

# Как наделить КПК функциональностью офисного компьютера

Леонид Акиншин (Москва)

Модуль nanoETXexpress-SP открывает для x86-совместимых аппаратных и программных средств доступ в сегменты ультрамобильной и сверхмалогобаритной техники. Объединение конструктива nanoETXexpress и процессорной архитектуры Intel Atom может стать настоящим прорывом в индустрии встраиваемых систем на базе ЦП типа x86. Конструктив nanoETXexpress и микроархитектура Intel Atom образуют исключительно удачную комбинацию, востребованную разработчиками разнообразной мобильной, носимой и встраиваемой техники.

Формфактор nanoETXexpress – это новейший сверхмалогобаритный конструктив, разработанный специалистами холдинга Kontron и ориентированный на перспективные встраиваемые приложения, чувствительные к энергопотреблению, габаритам и цене комплектующих. Особенностью nanoETXexpress, выделяющей его среди прочих ультракомпактных конструктивов,



Рис. 1. Сверхмалопотребляющий процессорный модуль

Kontron nanoETXexpress-SP, несущий на себе новейший x86-совместимый процессор Intel Atom Z5xx и имеющий размеры 55 × 84 мм



Рис. 2. Габариты модулей nanoETXexpress примерно соответствуют размерам стандартной кредитной карточки

является то, что, несмотря на исключительно малые физические размеры, модуль является мощным многофункциональным компьютерным ядром. Изделия nanoETXexpress представляют собой «компьютеры на модуле» (Computer On Module – COM) – готовые вычислительные ядра, включающие процессор, чипсет, память и базовую коммуникационную функциональность и предназначенные для установки на пользовательские базовые платы. При размерах 55 × 84 мм формфактор nanoETXexpress остаётся полностью совместимым со стандартом COM Express международного консорциума PICMG ([www.picmg.com](http://www.picmg.com)) по разъёму COM.0 Type 1. Фактически спецификация nanoETXexpress сама может рассматриваться как открытый стандарт: весной 2008 г. холдинг Kontron сделал её общедоступной, опубликовав на своём корпоративном сайте ([www.kontron.com](http://www.kontron.com)), а также на посвящённой новому конструктиву специальной странице ([www.nanoetxexpress.com](http://www.nanoetxexpress.com)). Претензии nanoETXexpress на роль открытого промышленного стандарта подкрепляются тем фактом, что о его поддержке уже объявили несколько независимых компаний, в том числе Diamond Point, b-plus, ACCES I/O и Microteam. Продуктовая линейка Kontron nanoETXexpress адресована разработчикам, проектирующим собственные уникальные встраиваемые решения для оборонных, аэро-

космических, промышленных, медицинских, коммуникационных и информационных приложений.

В настоящей статье мы рассмотрим модуль Kontron nanoETXexpress-SP, оснащённый революционным x86-совместимым процессором Intel Atom Z5xx. Изделие Kontron nanoETXexpress-SP создаёт важный прецедент, способный оказать весьма сильное воздействие на развитие недорогих ультрамобильных и ультрапортативных устройств самого различного назначения (рис. 1).

Насколько функционально насыщенным может быть малогобаритный процессорный модуль?

Среди недорогих серийно выпускаемых продуктов модуль Kontron nanoETXexpress-SP является едва ли не абсолютным рекордсменом по поверхностной плотности передовых технологий (рис. 2). Попробуем перечислить лишь основные из них.

## «КОМПЬЮТЕР НА МОДУЛЕ»

Несмотря на свой уже немалодульный возраст, идеология COM продолжает оставаться свежей, жизнеспособной и весьма перспективной. Суть концепции Computer On Module состоит в разбиении разрабатываемой системы на стандартизованную и специализированную части. Роль стандартизованной части играет модуль COM, роль специализированной части – базовая плата (плата-носитель). Модуль COM – это готовое интегрированное компьютерное ядро будущей системы, включающее процессор, чипсет, память, сетевые и дисковые интерфейсы, графический контроллер и т.п. Все физические интерфейсы и дополнительные функции специализированного под конкретную задачу ввода/вывода несёт на себе базовая плата. Модуль COM разработчик конечной систе-

