологию, прошедшую всестороннюю обкатку в миллионах реальных систем. Однако ситуация с восприятием этих процессоров на рынке Embedded неоднозначна. С одной стороны, для индустрии встраиваемых приложений это действительно совершенно новые процессоры — еще никогда прежде в этой отрасли не было x86-совместимых компонентов с такой высокой производительностью на ватт потребляемой мощности. А потому есть основания полагать, что процессоры Intel Core i3/i5/i7 будут исполь-

зоваться как для расширения возможностей существующих систем, так и для создания принципиально новых решений, ориентированных на те прикладные области, где ранее микроархитектура x86 могла иметь лишь ограниченное применение. Производители наперегонки устанавливают процессоры Intel Core i3/i5/i7 на платы всех основных «высокопроизводительных» форматов; такого энтузиазма и единодушия среди поставщиков встраиваемых аппаратных средств мы не видели, пожалуй, со времен Intel Pentium M. Например, холдинг Kontron в начале 2010 года анонсировал интеграцию Intel Core i5/i7 в свои основные продуктовые линейки, начиная с изделий типа «компьютер-на-модуле» (Computer-On-Module, COM) и заканчивая платами для перспективных магистрально-модульных систем стандарта VPX. Можно с уверенностью утверждать, что в зону ответственности продуктов на базе Intel Core i3/i5/i7 войдут оборонно-аэрокосмический сектор и другие сегменты, где уже используются высокопроизводительные x86-совместимые решения. С другой стороны, появление большого числа встраиваемых продуктов на базе Intel Core i3/i5/i7 есть явление вполне естественное и предска-

зуемое, поскольку игроки рынка встраиваемых систем всегда проявляли сильную заинтересованность в новых процессорах Intel, а компания Intel весьма охотно делится информацией относительно своих планов по выпуску новых x86-совместимых процессоров.

Нанометры и интеграция

В архитектурном отношении, создав платформу Intel Core i3/i5/i7, инженеры Intel сделали шаг в том же направлении, что и их коллеги из компаний Freescale и AMD при разработке топовых моделей своих процессоров — интегрировали в ЦП некоторые ключевые функциональные блоки чипсета (контроллер памяти и видеоподсистему). Наибольших успехов по части интеграции достигла компания Freescale, новейшие многоядерные процессоры которой содержат в себе не только контроллеры памяти, но и контроллеры PCI Express, Gigabit Ethernet и Serial RapidIO (рис. 1). Процессоры Intel Core i3/i5/i7 в этом смысле не являются оригинальными, поскольку следуют общеотраслевой тенденции.

Помимо интегрированных контроллеров к числу реализованных в платформе Intel Core i3/i5/i7 нововведений принято относить технологии Hyper-Threading и Turbo

