

НОВЫЕ АППАРАТНЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ: ОТ БУДУЩИХ РАЗРАБОТОК ДО ДОСТУПНЫХ РЕАЛИЗАЦИЙ

И.В. Лопухов (Компания ПРОСОФТ)

Основой аппаратной платформы для любой процессорной платы или модуля является связка процессор + чипсет. От платформы зависят все основные характеристики вычислительной системы, вплоть до "срока жизни" на рынке. Рассматриваются новые платформы для встраиваемых систем, которые уже начали использоваться производителями промышленного оборудования или имеют такой потенциал в будущем. Представлены их основные характеристики, выделены преимущества и недостатки относительно специфики использования.

Ключевые слова: процессор, чипсет, сетевой контроллер, двухядерная архитектура, встраиваемые системы.

Рынок аппаратных платформ в целом крайне разнообразен, и его обзор достоин, как минимум, книги. Поэтому сразу стоит очертить рамки, что в данной статье будет рассматриваться под аппаратными платформами для встраиваемых систем. Компания Intel под термином "платформа" подразумевает связку процессор + чипсет + сетевой контроллер. Ввиду того, что для встраиваемых систем принципиально лишь наличие последнего, ограничимся конкретикой по поводу чипсета и процессора. Будем рассматривать x86-платформы, как наиболее распространенные и динамично развивающиеся. Таковых много, однако лишь немногие относятся к классу Embedded ("Встраиваемые"). Главное отличие встраиваемых платформ от потребительских — долгий "срок жизни" — 5...7 лет против 0,5...1,5 г. Кроме того, в России под этим термином часто понимают именно мобильные платформы, то есть системы в компактном форм-факторе с относительно низким энергопотреблением.

Самые производительные варианты современных встраиваемых систем базируются на двухядерных мобильных процессорах Intel семейства Core. Первой "ласточкой" и самой массовой платформой для встраиваемых систем на сегодняшний день является чипсет i945GM+ICH7M с процессором Core 2 Duo/Celeron на ядре Yonah. Появившись 2,5 года назад, двухядерные центральные процессоры (ЦП) и соответствующие им чипсеты непрерывно эволюционируют и по сей день [1]. Следующим встраиваемым чипсетом Intel стал GME965+ICH8M с поддержкой более современных ЦП Core 2 Duo на ядре Merom. В последней на данный момент "итерации" появилась платформа на чипе GM45, поддерживающая "топовые" мобильные процессоры Core 2 Duo с ядром Penryn. Очевидно, что в ближайшие 1...2 г. последние две платформы станут основой для большинства высокопроизводительных встраиваемых систем. Прогресс в целом связан с увеличением производительности системы при сохранении прежнего уровня энергопотребления, то есть повышения соотношения "производительности

на Ватт". Производительность — понятие комплексное, подробности же дадут большее понимание, что несут в себе эти платформы.

Santa Rosa — это не только город в Калифорнии

Название Santa Rosa получила встраиваемая платформа Intel на основе чипсета GME965+ICH8M и мобильного процессора Core 2 Duo с ядром семейства Merom. Встраиваемые системы на данной платформе получают все большее распространение на российском рынке, но по-прежнему являются достаточно новыми. Santa Rosa является приемником платформы Intel Napa/Napa Refresh, базирующейся на популярном чипсете i945GM+ICH7M [2]. Новая системная логика отличается, главным образом, совместимыми процессорами с более быстрой процессорной шиной — 800 МГц и графическим ядром четвертого поколения GMA X3100. Несмотря на многие сходства процессоров Yonah и Merom, переход на последние дает в среднем прирост производительности на 20%. Что касается графики, по сравнению с GMA950 в i945GM графическое ядро GMA X3100 обладает большей тактовой частотой — 500 МГц, максимальным разрешением 2048 x 1536 точек и совместимо с новыми программными пакетами OpenGL 2.0 и DirectX 10.