мы покупает, базовую плату проектирует самостоятельно либо заказывает её у третьей фирмы. Базовая плата может быть оснащена какими угодно дополнительными компонентами (ЦАП, АЦП, коммуникационными интерфейсами, DSP-процессорами, цифровым вводом-выводом), может иметь любой формфактор – хоть овальный, лишь бы на ней был предусмотрен стандартный разъём COM. Размеры COM-модуля, расположение его разъёмов и разводка контактов, посредством которых модуль COM подключается к базовой плате, унифицированы, что позволяет легко заменять одно COM-изделие другим и с минимумом усилий масштабировать возможности конечной системы на базе однажды разработанной базовой платы. Можно рассматривать концепцию COM и как разделение труда между поставщиком COM-модулей и разработчиком конечных решений: первый осуществляет рутинную базовую интеграцию процессора, чипсета и памяти, второй за счёт этого быстрее выходит на рынок, а также более полно и качественно реализует в конечной системе (на базовой плате) свои ноу-хау. Конечная система в результате становится легко модернизируемой и быстрее появляется на рынке, а процесс её разработки существенно удешевляется.

Концепция COM была изобретена международным холдингом Kontron. Холдинг Kontron уже подарил индустрии встраиваемых систем целое семейство COM-стандартов: согласно установившейся традиции, спецификации, по которым Kontron создаёт свои «компьютеры на модуле», периодически становятся достоянием общественности. Kontron просто публикует эти спецификации на своём сайте, после чего их могут использовать все желающие. Именно так появились на свет открытые технологии DIMM-PC, E<sup>2</sup>Brain, ETX, ETX 3.0, ETXexpress, microETXexpress и nanoETXexpress, пользующиеся широкой поддержкой в отрасли.

Спецификации ETXexpress и microETXexpress привлекли внимание международного консорциума PICMG ([www.picmg.org](http://www.picmg.org)) и после прохождения необходимых формальных процедур стали известны

в мировой индустрии встраиваемых систем как официально одобренные открытые промышленные стандарты COM Express и Compact COM Express.

Наряду с DIMM-PC, конструктив nanoETXexpress, чьи размеры примерно соответствуют размерам кредитной карточки, относится к числу самых малогабаритных стандартизованных COM-формфакторов. Благодаря существованию подобных конструктивов, сегодня преимущества концепции COM доступны разработчикам современных ультрамобильных и портативных систем, желающим опередить конкурентов и применить в своих решениях самые передовые технологии.

### СИСТЕМНЫЙ ИНТЕРФЕЙС PCI EXPRESS

В мире настольных компьютеров и серверов быстрая последовательная шина PCI Express давно уже стала привычной, однако в индустрии встраиваемых систем она начинает получать широкое распространение лишь сегодня. Это нормальное явление: офисные технологии всегда приходят в Embedded-индустрию с некоторой задержкой. Сегодня необходимость в интерфейсе PCI Express на рынке встраиваемых систем назрела объективно, поскольку именно с его помощью можно в полной мере раскрывать возможности современных компонентов и обеспечивать их эффективное взаимодействие с высокопроизводительной периферией.

Адаптации шины PCI Express под специфику приложений класса Embedded посвящена целая серия COM-совместимых стандартов: ETXexpress/COM Express (габариты 125 × 95 мм), microETXexpress/Compact COM Express (95 × 95 мм) и nanoETXexpress (55 × 84 мм). Последний формфактор уникален в том смысле, что на сегодняшний день изделия nanoETXexpress являются самыми миниатюрными из когда-либо созданных человеком полнофункциональных компьютерных ядер на базе 45-нанометровой технологии, оснащённых интерфейсом PCI Express. Более того, в модулях nanoETXexpress используется шина PCI Express второй версии, что является достаточно ред-

ким явлением на рынке встраиваемых приложений в целом.

### Разъём COM.0 Type 1

Высококачественный 220-контактный разъём, при помощи которого модули nanoETXexpress подключаются к базовой плате, полностью совместим со спецификацией COM Express (COM.0 Type 1). Теоретически это позволяет устанавливать на одни и те же базовые платы модули трех типов: ETX Express/COM Express, microETXexpress/Compact COM Express и nanoETXexpress. Для первых двух формфакторов данная возможность действительно очень важна, однако в супермобильных приложениях, на которые ориентированы изделия nanoETXexpress, она будет использоваться нечасто.