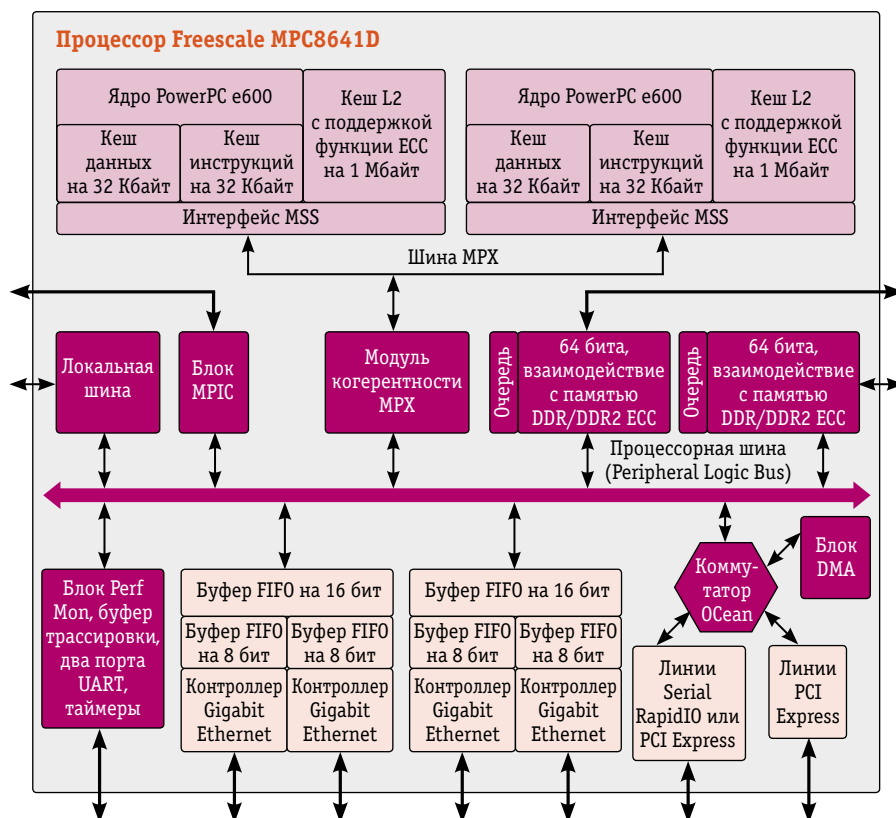


Рис. 1. Флагманский двуядерный процессор Freescale PowerPC MPC8641D, характеризуется высочайшей степенью интеграции, но изготавливается при этом по технологическим нормам 65 нм

Boost. Однако Hyper-Threading, превращающая одно физическое ядро в два виртуальных, является ровесницей процессоров Pentium 4 и с не меньшим основанием можно считать новаторством увеличившиеся объемы кеш-памяти и возросшую тактовую частоту. Прямое отношение к последнему параметру имеет технология Turbo Boost, действие которой можно охарактеризовать как «динамический разгон» путем повышения частоты процессора. Время пребывания в состоянии Turbo Boost определяется необходимостью соблюдения ограничений по максимальному энергопотреблению или тепловым пакетом (Thermal Design Power, TDP). Однако методы разгона процессоров известны уже давно и тот факт, что в случае Intel Core i5/i7 соответствующая функция интегрирована в процессор, не дает оснований считать ее инновационной.

Но если вспомнить, что в нашем мире технологии и архитектуры часто оказываются вторичны по отношению к финансам и маркетингу, то можно увидеть иную картину. Пользователю не интересно, что

именно находится внутри у приобретаемого им продукта – ему гораздо важнее реальные преимущества. Если речь идет о процессоре, пользователю в первую очередь нужна информация не об особенностях его внутреннего устройства, а насколько быстро данный процессор сможет перемалывать числа в его задачах, какую мощность он при этом будет потреблять и сколько будет стоить (на практике список несколько шире, однако для простоты мы ограничимся тремя основными пунктами). И вот здесь платформа

Core i3/i5/i7 имеет очень сильные позиции – процессоры данного семейства сегодня лидируют как по общей производительности, так и по производительности на ватт.

Добиться таких результатов инженерам Intel удалось за счет оптимизации архитектуры и за счет освоения технологических процессов 45 нм и 32 нм. В нанометровом аспекте компания AMD традиционно выступает в роли догоняющего – 45-нм техпроцесс покорился ей лишь год спустя после того, как он был освоен корпорацией Intel, а первые чипы AMD с разрешением 32 нм появятся не ранее 2011 года, когда Intel уже перейдет на следующий, 22-нанометровый техпроцесс. Правда, процессоры Freescale, напичканные разнообразнейшими новациями (см. рис. 1), до сих пор не перешагнули даже 65-нанометровый рубеж.

Реальные продукты на базе Intel Core i5/i7

Процессоры Core i3/i5/i7 активно устанавливаются на свои изделия многие известные поставщики встраиваемых продуктов, в том числе четыре крупнейших холдинга, вместе занимающих более 70% мирового рынка встраиваемых плат и систем: GE, Kontron AG, Emerson Electric Company и Curtiss-Wright Control Embedded Computing. Например, холдинг Kontron уже предлагает на базе указанных ЦП платы VPX, мезонины AdvancedMC, модули стандарта COM Express и даже одноплатные компьютеры в классическом конструктиве CompactPCI.