В списке поддерживаемой южным мостом ICH8M периферии прослеживается тенденция к переходу на последовательные интерфейсы: увеличена поддержка PCI Express с четырех (у ICH7M) до шести слотов x1, в то время как шина PCI урезана с шести до четырех слотов. Другим важным изменением является перевод встроенного сетевого адаптера на стандарт Gigabit Ethernet.

"Расплатой" за увеличение вычислительной мощности и производительности графики является незначительное увеличение максимальной потребляемой мощности системы: на 8 Вт для чипсета и в среднем на 4 Вт для процессоров. Однако типовые и минимальные значения теоретически должны быть даже ниже, а абсолютные всегда зависят от конкретной реализации.

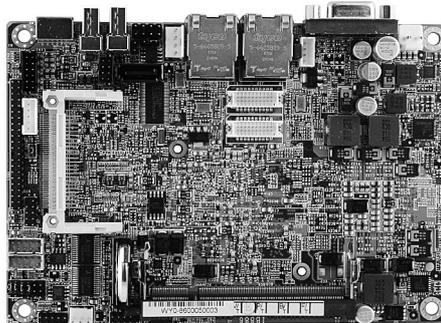


Рис. 1. Одноплатный компьютер формата 3,5" iBASE IB886

Встраиваемые решения в виде процессорных модулей, одноплатных компьютеров и готовых систем на основе чипсете GME965+ICH8M начали появляться у разных производителей с начала 2008 г. Однако тогда речь шла преимущественно о стандарте Mini-ITX, являющемся "пограничным" с настольными системами. Более компактные системы на данной платформе появились лишь к концу 2008 г. В качестве примера можно рассмотреть 3,5" одноплатный компьютер IB886 от производителя промышленных и встраиваемых решений, партнера Intel по встраиваемым системам – компании iBASE. Внешний вид платы представлен на рис. 1. Она рассчитана на установку ЦП в разъем типа Socket P, который расположен на обратной стороне. Процессоры можно менять в пределах от экономичных Celeron M серии 5xx до упомянутых Core 2 Duo с шиной 800 МГц, имеющих индексы типа T7xxx. На "лицевой стороне" платы располагается разъем SO-DIMM для оперативной памяти DDR-II объемом до 2 Гбайт, порт SATA, LVDS, разъем для памяти Compact Flash. На кромке платы также распаяны порты Gigabit Ethernet, USB, PS/2, VGA. Питание модуля IB886 осуществляется от источника питания 12 В, максимальный потребляемый ток – до 3,5 А (с ЦП Core 2 Duo T7100 1,8 ГГц, 1 Гбайт DDR-II). Уровень потребления, конечно, для компактной системы не мал. Он объясняется выбором съемного мобильного процессора, максимальное потребление которого более 30 Вт. Однако не стоит забывать, что низковольтные процессоры, которые напаиваются на платы, сами по себе в 2 раза дороже "сокетных", что часто важнее десятка лишних Ватт мощности. Таким образом, IB886 от iBASE можно отнести к экономичному варианту встраиваемой системы на основе платформы Santa Rosa.

Montevina – шаг к четырехъядерным встраиваемым платформам?

Отношение к воплощению данной платформы во встраиваемых системах может быть весьма разным. Дело в том, что мобильный чипсет GM45+ICH9M может работать как с вполне мобильными процессорами от ультра-низковольтного Celeron, так и с достаточно мощными, вплоть до нового ЦП Core 2 Quad T9100. И если Celeron, будучи напаян на плату, потребляет до 5,5 Вт, то четырехъядерный процессор T9100, позиционируемый Intel как "мобильный", может нагрузить систему на не совсем "встраиваемые" 60 Вт. Однако если не вдаваться в крайности, Montevina может стать основой для высокопроизво-

дительной системы с более чем умеренными аппетитами по питанию и тепловыделению.