Суть в другом. Коннектор COM.0 Type 1, определённый в стандарте COM Express, гораздо надёжнее обычного краевого соединителя типа «гребёнка», поскольку эффективнее противостоит воздействию ударов и вибрации и имеет гораздо лучшие характеристики в плане электромагнитной совместимости. Последнее очень важно для обеспечения нормального функционирования PCI Express, поскольку вторая версия PCI Express работает на вдвое более высокой частоте и требует вследствие этого лучшего экранирования. Поскольку в ближайшие годы шина PCI Express будет вытеснять интерфейс PCI из мобильных и портативных приложений, разъём, обеспечивающий её адекватную поддержку, автоматически оказывается «ориентированным на будущее». Коннектор COM.0 Type 1 способен обеспечить для конечных систем более длительный жизненный цикл, и потому этот разъём и оснащённые им продукты очень хороши для использования в новых, рассчитанных на перспективу проектах.

### МИКРОАРХИТЕКТУРА INTEL ATOM

Процессор Intel Atom, на базе которого построен модуль nanoETXexpress-SP, сам по себе является средоточием новых технологий, методик и подходов, в чём и состоит основная трудность в подсчёте числа новаций на квадратный дюйм, о котором говорилось выше.

Прежде всего, процессоры Intel Atom позиционируются как конкуренты чипов с архитектурой ARM, в том числе процессоров XScale, которые ещё совсем недавно производились Intel, а теперь выпускаются компанией Marvell (подразделение XScale было продано компании Marvell в 2006 г.). Компания Intel приняла фундаментальное решение: производить микропроцессоры со стандартной системой команд x86 для всех мобильных и ультрамобильных приложений, отказавшись от поддержки и производства процессоров «нестандартной» для себя архитектуры ARM/XScale. Микроархитектура Intel Atom создаёт очень важный рыночный прецедент: это едва ли не первый случай, когда по своему энергопотреблению ЦП с системой команд x86 достойно смотрятся на фоне ARM-устройств аналогичной производительности, не уступая им по габаритам и энергопотреблению. При этом платформа Intel Atom имеет важнейшее, стратегическое преимущество перед ARM/XScale: на платформе Intel Atom работает любой софт, ориентированный на систему команд x86, что даёт разработчикам встраиваемой техники массу преимуществ. Одно дело работать с «полууникальным» системным софтом для ARM и совсем другое – иметь гигантский выбор программного обеспечения для x86, вплоть до Windows XP Embedded.

Маркетинг здесь достаточно прямолинеен: архитектура ARM на протяжении многих лет является абсолютным лидером в секторах мобильной и портативной техники, и, коль скоро новый ЦП от Intel ориентирован на те же рынки, он должен приближаться к ARM-устройствам по своим ключевым эксплуатационным показателям, главными

из которых являются энергопотребление и производительность в мобильных приложениях. Проблема носит не рыночный, а сугубо технический характер: доводка архитектуры x86 до уровня ARM по энергопотреблению – задача весьма нетривиальная. Решить эту задачу не представлялось возможным как минимум до выхода на уровень 45 нм.

Итак, специалисты Intel поставили перед собой цель: создать процессор, совместимый с набором команд x86, но обладающий энергопотреблением и габаритами на уровне ARM и имеющий цену, устраивающую рынки мобильных устройств и встраиваемых приложений. В самом начале работ над новым ЦП пришло понимание того, что единственным путём для достижения этой цели является разработка всей микроархитектуры с нуля. Пойдя этим путём, инженеры Intel создали процессор Intel Atom, демонстрирующий в целевых приложениях в разы большую производительность по сравнению с близкими по энергопотреблению устройствами ARM (см. рис. 3).