Плата Kontron VX6060 (конструктив VPX 6U)

В силу специфики системного стандарта VPX продукт VX6060,

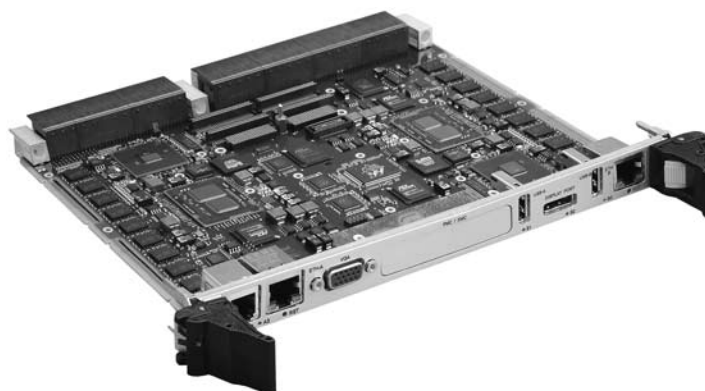


Рис. 2. Внешний вид платы Kontron VX6060, выполненной в перспективном в формфакторе VPX 6U

выполненный в виде VPX-платы удвоенной высоты (6U), рассчитан на использование в требовательных приложениях с параллельной обработкой данных и сигналов (рис. 2). Благодаря наличию двух независимых вычислительных узлов на базе процессоров Intel Core i7 с подключением к коммуникационной инфраструктуре Ethernet / PCI Express изделие VX6060 является строительной единицей для организации интенсивной параллельной обработки данных. Каждый узел образован отдельным процессором Intel Core i7, в котором уже есть контроллер памяти и графическое ядро, и отдельным чипсетом Intel PCH QM57, реализующим поддержку интерфейсов Gigabit Ethernet, Serial ATA, USB 2.0 и PCI Express. Изделие VX6060 подходит для создания защищенных встраиваемых систем, рассчитанных на эксплуатацию в жестких условиях.

Представители Kontron считают, что платы, подобные VX6060, способны потеснить процессоры PowerPC с технологией AltiVec в сегментах радаров, сонаров, авионики и систем работы с изображениями. Одним из ключевых преимуществ микроархитектуры PowerPC / AltiVec традиционно являлась высокая производительность на ватт. Новые ЦП поколения Intel Core i3/i5/i7 и новые изделия на их основе способны лишить процессоры PowerPC этого аргумента в споре с технологией x86. Предполагается, что продукты типа VX6060 смогут дать начало новому классу высокопроизводительных встраиваемых приложений, которые будут опираться исключительно на стандартные технологии: микроархитектуру x86, операционные системы и ОСРВ для микроархитектуры x86¹ и протоколы TCP/IP.

Платы VX6060 хороши для использования в кластерных конфигурациях. Кроме того, в защищенных многодисплейных консолях один модуль VX6060, занимающий лишь слот объединительной панели VPX 6U, может заменить собой два обычных одноплатных компьютера. Плата VX6060 доступна в версиях с воздушным и кондуктивным охлаждением, в т.ч. для температурного диапазона -40°...+85°. Ее программная поддержка включает BSP-пакеты на основе ОС Linux и ОСРВ VxWorks 6².

Модуль Kontron ETXexpress-AI (конструктив COM Express Basic)

Продукт ETXexpress-AI можно охарактеризовать как компьютер-на-модуле формата COM Express Basic, обладающий расширенными возможностями по части графики, повышенной производительностью и имеющий конфигурируемую шину PCI Express (рис. 3). Графическая производительность данного компьютера-на-модуле в 2,5 раза превышает графическую производительность решений на базе мобильных чипсетов Intel GM45 и Intel GS45. Для использования в ответственных задачах продукт ETXexpress-AI может быть оснащен ECC-памятью объемом до 8 Гбайт и модулем TPM. Все модификации поддерживают до двух модулей двухканальной памяти DDR3 SO-DIMM с функцией ECC объемом до 4 Гбайт каждый и имеют разъем COM Express COM.0 Type 2, куда выведено множество различных интерфейсов: порт PCI Express Graphics второй версии (может быть сконфигурирован как 2 порта PCI Express x8), 6 портов PCI Express x1, 4 канала Serial ATA, канал ATA, 8 портов USB 2.0, порт Gigabit Ethernet, двухканальный интерфейс LVDS, выход VGA и входы/выходы звуковой подсистемы Intel HDA. Наличие интегрированных интерфейсов PCI 2.3 позволяет включать в состав системы старые компоненты, не поддерживающие шину PCI Express.

Новый компьютер-на-модуле может быть полезен потребителям, работающим в сегментах игрового оборудования, мультимедиаэкранов, сетевых и телекоммуникацион-

ных систем, медицинской техники и средств промышленной автоматизации, а также на оборонном, аэрокосмическом и правительственном рынках. Для ETXexpress-AI предлагаются пакеты поддержки на базе операционных систем Windows 7, Windows XP, Linux и VxWorks.