Сам чипсет GM45+ICH9M является приемником GME965+ICH8M, главными отличиями от которого стали поддержка новых ЦП на шине 1066 МГц, графическое ядро следующего поколения и обновленный "южный мост" – ICH9M [2]. Принципиальный момент имеется с оперативной памятью. Она может быть двух стандартов: DDR2 и DDR3, выбор из которых определяется производителем. Процессор же выполнен по новой архитектуре Penryn с увеличенным на 2 Мбайта "кэшем" и, в частности, новым набором инструкций SSE4, существенно ускоряющих обработку мультимедиа.

Эти преимущества, конечно, будут наиболее актуальны в приложениях, связанных с обработкой графических видеоданных, например, 3D-графикой. Такой род задач еще недавно отнесли бы к сегменту серверов и рабочих станций, но с приходом в Россию распределенных видеосистем, систем распознавания визуальных объектов (лиц, машин), систем машинного зрения подобные задачи становятся актуальными и для встраиваемых систем. Если брать в рассмотрение вариант с самым "холодным" и малопотребляющим ЦП, то и тут процессор Penryn также покажет себя с лучшей стороны: в зависимости от вида задачи ультра-низковольтный Celeron (5,5 Вт TDP) с ядром Penryn может быть до 60% быстрее аналогичной модели архитектуры Yonah. Таким образом, решение на основе Montevina (в ее самом "холодном" варианте) может оставаться в пределах 20 Вт, обеспечивая большую, чем у предшественников, производительность [3].

"Живых" примеров встраиваемых систем на основе логики GM45 и процессора Penryn пока найти крайне сложно. Тем не менее, у той же компании iBASE уже появилась Mini-ITX плата в промышленном исполнении с кодом MI945 (рис. 2). Данная модель поддерживает двухъядерные процессоры с частотой до 2,53 ГГц, и ОЗУ типа DDRII объемом до 4 Гбайт. Что касается четырехъядерных мобильных ЦП, то для них скоро выйдет модификация упомянутой платы iBASE с индексом MI945X. Встроенное в чип GM45 графическое ядро GMA4500MHD позволяет получить до двух независимых DVI интерфейсов с HDTV качеством. Опционально возможны варианты с HDMI или CRT интерфейсами. Уровень энергопотребления платы, благодаря примененным в платформе новым технологиям энергосбережения, остается на низком уровне: с максимально мощным ЦП Core 2 Duo T9400 и с ОЗУ DDRII 2 Гбайт – менее 30 Вт.

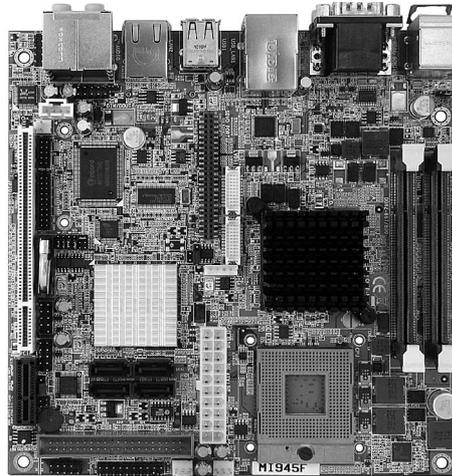


Рис. 2. Промышленная плата формата Mini-ITX iBASE MB945

Calpella стирает границы между процессором и чипсетом

О будущей встраиваемой платформе Intel пока известно не так много. Для Calpella анонсирована новая архитектура, основанная всего на двух чипах: процессоре Auburndale и чипе Ihex Peak-M. Первый возьмет на себя не только "обычные" вычислительные функции, но также будет содержать интегрированный контроллер памяти DDR3 и графический контроллер. Чип Ihex Peak-M, заменяющий традиционный "южный мост", будет обслуживать периферийные интерфейсы, интерфейсы жестких дисков, шину PCI Express и видеоинтерфейсы встроенной графики.