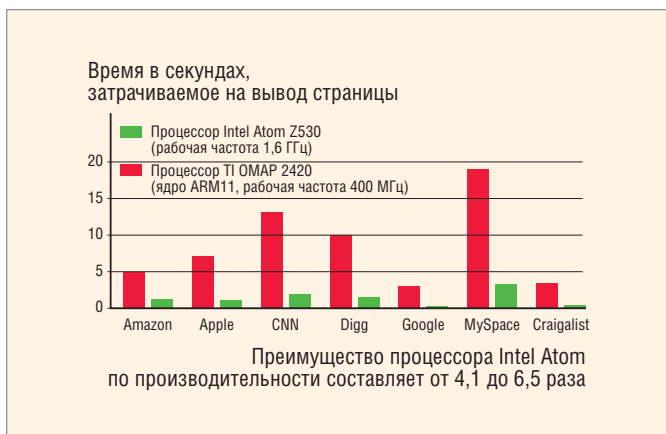
Процессор Intel Atom является уникальным устройством, не имеющим аналогов в продуктовой предложении Intel и не вписывающимся ни в одно из существующих продуктовых семейств. Intel Atom – это совершенно новая процессорная архитектура, дающая начало совершенно новой продуктовой линейке среднепроизводительных дешёвых чипов, потребляющих крайне мало электроэнергии и позволяющих использовать в мобильном и портативном сегментах программное обеспечение для процессоров x86. В таблице приведены сведения о ЦП семейства Intel Atom, составляющих ультрамобильную серию Intel Atom Z5xx.

Как можно видеть из этой таблицы, тепловой пакет (Thermal Design Power – TDP) у процессоров Atom Z500 варьируется в пределах от 0,65 до 2,64 Вт. К этим цифрам нужно добавить энергопотребление чипсета Intel SCH, которое не превышает 2,3 Вт. Полная мощность, рассеиваемая ЦП и чипсетом, оказывается, таким образом, меньше 5 Вт. Это заметный прогресс по сравнению с существующими экономичными x86-решениями: заявленное энергопотребление одного процессора VIA Nano, работающего на частоте 1,8 ГГц, составляет 25 Вт (!), одного чипа 900-мегагерцового процессора Intel Celeron M ULV – 5 Вт.

О процессоре Intel Atom можно говорить долго, он необычен во многих отношениях. Это единственный x86-совместимый процессор с поддержкой EM64T, SSSE3, Intel VT (Virtualization Technology) и других современных функций, это первое за последние несколько лет изделие Intel, поддерживающее технологию виртуальной двухъядерности Hyper-Threading (новое название – Simultaneous Multithreading, SMT), это первое с 1993 г. устройство Intel с очередным выполнением команд. Наконец, это едва ли не единственный ЦП марки Intel с асимметричным кешем L1 (24 Кб для данных и 32 Кб для команд). Часть этих особенностей является следствием борьбы за драгоценные милливатты, часть обусловлена новизной микроархитектуры Intel Atom, часть является следствием оптимизации производительности. Наиболее неожиданным событием является, пожалуй, возврат технологии Hyper-Threading: в век истинной многоядерности уже мало кто ожидал увидеть на рынке новые виртуально многоядерные устройства. Однако Intel Atom – это не Core 2 Duo. Он лежит вне генеральной линии развития процессорной техники Intel для рынков серверов и ПК, и ему Hyper-Threading пришлось как нельзя кстати, что подтверждают результаты сравнительного тестирования: включение функции Hyper-Threading способно увеличить производительность Intel Atom в полтора и более раза (см. рис. 4). Итак, корпорация Intel полностью закрыла линию ARM/XScale и вышла на все мировые рынки

**Характеристики процессоров серии Intel Atom Z5xx**

Модель	Тактовая частота	Объём кеша L2, Кб	Частота системной шины, МГц	Поддержка технологии Hyper-Threading	Тепловой пакет (TDP)
Intel Atom Z500	800 МГц	512	400	Нет	0,65 Вт
Intel Atom Z510	1,1 ГГц	512	400	Нет	2 Вт
Intel Atom Z520	1,33 ГГц	512	533	Есть	2 Вт
Intel Atom Z530	1,60 ГГц	512	533	Есть	2 Вт
Intel Atom Z540	1,86 ГГц	512	533	Есть	2,4 Вт



**Рис. 3. Сравнение времени, затрачиваемого процессорами Intel Atom Z530 и Texas Instruments OMAP 2420 на отображение интернет-страниц**

ультрапортативных, ультрамобильных приложений с новейшим, недорогим решением Atom, обладающим исключительными достоинствами в глазах разработчиков и потребителей: от цены и энергопотребления до габаритов и наличия гигантского пула программного обеспечения, написанного под систему команд x86. Остальное – детали...