Плата Kontron CP6002 (конструктив CompactPCI 6U)

Продукт CP6002 (рис. 4) позволяет использовать преимущества процессоров Intel Core i5/i7 на классической платформе CompactPCI. Данная плата может использоваться для построения мощных CompactPCI-конфигураций с быстрыми внутрисистемными соединениями Gigabit Ethernet (спецификация PICMG 2.16). Довольствуясь пассивным охлаждением, плата CP6002 может нести до 8 Гбайт запаянной памяти DDR3 (частота 1066 МГц) с функцией ECC, имеет разъем CompactFlash для установки высоконадежных флеш-накопителей и существует в модификации с полностью кондуктивным охлаждением, отвечающей требованиям VITA 47 ECC4.

Изделие CP6002 оснащается процессорами Intel Core i7 с тактовыми частотами до 2,53 ГГц (Intel Core i7-610E) и построено на контроллере-концентраторе ввода-вывода Intel Mobile QM57. Для подключения дисплеев имеются фронтальный разъем VGA и два тыльных интерфейса. В наличии бортовой контроллер HDA. Развитая коммуникационная подсистема платы включает также 4 порта Gigabit Ethernet, 4 тыльных канала

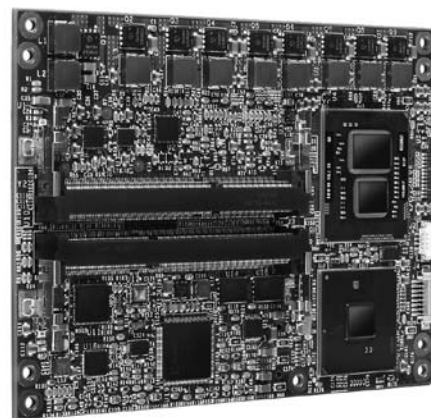


Рис. 3. Модуль Kontron ETXexpress-AI в конструктиве COM Express Basic

¹ Версии для микроархитектуры x86 есть у абсолютно всех основных ОС и ОСРВ, в т.ч. у операционных систем из семейств Windows / Windows Embedded и Linux, а также у ОС реального времени LynxOS, QNX и VxWorks

² Микроархитектура x86 является фактически стандартной, и потому ясно, что для платы Kontron VX6060 могут быть без особых проблем разработаны BSP-пакеты на основе ОС Windows Embedded Standard, Windows 7, QNX, LynxOS и других популярных ОС и ОСРВ

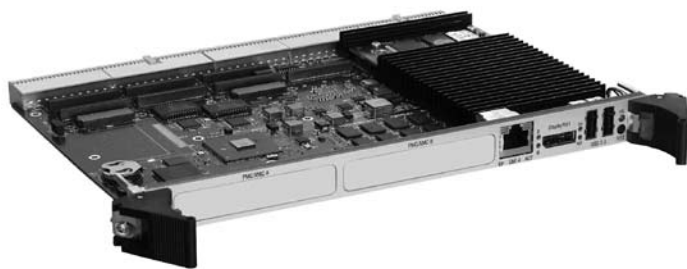


Рис. 4. Плата Kontron CP6002 в конструктиве CompactPCI 6U

Serial ATA с поддержкой массивов RAID 0/1/5/10, наплатные разъемы для подключения жестких дисков и флеш-накопителей с интерфейсом Serial ATA, 6 портов USB 2.0 и 2 последовательных порта. Кроме того, возможна установка одного мезонина PMC/XMC и 2,5-дюймового жесткого диска Serial ATA. Доступны версии CP6002 с двумя сокетамі PMC/XMC.

Совокупность характеристик платы CP6002 позволяет рекомендовать ее для сверхнадежных систем, где нужны комплектующие с высокой устойчивостью к ударно-вибрационным нагрузкам и память с коррекцией ошибок ECC. Дополнительную надежность данному продукту придают защитный модуль TPM 1.2, продублированный концентратор встроенного кода и интерфейс интеллектуального управления IPMI (спецификация PICMG 2.9 R1.0). Кроме того, изделие CP6002 характеризуется увеличенным жизненным циклом. Все перечисленное делает данную плату топовым CompactPCI-продуктом высшей производительности, рассчитанным на жесткие условия эксплуатации и ориентированным на рынки спецприменений.