Архитектура, основанная на двух чипах, обладает высокой степенью интеграции компонентов, что позволяет снизить потери электроэнергии и уменьшить тепловыделение.

Сроки выхода Calpella в свет — вторая половина 2009 г. Соответственно практических реализаций можно ожидать только в 2010 г., в частности, у известного производителя встраиваемых решений — компании Advantech в планах обновление линейки встраиваемых компьютеров ARK моделью на основе новой платформы. У компании iBASE также ожидаются встраиваемые системы на основе платформы Calpella.

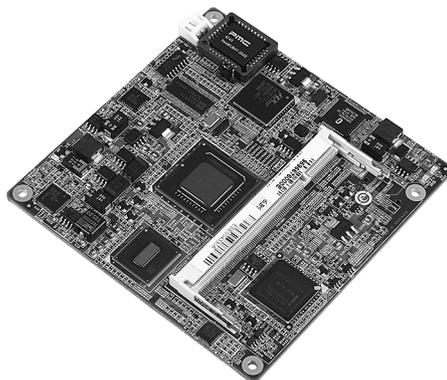


Рис. 3. ЦПУ-модуль формата COM-Micro Advantech SOM-6760

ственно) энергопотреблением и приемлемой частотой ядра: 1 ГГц (для 200U) и 1,5 ГГц (для 210U). Первый инженерный образец встраиваемого компьютера с ЦП Sempron 200U появился еще в августе 2008 г. у компании iBASE (3,5" компьютер IB885), но массовое распространение эта платформа получит лишь в 2009 г., с началом официальных продаж этих ЦП разработчикам.

Платформа с ЦП Sempron 2x0U и логикой M690E не обещает сверх низкого уровня энергопотребления: помимо процессора чипсет сам потребляет до 12 Вт, что для конечного изделия с ЦП и ОЗУ означает максимально 25...30 Вт. Поэтому по экономичности "легкие" встраиваемые решения с ЦП Celeron могут быть впереди. Тем не менее,

смысл для использования этой платформы имеется. Встроенный графический контроллер ATi Radeon X1200 аппаратно поддерживает DVI (HDMI) интерфейс (независимо от аналогового VGA/LVDS), графический пакет DirectX 9.0, и по производительности существенно превосходит контроллер GMA950, имеющийся в чипе Intel 945. Новые платформы Intel Santa Rosa и Montevina уже обгоняют платформу с чипом M690E в плане производительности встроенной графики, но и стоимость решений будет выше.

Будущее встраиваемых систем по версии AMD кажется более чем светлым: на подходе новая встраиваемая платформа AMD с чипсетом 780E+SB700. Ожидается, что новый чипсет будет потреблять меньше энергии, чем предшественник, при этом поддерживать мобильные процессоры Sempron и двухъядерные Athlon, а также оперативную память DDR3. Производительность вычислительного ядра этой платформы пока сложно оценить, но можно смело предположить, что благодаря встроенному в ЦП контроллеру памяти DDR3 и процессорной шине с технологией Hyper transport 3.0, она будет сравнима, как минимум, с Santa Rosa. Что касается графического ядра, то

AMD в погоне за Embedded

Встраиваемые системы от AMD — явление не новое. Ультрамобильные процессоры Geode серий GX и LX давно применяются в промышленных вычислительных системах начального уровня. Первые уже практически ушли в историю, а серия LX ныне представлена моделями LX700/LX800, нашедшими применение в целой массе решений от различных производителей. Большое будущее эту линейку, судя по всему, не ожидает: так и не востребованным остался последний представитель семейства Geode — LX900 с частотой 600 МГц (против 500/433 МГц у LX800/700), но и существующие решения будут держаться на рынке более 5 лет — пока будет спрос.