**Продукт nanoETXexpress-SP под микроскопом**

Модуль nanoETXexpress-SP рассчитан на процессоры серии Intel Atom Z5xx, работающие на частотах от 1,1 до 1,6 ГГц. Сохраняя совместимость с набором команд x86, платформа Intel Atom весьма компактна и потребляет очень мало электроэнергии: размеры самого ЦП составляют 13 × 14 мм, размеры одночипового интегрированного чипсета Intel System Controller Hub (SCH) US15W – 22 × 22 мм (рис. 5), а суммарное энергопотребление связки «процессор + чипсет» не превышает 5 Вт.

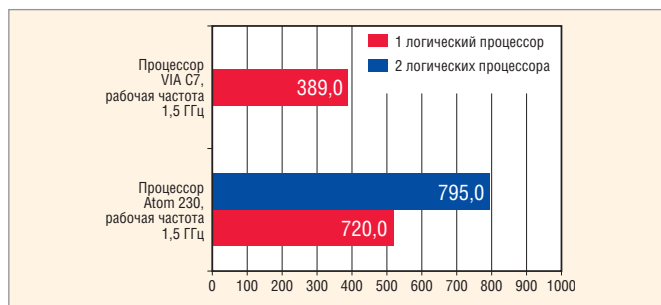
Модуль nanoETXexpress-SP оснащён загрузочным флэш-накопителем на 2 Гб и запаянной системной памятью DDR2 400/533, объём которой может достигать 1 Гб. В разъём COM Express Type 1 выведены порт Gigabit Ethernet, канал Serial ATA, восемь портов USB 2.0 (один с клиентской функциональностью, дающей возможность присоединять систему на базе nanoETXexpress-SP к любому ПК как обычную USB-периферию) и шина PCI Express x1, которую можно использовать для подключения различных устройств расширения на плате-носителе.

Если поддержка локальной сети не требуется, возможна реализация дополнительных линий PCI Express. Доступен внешний мост, сопрягающий шины PCI Express и PCI. Модуль nanoETXexpress-SP совместим с технологиями серии SD/SDIO (SD, miniSD, MMC и DE-ATA): поддержка соответствующих интерфейсов реализуется на базе контактов разъёма COM Express для линий GPIO. Возможности видеоподсистемы Kontron nanoETXexpress-SP не могут не впечатлять: 18/24-разрядный канал LVDS, графическая память объёмом 256 Мб, интегрированные декодеры MPEG2 и H.264 и поддержка визуализации в форматах HDTV – это явно больше, чем может потребоваться большинству перспективных мобильных и портативных устройств.

Программная поддержка модуля Kontron nanoETXexpress-SP включает BSP-пакеты для операционных систем Linux, Windows XP, Windows XP Embedded, Windows CE и ОС реального времени VxWorks. Возможно создание пакетов BSP и под другие популярные ОСРВ типа QNX, LynxOS и т.п. Это делает изделие Kontron nanoETXexpress-SP универсальным в полном смысле слова, т.е. подходящим для применения в самых различных приложениях: от потребительской мобильной техники до глубоко встроенных боевых систем, от мобильных средств связи до рекламных терминалов, медицинских приборов и промышленных ПЛК.

**Созданы друг для друга**

Поскольку и процессорная архитектура Intel Atom, и формфактор



**Рис. 4. Результаты прогона теста Cinebench R10 на мобильных процессорах Intel Atom 230 и VIA C7**

Тестирование производилось экспертами издания Tom's Hardware (www.tomshardware.com); частота Intel Atom 230 была снижена со штатного значения до уровня 1,5 ГГц, соответствующего номинальной тактовой частоте VIA C7

nanoETXexpress ориентированы на недорогую мобильную, портативную и встраиваемую технику следующего поколения, они как нельзя лучше подходят друг к другу.

Сверхмалые размеры плюс совместимость со стандартом COM Express – это уже очень и очень сильная комбинация. Добавив сюда малопотребляющий процессор Intel Atom, совместимый с набором команд x86, получаем и вовсе революционное решение – платформу для ультрамобильных и глубоко встроенных систем, на которой можно запускать полноценное «настольное» программное обеспечение.

