

ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ ВТОРОЙ ДЕКАДЫ

Е.В. Деревяго (Компания "Флекс Инжиниринг")

Приводится современное состояние развития рынка процессоров, указываются их основные технические характеристики и области применения.

Ключевые слова: процессор, вычислитель, компьютер-модуль, встраиваемые системы.

Символ модернизации

Известный российский экономист и общественный деятель Е.Г. Ясин отмечает, что любой кризис полезен последующей модернизацией. Лидер страны лидера информационных технологий символом модернизации в своей речи назвал Sputnik. Первый орбитальный аппарат 1957 г. стал для американцев национальным раздражителем и стимулом. Шарик с четырьмя усами, названный американцами Крошкой Луной (Baby Moon) своим бессмысленно библикающим широкополосным радиомаячком запутал и вызвал ложные срабатывания множества устройств радиоуправляемой автоматики на территории США, инициируя сигналы пожарной тревоги, открывая ворота гаражей и домов. Результат космической адреналиновой инъекции остался в национальной памяти. Одним мощным рывком США за 10 лет добрались до Большой Луны и заполнили окружающее пространство многими тысячами собственных "сателлайтов".

В России в понятие модернизации вкладывается сегодня гораздо больше цифрового смысла. Именно поэтому национальным раздражителем объявлена Силиконовая Долина, маленькая часть штата Калифорния, освещаемая ярким солнцем 300 дней в году. Этот же стимул за 80 лет до этого породил другой феномен — Голливуд.

Нет отрасли, более отвечающей задачам модернизации, чем встраиваемое компьютеростроение, в оригинале Embedded Computing. Это направление было непосредственно призвано обеспечить задачи модернизации в существующих объемах минимальными затратами времени и средств. Встраиваемая компьютерная техника — своего рода силиконовый протез синтетического разума, омолаживающий старую машину до кондиций современного логически управляемого устройства. Здесь гораздо уместнее именно всеобъемлющее русское понятие слова машина в отличие от механистического английского значения. Множество классов и типов логического оборудования является прямым следствием развития встраиваемой компьютерной техники. Сегодняшняя пропорция общемирового парка вычислительных устройств напоминает соотношение масс животного и насекомого мира. Мелкие хитиновые членистоногие создания перевешивают всю "мясомолочную" фауну

раза в четыре. Они же, без напряжения прыгающие в высоту раз в 100 выше своего роста, остаются тем, пока недостижимым образцом удельной энергетики, в которой так нуждается вся мобильная и встраиваемая электроника.

Встраиваемые ПК в своей нише

В непосредственном физическом смысле встраиваемость устройства в некий объект описывается тремя классическими геометрическими координатами объема и тесно взаимосвязанной с ними энергетикой. Традиционные настольные и мобильные компьютеры, в силу многолетней привычки называемые персональными (ПК), представляют общемировой стандарт пользовательского интерфейса, отправную точку любой идеи, связанной с информатизацией, продукт глобальной программно-аппаратной поддержки, но никак не технический эталон встраиваемого компьютера. Несмотря на это, встраиваемые технические средства, совместимые с ПК, несовершенные энергетически, предлагают свой набор преимуществ: простота и малая стоимость разработки на любом уровне от MS DOS до новейших ОС Windows и Linux, переносимость кодов, совместимость электронного документооборота и технологий обмена данными. Исторически сложилась и объемно энергетическая ниша эффективного применения встраиваемых ПК, характерные размеры от дециметра и выше, энергетика от нескольких единиц до пары десятков Ватт, исходя из паразитного тепла, которое можно безопасно пассивно рассеять в пространстве таких размеров. Большая энергетика даже при активном охлаждении может стать непреодолимым препятствием.

Встраиваемая ниша размерами до нескольких сантиметров и энергетикой до 1 Вт обслуживаются другим направлением вычислителей, семейством процессоров с сокращенной системой команд RISC. Разработка на таких платформах экономически оправдывается только массовым выпуском, а идеологически — требованиями технического задания.

Нуклонный процессор

Идея маркетологов Intel прозрачна — отжать энергетику еще не забытого, огнедышащего Pentium 4 примерно в 20 раз, подобно энергетической установ-

ке ядерного синтеза на фоне огромного древнего реактора. Разнообразное процессорное семейство полноархитектурных ПК-вычислителей, претенциозно именуемых "Атом", собранных на 45 нм кремниевых пленочках, экономичностью не дотянулись до современных RISC всего на 1,5...2 Вт, хотя в масштабах современных достижений RISC эти малые величины могут весить и 100 и 300%. Достойно уважения другое: рекордные параметры новых встраиваемых ПК-вычислителей достигнуты не ценой унижительной потери тактовой скорости и производительности, а исключительно системотехнической оптимизацией на основе новейших технологий. Фактом своего появления процессоры Atom обесценили усилия и прошлые заслуги удачных клонов VIA, AMD и других компаний, еще рискующих бороться с носителем оригинального мнемкода. До атомной компьютерной эпохи градации производительности и экономичности встраиваемых ПК отмерялись архитектурными вехами от Intel: 386, 486, Pentium Tillamook, Pentium II Dixon Pentium 3. Возможности архитектуры возрастали хронологически. Универсальные Atom оставили лишь энергетический классификатор: < 5, 5...10 Вт, 10...20 Вт.