В 2007 г. дебютировал более производительный аналог Geode'ов — чипсет M690E+SB600, также имеющий долгий "срок жизни". Однако он предлагался с мобильными ЦП Athlon и Sempron, не отличавшимися скромностью в плане потребляемой мощности. "Вторую жизнь" чипсет получил в середине 2008 г. с анонсированием процессоров Sempron 200U и 210U, обладающих низким (до 8 и 15 Вт соответ-

Таблица

Платформа	Navy Pier	eMenlow	eMenlow XL
Серия ЦП	Intel® Atom N270/A230	Intel® Atom Z5xx	Silverthorne XL
Чипсет	945GSE+ICH7	US15W	Poulsbo XL
Тепловыделение ЦП + чипсет, Вт	~10	4,3...4,5	~4,5
ОС Windows	Windows XP, Windows XP Embedded, Windows CE		
ОС Linux	Fedora Core 8, Suse Ent 10	Red Hat, Red Flag, MontaVista*	Red Hat, Red Flag, MontaVista
Real-Time ОС	Нет	WR VxWorks, QNX Neutrino	WR VxWorks, QNX Neutrino
Видеоинтерфейсы	SDVO, LVDS, VGA, TV	SDVO, LVDS	SDVO, LVDS
Сравнительный тест производительности			
3DMark05	~250	~150	~150
SpecInt	~600	~570 (1,6 ГГц)	~570 (1,6 ГГц)

здесь конкуренцию встроенному контролеру ATI Radeon HD 3300 составить будет практически некому. Он в 2...3 раза производительнее встроенного в чип GME965 контроллера GMA X3100, поддерживает графический пакет DirectX 10 и, как ожидается, кроме DVI и HDMI будет поддерживать новые дискретные интерфейсы Display Port.

Atom на службе у ВС

Рассмотренные ранее платформы в большинстве относились к производительным решениям. К действительно "холодным" можно отнести только варианты на процессорах AMD Geode и ультра-низковольтных Celeron. В 2008 г. появился новый тип процессоров и платформ, который имеет все шансы стать основой для подавляющего числа будущих встраиваемых систем с низким энергопотреблением начального уровня.

Atom – это миниатюрный процессор архитектуры x86, имеющий сверхнизкое энергопотребление (~ 2 Вт). При этом поддерживаются характерные для Pentium частоты ядра (1,1...1,6 ГГц), шины (400...533 МГц), технологии Hyper Threading и наборы инструкций вплоть до SSE 3. Atom стал основой уже трех платформ, ориентированных на сверх компактные встраиваемые системы, различные по областям применения. Их сравнительные характеристики приведены в таблице.

Платформу Navy Pier можно назвать переходной ввиду использования чипсета привычного семейства i945 в паре с южным мостом ICH7M. Модифицированный для работы с ЦП Atom N270 чипсет 945GSE+ICH7 имеет более низкое потребление, чем i945GM, поэтому потребление вычислительного ядра остается в пределах 10 Вт. Используемый процессор Atom N270, несмотря на внушительную частоту – 1,6 ГГц, не показывает впечатляющей производительности. Его можно сравнить лишь с Celeron 1,0 ГГц с ядром Yonah, но здесь корректнее сравнивать по соотношению производительность/Ватт, которое для Atom в 2 и более раза выше. Дополнительный "плюс" этой платформы заключается в чипсете, который сохранил встроенный графический контроллер и поддержку периферии. Следующие платформы с ЦП Atom, названные eMenlow и eMenlow XL, уже используют собственную логику.

Платформа Navy Pier, как и eMenlow уже имеет конкретные реализации, пример которых (с eMenlow) показан на рис. 3. ЦПУ-модуль SOM-6760 производства Advantech формата COM-Micro построен на ЦП Atom Z510 (1,1 ГГц) и чипсете US15W. Энергопотребление SOM-6760 в зависимости от загрузки находится в диапазоне 8...12 Вт. Процессор, используемый в eMenlow, получил кодовое имя Silverthorne. По характеристикам (частота ядра, шина, "кэш") он схож с Celeron, однако имеет ряд инновационных технологий энергосбережения, что позволило снизить энергопотребление до 1...2 Вт.