Последний момент заслуживает того, чтобы о нём поговорить особо. Похоже, что тайные мечты пользователей КПК, коммуникаторов, прочей мобильной техники и встраиваемых устройств начинают, наконец, сбываться. Ведь что такое ПО для процессоров x86? Это те самые операционные системы, интернет-браузеры, графические пакеты, офисные и другие приложения, что работают на наших с вами персональных компьютерах! Ничто не мешает запустить на процессоре Intel Atom ни оригинальную Windows Vista, ни Adobe Photoshop последней версии.

Когда одни и те же программы будут использоваться на самых разных платформах, наступит новая эра. Границы между системами различной ориентации начнут размываться, слово «компьютер» лишится приставок «мобильный», «настольный», «встраиваемый», «портативный» и «офисный» и станет употребляться как по отношению к

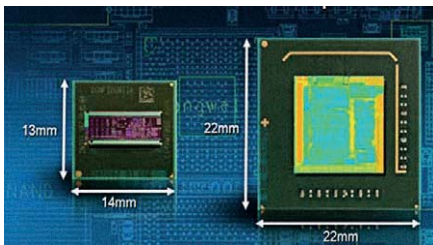


Рис. 5. Физические размеры процессора Intel Atom Z5xxx и чипсета Intel SCH

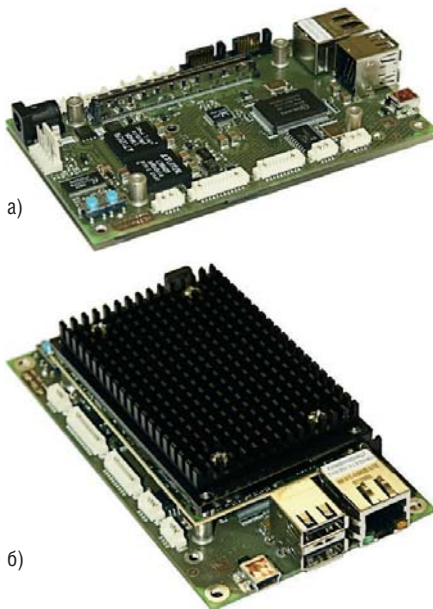


Рис. 6. Плата-носитель без модуля nanoETXexpress (а) и с установленным модулем nanoETXexpress (б)

громоздким аппаратным блоком, стоящим на полу, так и по отношению к миниатюрным устройствам, помещающимся в карман. Не об этом ли мечтают идеологи проектов Origami Project/UMPC (Ultra Mobile PC), пытающиеся создавать карманные устройства с функциональностью «большого» офисного или домашнего ПК?

Исходя из технических характеристик модуля Kontron nanoETXexpress-SP, можно заключить, что его целевым рынком являются ультрамобильные и встраиваемые приложения, где требуются достаточно быстрые процессоры с системой команд x86, передовые графические возможности, поддержка интерфейсов PCI Express, USB 2.0 и Serial ATA, а также длительные сроки работы от батарей/аккумуляторов. Более конкретно: Kontron nanoETXexpress-SP будет отличным выбором для различных носимых устройств медицинского назначения, портативной мультимедийной техники и компактных систем для

работы с данными, а также для промышленных, контрольно-измерительных, бортовых и авиационных приложений. Кроме того, данный модуль способен дать жизнь целому классу новых устройств и систем, которые просто не могли появиться раньше по причине ограничений, связанных с энергопотреблением и размерами комплектующих, а также в связи с отсутствием соответствующей программной базы. Речь идет о тех же UMPC, т.е. об ультрамобильных персональных компьютерах, мобильных интернет-устройствах (Mobile Internet Device – MID), иной портативной технике и других системах, названия для которых пока не придуманы.

На основе nanoETXexpress-SP уже разрабатываются первые клиентские решения. Компания Diamond Point International ([www.dpie.com](http://www.dpie.com)) будет применять модуль nanoETXexpress-SP в новых промышленных компьютерах серии RD-103, компания b-plus ([www.b-plus.com](http://www.b-plus.com)) создаёт на базе nanoETXexpress-SP новые платформы для промышленных КПК (продуктовая линейка embedded PDA – ePDA). Другие компании, такие как ACCESS I/O ([www.accessio.com](http://www.accessio.com)) и Microteam Oy ([www.microteam.fi](http://www.microteam.fi)), разрабатывают для nanoETXexpress-SP базовые платы как по собственной инициативе, так и на заказ. Одним из решающих аргументов в пользу nanoETXexpress-SP явилась его низкая цена. В числе других причин, побудивших выбрать модуль nanoETXexpress-SP, эти клиенты отмечают сверхмалые габариты платформы nanoETXexpress, делающие её подходящей для мобильных и портативных устройств, стандартный разъем COM Express Type 1, позволяющий использовать существующие наработки, чрезвычайно низкое энергопотребление процессора Intel Atom, открывающее перед программными и аппаратными технологиями из мира x86 те секторы, где традиционно доминировали RISC-архитектуры, а также высокую производительность нового ЦП, превосходящую запросы многих сегодняшних приложений на этих рынках.