Процессор Atom стал первым полноархитектурным из полноархитектурных CISC процессоров, исполняющим все без исключения инструкции любого "большого" прототипа, вплоть до обработки двух потоков инструкций одновременно (технология HyperThreading), механизма автоматического регулирования напряжения и скорости ядра в зависимости от нагрузки процессора – Enhanced Speed Step, существенным резервом экономичности. Модели Atom 400-500 серии могут работать в 64-разрядном и двуядерном режимах подобно во всех отношениях мощным Core .

Компромиссный прародитель

Первые Atom скрестили с компаньонами предыдущих мобильных процессоров – набором i945GC. Получился очень контрастный мезальянс, классический "неравный брак" холодного процессора, потребляющего < 2,5 Вт, с микросхемами северного и южного мостов, суммарно поедавших около 20 Вт. Это сочетание никак не пролезало в самую широкую тепловую щель и не нашло применения во встраиваемых системах несмотря на очевидный ценовой демпинг.

Следующая комбинация Atom со специально доработанным набором i945GSE+ICH7M также не отличалась тепловой гармонией, сервисные микросхемы "объедали" процессор почти в 3 раза, но общий фон остался в рамках 10 Вт, вполне приемлемых для рассеивания "самотеком". Компьютеры с процессорами N270 1,6 ГГц дали начало двум совершенно новым ли-

Компромисс имеет силу соперников превратить в друзей.

С. Рамишвили

ниям потребительских ПК-совместимых компьютеров так называемым сетевым блокнотам NetBook и малогабаритным настольным компьютерам NetTop. Нетбуки приобрели пронзительную популярность благодаря своей полной совместимости с ПК в габаритах, "встраиваемых" в любую дамскую сумочку, не говоря о долгом батарейном ресурсе. "Неттопы" расширили сферу применения малых деловых компьютеров за пределы возможностей терминалов "тонкий клиент" достойной собственной производительностью. Созда-

тели встраиваемых систем также высоко оценили потенциал таких машин; на сегодняшний день они задействованы во множестве проектов во всем ассортименте выпускаемых аппаратных средств.

Низкопрофильная (очень плоская) плата ITX-2701 форм-фактора miniITX 170x170 мм. Такие платы ранее считались избыточно просторными для встраивания, но профиль 16 мм в значительной степени компенсировал

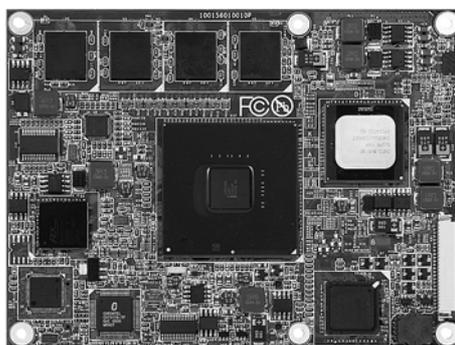


Рис. 1. Компьютер-Модуль ETX

размеры платы, позволяя ей монтироваться в очень плоские компактные корпуса или встраиваться в расщелины размером около 20 мм без риска перегрева. Несмотря на коммерческий формат, компьютер оснащен по высшему промышленному разряду, ОЗУ запаяно намертво, исключая известные эффекты окислений и механических расстыковок, монолитный просторный радиатор принимает тепло от всех теплонапряженных компонент и при небольшой доработке может применяться в самом эффективном режиме контактного теплообмена, отводя тепло на металл внешнего корпуса. Периферийное оснащение системной платы намекает сразу на несколько типовых применений. Изделие располагает двумя гигабитными сетями и шестью последовательными портами, может эффективно использоваться в телекоммуникациях, производственном управлении и задачах автоматизации торговых предприятий. На плате установлен низкоуровневый цифровой видеointерфейс LVDS и контроллер резистивного экранного сенсора touchscreen, компьютер готов "одухотворить" любое изделие класса Операторский Интерфейс НМИ: от уличного платежного киоска до пульта управления. Завершает картину единственный потребный номинал питания 12 В, упрощающий как стационарное, так и мобильное энергоснабжение компьютера, и сторожевой таймер Wtachdog – средство автоматического восстановления системы при фатальных сбоях без помощи персонала. Плата готова к постоянной круглосуточной работе в жестком диапазоне внешних температур -20...70 °С и высоких требованиях к на-

дежности. Существует исполнение предельной температурной стойкости $-40...85\text{ }^{\circ}\text{C}$, и не стоит думать, что это нужно лишь военным.