Чипсет US15W, называемый Poulsbo, обладает встроенным контроллером ОЗУ типа DDRII и графическим контроллером GMA500, аудиоконтроллером, поддерживает шину PCI Express, интерфейсы IDE, USB, SDIO, COM. Производительности встроенной графики достаточно лишь для вывода картинки на LVDS-панель, VGA или DVI интерфейсы доступны только опционально. Тем не менее, Intel предусмотрел встроенный видеodeкодер, так что видеопоток с расширением до 1280x1024 точек будет воспроизводиться без задержек.

Третья платформа eMenlow XL пока не представлена готовыми изделиями, но именно она представляет наибольший интерес для сегмента встраиваемых промышленных систем. Дело в том, что по спецификациям Intel рабочий температурный диапазон для процессоров Atom N270 и Z5x0 составляет 0...70°C, тогда как последний процессор Silverthorne (пока без индекса) рассчитан на работу при температурах -40...85°C. Сейчас выбор процессорных систем промышленного температурного диапазона сильно ограничен моделями с ЦП AMD Geode, Intel Celeron и мало распространенными Vortex. Silverthorne по производительности превышает Geode в 2...3 раза, но и также примерно в 2 раза отстает от Celeron (ядро Yonah, частота ~1 ГГц). Сказать, что он хуже последнего однозначно нельзя, так как отношение производительность/мощность у Silverthorne выше, чем у Celeron.

"Двухъядерный Atom" – уже не каламбур

Очевидно, что упомянутые платформы с ЦП Atom, особенно eMenlow XL, задержатся в сегменте встраиваемых систем надолго. Но это еще не все сюрпризы этого семейства. Intel уже попыталась сделать Atom двухъядерным (Atom A330 для чипсета i945GSE+ICH7M), но видимое отсутствие интереса производителей к данному ЦП (ввиду завышенного энергопотребления) не пророчит ему светлого будущего. К концу 2009 г. заявлен еще один вариант процессора Atom с кодовым названием Pineview-M. Ожидается, он будет развитием модели N270, но чипсет уже будет иным. Новый Atom получит одно или даже два ядра с тактовой частотой, превосходящей 1,6 ГГц, встроенный в ЦП контроллер памяти DDRII и графический контроллер, схожий с GMA950 (в i945GSE), но с большей частотой – 200 МГц. Обслуживание периферии ляжет "на плечи" монокристалльного чипсета Tigerpoint. Максимальное тепловыделение ЦП и чипсета не превысит 7 Вт, что с учетом высокой тактовой частоты ЦП позволяет рассматривать Pineview-M как весьма перспективную основу будущих встраиваемых систем.

Заключение

Сегмент встраиваемых систем обладает некоторой инерционностью по отношению к основным трендам компьютерного рынка. Связано это со спецификой

потребителя встраиваемых систем – промышленности, для которой технический прогресс менее важен, чем надежность и практичность уже внедренных, пусть и морально устаревших, систем. Платформы для встраиваемых систем схожи с мобильными решениями для потребительского рынка. На практике новые модели встраиваемых процессорных плат и готовых систем появляются на 1...1,5 г. позже коммерческих аналогов и задерживаются в среднем на 5 лет дольше. Бум "нетбуков" и ультрамобильных компьютеров, наблюдаемый сейчас на потребительском

рынке, способен только положительно сказаться и на рынке встраиваемых систем, который со временем адаптирует удачные новые платформы под промышленное применение.

Список литературы

1. *Mueller, Scott.* Upgrading and Repairing Laptops (2nd Edition). Que Corporation. 2006.
2. *Mueller, Scott.* Upgrading and Repairing PCs (18th Edition). Que Publishing. 2008.
3. *Гарматюк С.* AMD Sempron X2 2100: возвращаясь к теме low-end // iXBT.com. 2009. №76.