Ценность nanoETXexpress-SP для профессиональных разработчиков обусловлена тем, что это не «голый»

процессор и не набор из процессора и чипсета, а готовая интегрированная недорогая платформа, которую можно и нужно использовать как ядро разрабатываемой мобильной системы. Покупая модуль nanoETXexpress-SP, разработчик получает перспективный процессор Intel Atom на стандартизированной плате сверхмалых размеров, для которой уже написана масса системного и прикладного ПО, что позволит ему выпустить свою систему на рынок в самые сжатые сроки, наделив её при этом самой современной функциональностью.

### Плата-носитель своими руками

По нашему мнению, сделать собственную плату-носитель совсем нетрудно. Аппаратчики, используя подробную документацию на модуль nanoETXexpress и отдельные подробные инструкции по проектированию собственных плат-носителей, создадут своё уникальное оптимизированное решение очень быстро (рис. 6). На стартовом этапе разработки достаточно иметь уже готовые универсальные платы-носители от Kontron или другой компании для nanoETXexpress-SP.

### Зачем и кому всё это нужно?

Программисты могут начинать работать немедленно. Их работа в большинстве случаев сведётся к простому переносу ПО со стандартного ПК на платформу nanoETXexpress/Atom. Автоматически снизятся и требования к квалификации и стоимости труда системных программистов, которые в «доAtomную» эру работали на узкоспециализированных архитектурах типа XScale. Чрезвычайно упрощается работа проектировщиков аппаратного обеспечения, причём как на этапе создания первоначальной модели или прототипа конечного изделия, так и в процессе его дальнейшей модернизации. Снабженцы, вместо того чтобы долго и нудно закупать множество разрозненных компонентов от разных компаний, смогут приобретать одну-единственную позицию – модули nanoETXexpress-SP, что приведёт к резкому снижению логистических издержек. Благо стоит nanoETXexpress-SP очень и очень недорого.

Когда на рынке существуют столь привлекательные предложения, покупать отдельные компоненты процессорного ядра (процессор, память, чипсет, сетевые контроллеры и т.п.) с их последующей интеграцией собственными силами нет никакого смысла. Дешевле и много надёжнее для бизнеса купить готовый модуль nanoETXexpress-SP, выпускающийся крупными сериями, имеющий гарантийный срок не менее 2 лет и срок доступности не менее 5 лет. Кроме того, конечные решения на базе nanoETXexpress-SP будут легко модернизируемы: для обновления системы будет достаточно заменить использующийся в ней модуль nanoETXexpress на более све-

жую версию. Поэтому ответ на вопрос «Кому это нужно?» звучит очень просто: компаниям, которые желают сократить циклы и стоимость процессов разработки и производства своих изделий и тем самым обеспечить лучшие показатели своего бизнеса в целом. А ответу на вопрос «Зачем это нужно?», собственно, и посвящена настоящая статья.

### Эпилог

Автор настоящей статьи, занимающийся изучением различных ВКТ-технологий и изделий на протяжении многих лет, искренне полагал, что уже давно утратил способность удивляться новому. Однако, изучая абсолютно новое

явление в индустрии встраиваемых компьютерных технологий, которым является платформа nanoETXexpress + Intel Atom, невозможно удержаться от чисто человеческого, искреннего восхищения её красотой, логичностью и завершенностью. Сверхмалогабаритная x86-совместимая платформа nanoETXexpress + Intel Atom представляет собой беспрецедентное явление в индустрии встраиваемых компьютерных технологий, которое очень трудно анализировать «с холодной головой». Мы отдаём должное инженерам разных компаний мира, внесшим свой вклад в создание этого маленького, но яркого и чрезвычайно полезного ВКТ-шедевра. ©