Эволюционная новизна, предсказуемое будущее

Появление полупроводниковых изделий серии Intel Core i3/i5/i7 можно воспринимать как естественное предсказуемое событие, которое диктуется логикой развития современной индустрии микропроцессоров. Горизонт планирования в этой отрасли составляет два года, и поэтому все, кто хочет подготовиться к приходу новых процессоров на основе информации из открытых источников, такую возможность имеют. Кроме того, корпорация

Intel в своей деятельности неукоснительно следует принципу «тик-так»: существующее процессорное ядро переводится, например, с 65 нм на 45 нм, т.е. на технологический процесс с более высоким разрешением (тик), затем специально под этот техпроцесс разрабатывается новое ядро (так), после чего оно переводится на техпроцесс с еще более высоким разрешением (тик) и т.п. Знание данного принципа теоретически позволяет даже заглянуть за горизонт планирования Intel и спрогнозировать для себя характеристики будущих процессоров до того, как они будут анонсированы под самым первым рабочим названием.

Платформа Intel Core i3/i5/i7 демонстрирует не только рост количественных показателей, но и признаки их перехода в качество. Развитие по такому важнейшему эксплуатационному параметру, как производительность на ватт потребляемой мощности вывело процессоры Intel Core i3/i5/i7 на принципиально новый уровень, который позволяет, в частности, всерьез говорить о конкуренции между x86-совместимыми чипами и чипами с микроархитектурой Altivec в традиционных Altivec-приложениях, подтверждением чему — реальные продукты на базе Intel Core i3/i5/i7 от ведущих брендов, этим приложениям адресованные. Платформа Intel Core i3/i5/i7, таким образом, содержит в себе изначальное противоречие между претензиями на революционную новизну и фактической эволюционностью, важностью этих процессоров для разработчиков встраиваемых систем и отсутствием каких-либо концептуальных или же архитектурных прорывов. ЦП поколения Intel Core i3/i5/i7 важны для этого рынка едва ли

не больше, чем для индустрии массовых систем, откуда они родом, поскольку для многих встраиваемых приложений производительность на ватт является настоящим камнем преткновения, а именно по этому параметру платформа Intel Core i3/i5/i7 является на сегодняшний день безусловным лидером среди всех высокопроизводительных x86-совместимых решений. Кроме того, ЦП поколения Intel Core i3/i5/i7 являются не только официально назначенными, но и де-факто преемниками процессоров Intel Core / Core 2, что уже признали ведущие производители встраиваемых плат и отразили это признание в своих основных продуктовых линейках, ориентированных на высокопроизводительные приложения. Говоря проще, уже совсем скоро высокопроизводительных продуктов на базе процессоров Intel предыдущих поколений будет днем с огнем не найти, а новых высокопроизводительных продуктов на их основе не будет выпускаться вовсе.

В платформе Intel Core i3/i5/i7, таким образом, заключена новизна особого свойства. Это новизна эволюционная, полностью лишенная эффекта неожиданности, но вместе с тем весьма масштабная по широте охвата встраиваемых платформ и приложений. Это новизна, закрепляющая и усиливающая существующий многоядерный тренд и осмеливающаяся угрожать существованию альтернативных технологий. Число конечных встраиваемых систем на базе x86-совместимых ЦП растет стремительно, и уже очень скоро одним из основных драйверов этого роста станут процессоры Intel Core i3/i5/i7. Это неизбежно: коль скоро ЦП серии Intel Core i3/i5/i7 идут на смену чипам Intel Core / Core 2, они будут использоваться, как минимум, во всех тех задачах, где сегодня используются процессоры Intel Core / Intel Core 2, а также в тех приложениях, где потребность в высокопроизводительных ЦП начинает подвигать разработчиков на поиск альтернатив. А посему платформу Intel Core i3/i5/i7 в индустрии встраиваемых систем ждет не просто успех, а настоящий триумф, и ничего с этим поделать нельзя.