*Лопухов Иван Владимирович – инженер компании ПРОСОФТ.
Контактный телефон (495) 234-06-36. [Http://www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)*

ВСТРАИВАЕМЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДУЛИ КОМПАНИИ COMPU LAB для OEM-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НА ТРАНСПОРТЕ И ОБОРОННОЙ ОТРАСЛИ

С.Н. Дроздов, С.В. Золотарев (Компания ФИОРД)

Рассматриваются компьютеры на модуле (CoM) и одноплатные компьютеры (SBC) компании CompuLab Ltd., предназначенные для OEM-производителей встраиваемых заказных изделий для промышленности, транспорта и оборонной отрасли. Встраиваемые модули CompuLab позволяют создавать малогабаритные и высоконадежные изделия, работающие как в обычном, так и в промышленном температурном диапазоне (-40...85°C), имеющие малое энергопотребление и тепловыделение, а также длительный жизненный цикл. Приведены конкретные примеры использования CoM модулей CompuLab в России и за рубежом в промышленных, военных и транспортных системах.

Ключевые слова: компьютеры на модуле, одноплатные компьютеры, встраиваемые модули, "нано" персональные компьютеры.

Компьютерные модули компании CompuLab Ltd. (Израиль, <http://www.complab.co.il>), основанной в 1992 г., ориентированы на OEM-производителей встраиваемых заказных изделий и системных интеграторов. CompuLab была одной из первых компаний в мире, которая стала специализироваться на производстве продукции именно для этой категории заказчиков. В последние годы объем продаж процессорных модулей CompuLab превысил 100 тыс. ед, а число заказчиков – >400 компаний в 60 странах мира. Все это позволило компании CompuLab занять ключевые позиции на рынке CoM с долей около 20%. Все более широкое применение продукция CompuLab находит и в России. Спектр применений продукции CompuLab весьма широк: военная и авиационная промышленность, медицинская техника, транспорт, телекоммуникационное оборудование, интеллектуальные сетевые устройства, миникомпьютеры, компьютерная периферия, оборудование для индустрии развлечений. Для заказчи-



Рис. 1. Внешний вид Fit-PC Slim CompuLab

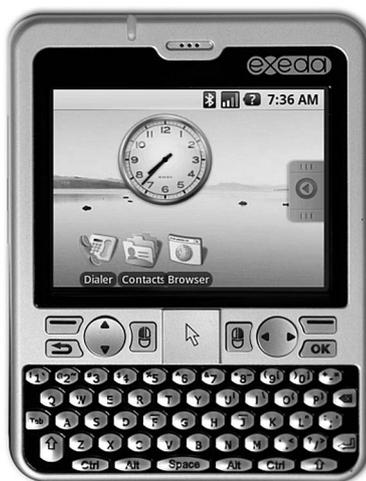


Рис. 2. Коммуникатор-конструктор Exeda с ОС Google Android

ков в военной и промышленной отраслях крайне важным являются такие характеристики изделий CompuLab, как широкие функциональные возможности и надежность, компактные размеры, малое энергопотребление, возможность устойчивой автономной работы в широком температурном диапазоне (расширенном и промышленном), быстрое время запуска аппаратных и загрузки программных средств, длительный жизненный цикл.

Размеры модулей CompuLab малы, но функциональность при этом достаточно велика, что позволяет создавать "нано" ПК (с системой команд x86). На рис.1 представлен ПК Fit-PC Slim на основе CoM модуля CM-iGLX [1]. Вес модуля всего 380 г, потребляемая мощность 4...6 Вт (с возможностью питания от автомобильного аккумулятора 12 В), жесткий диск емкостью 60 Гбайт, оперативная память 512 Мбайт, три порта USB, два Ethernet, Wi-Fi интерфейс 802.11b/g для беспроводной связи, возможность подключения CRT-монитора (VGA) с разрешением до 1920x1440 пикселей, TFT и