В лагере конкурентов Intel, как и прежде, нет единства, поскольку у входящих в этот лагерь компаний очень мало точек соприкосновения. Компания AMD выпускает процессоры с архитектурой x86, ориентируясь в первую очередь на массовый рынок, Freescale — процессоры с архитектурой PowerPC, находящие спрос почти исключительно во встраиваемых сегментах. Объединяет их лишь наличие общего врага. И если AMD по крайней мере способна выдерживать задаваемый корпорацией Intel темп, то Freescale, увлекшаяся интеграцией, явно теряет инициативу: отставание от Intel по такому банальному, но от того не менее важному показателю, как нанометры, грозит стать катастрофическим. А ведь нанометры, точнее, выраженное в нанометрах разрешение технологического процесса определяет энергопотребление конечной системы в гораздо большей степени, нежели степень интеграции входящих в нее полупроводниковых устройств. Уже сегодня ничто не мешает реализовать в микросхеме центрального процессора вообще весь чипсет и память в придачу, но если такая «система-на-кристалле» будет изготавливаться по нанометровым нормам 10-летней свежести, среди разработчиков высокопроизводительных встраиваемых систем покупателей на нее не найдется, поскольку ее энергопотребление окажется существенно выше, чем у решения традиционной компоновки с энергоэффективным 32-нанометровым процессором, чипсетом и ОЗУ в виде отдельных микросхем и модулей. Очень похоже на то, что в не самом далеком будущем такие сценарии начнут воплощаться в жизнь, и потребители, десятилетиями хранившие верность микроархитектуре PowerPC, начнут мало-помалу перебираться на рельсы x86, которые смогут обеспечить для них лучшие эксплуатационные показатели плюс массу дополнительных преимуществ.

А преимущества процессоров x86 по сравнению с PowerPC очевидны: это и тесная связь с миром массовых систем, автоматически означающую низкую стоимость совместимых базовых аппаратных и программных средств, и доступность гигантской массы готового ПО, и наличие множества квалифицированных специалистов. Благодаря увеличению числа ядер в одном корпусе и переходу на технологические процессы со все более высоким разрешением современные x86-совместимые ЦП уже не уступают устройствам PowerPC по удельному быстродействию, а по абсолютной производительности обгоняют их. В контексте оборонных и аэрокосмических приложений, которыми сегодня во многом ограничивается сфера применимости процессоров PowerPC компании Freescale, недостаток у x86-оборудования на сегодняшний день ровно один: консервативность соответствующего рынка. Впрочем, благодаря своим потребительским качествам, ЦП марки Intel теснят микроархитектуру PowerPC даже там, где она безраздельно властвовала на протяжении десятилетий. Достаточно сказать, что на весьма консервативном рынке VME, который обслуживает главным образом оборонно-аэрокосмических заказчиков, доля x86-совместимых процессоров в последнее время стабильно растет на 1–2 % в год.

Конкурентная борьба между Freescale и Intel, по сути, только началась и идет лишь в сегменте спецприменений. Тем не менее, на наш взгляд, конкурентам Freescale еще рано радоваться. Оборонные и аэрокосмические приложения — рынок очень специфический, и продукция Freescale пользуется на нем огромным уважением. Хотя x86-совместимые процессоры применяются в задачах данного типа все шире, зависимость рынка спецприменений от микроархитектуры PowerPC сильна настолько, что полное ее вытеснение представля-

ется делом весьма отдаленного будущего, если вообще произойдет.

А вот компании AMD ничего не угрожает, и гарантией тому — антимонопольное ведомство США. Альтернативные источники поставок на рынке x86-совместимых процессоров будут существовать всегда.

Рациональный подход

Благодаря огромному числу новых продуктов на базе Intel Core i3/i5/i7 эти процессоры прямо на наших глазах становятся для индустрии встраиваемых систем родными: благодаря им разработчики встраиваемых приложений получают еще больше производительности и производительности на ватт в уже привычном им многоядерном формате. Не добавляя ничего принципиально нового к сделанному своими великими предшественницами, платформа Intel Core i3/i5/i7 развивает достигнутый ими успех на всех направлениях как официально утвержденная и фактическая продолжательница их дела, объективно достойная данного статуса по своим техническим и эксплуатационным параметрам. А посему вопрос перевода высокопроизводительных встраиваемых решений на рельсы Intel Core i3/i5/i7 становится весьма злободневным не только для поставщиков базовых аппаратных средств, но и для их клиентов.

По большому счету, не так уж важно, являются процессоры Intel Core i3/i5/i7 обновленными или же принципиально новыми; гораздо более правильно видеть в них реальные продукты, подходящие либо не подходящие для решения конкретных задач. И тогда все становится на свои места. Если вам нужны по-настоящему высокопроизводительные встраиваемые решения, совместимые с максимально широким спектром аппаратных и программных средств, существующих или будущих, вашей собственной разработки или покупных, то изделия на базе Core i3/i5/i7 — это ваш выбор.

Л.Г. Акиншин, к.ф.-м.н,
e-mail: leonidus_a@mail.ru