Компьютер-модуль *EtETX-i2700 мезонинного стандарта ETX 3.0* – полнофункциональный компьютер размерами 114x95 мм (рис. 1). Модуль не автономен, он встраивается на печатный монтаж целевого изделия, которое представляет собой печатную плату с легко-съемным сменяемым "мозгом". Техника "компьютер-модулей" появилась сравнительно недавно своеобразным направленным извращением идеи функционального мезонина. В данном случае функционалом рассматривается номинальный венец иерархии, наемный и сменяемый "менеджер" системы. Плата соразмерна и комбинируема практически со всеми популярными типоразмерами встраиваемых систем: от PC/104 до 3Ux160 мм, 3,5 дюймов, ECX и далее по размерной шкале "со всеми остановками". Кроме упрощенной сменяемости компьютер-модули предлагают наилучшее решение теплообмена разделением плоскостей: со стороны компонент нет ни единого разъема, со стороны коммуникаций – ни одного элемента. Вся генерирующая тепло "крыша" – верхняя плоскость легко накрывается монолитным теплообменником, нижней плоскостью модуль контактирует с базой опорными разъемами с минимальным клиренсом 3...5 мм. По совместительству теплообменник играет роль элемента жесткости модуля и гарантии надежности разъемного соединения. Согласно спецификации ETX все интерфейсы компьютера опираются на четыре 100-контактных самоцентрирующихся разъема. Модуль транслирует на плату джентльменский набор периферийных интерфейсов, шинных, диалоговых, коммуникационных электрически решенных вплоть до оконечных разъемов, что существенно упрощает разработку сопряжения с целевой платой. В дальнейшей эксплуатации регламентация электрического стыка ETX гарантирует спокойную замену модуля в рамках восстановления, аппаратной модернизации или даже деградации.

Знак Zorro

Первым настоящим, бескомпромиссным встраиваемым Atom можно считать процессоры серии Z500 с интегрированной в процессор графикой GMA500. За подсистему ввода/вывода отвечает микросхема US15W, и вся компьютерная подсистема укладывается в два небольших микросхемных корпуса. Ряд доступных процессоров охватывает тактовые частоты 1,1/1,3/1,6 ГГц, суммарная электрическая мощность, потребляемая такими компьютерами, составляет 5...6 Вт, что почти в 2 раза меньше, чем ранее описанная конфигурация N270. Процессоры и микросхема-компаньон имеют два исполнения: стандартное и

промышленное широко температурное. Единственный ощутимый пока недостаток – высокая стоимость этих комплектующих. Исторической аналогией встраиваемой ПК системы на 5 Вт были лишь оригинал и клоны процессора 80486, производимые компаниями Intel, AMD, STM, DMP. Тактовые скорости этих вычислителей не превышали 166 МГц, внутренние конвейеры кэш памяти 16 и 64 Кб против 128 и 512 Кб у Z500. Сравнить эти вычислительные системы имеет смысл лишь в порядке грубой лести в адрес Intel. Вакансия микросхемы моста на север стимулировала попытки создания нового более компактного типоразмера встраиваемого одноплатного компьютера. Из нескольких концепций наибольшее признание получила идея PicoITX – миниатюрной системной платы размером 100x70 мм. "Портсигарный" карманный размер впрямую намекает на мобилизацию, хотя есть и обратные примеры стационарных настольных корпусов для микро-ПК генерации Z500.

Платы PICO модели 820 и 821 – одно изделие в двух ипостасях: первое в образе классической, хотя и очень маленькой системной платы с оконечными диалоговыми и сетевыми разъемами, а вторая – канонический встраиваемый одноплатный компьютер без оконечных разъемов на борту. Досадный и непонятный недостаток всех процессоров Atom – одноканалный цифровой видеоинтерфейс LVDS, ограничивающий размеры плоских видеосистем с диагональю экрана 15 дюймов. Очевидно, что Intel имела в виду в основном

малогабаритные исполнения, соизмеримые с самими компьютерными платами.

Формат PICO-ITX благосклонно оценен рынком. На базе PICO-820 выпущены удивительно маленькие промышленные "микробоксы" VOX-530 и 531, уместяющиеся на ладони и габаритами, и весом. Модель 530 уже известна в России, следующая – 531 лишь упрощает автомобильное применение благодаря широкополосному источнику питания, готовому работать от сети постоянного тока с напряжением 10...30 Вт в приложениях от легковушки до танка. Еще одно интересное производное PICO-ITX – "реечный" компьютер-контроллер, размерами и посадкой не отличающийся от стандартного электрооборудования типа УЗО и автоматов отсечки перегрузки (рис. 2).

Планшетные компьютеры полевого исполнения Gladius-0720, 0820 (рис. 3). На фоне передовых RISC планшетов выглядят тяжеловесно, хотя страшноватый специфического дизайна и "молотковой" окраски корпус, не дань героическому древнеримскому названию или двойному предназначению, а просто предохраняющая оболочка, сохраняющая конструкцию при падении из рук на твердь земную. Хрупкие остромодные рекордсмены планшетного рынка по сути своей инди-



Рис. 2. Контроллер RX-104 – Atom-ный "Домовой"

видуалисты, аппараты исключительно персонального тепличного пользования. Никто из них не может существовать в информационной среде предприятия, построенной на "персоналках" серверах и компьютерах в силу несовместимости документооборота и методов сетевого и клиент-серверного взаимодействия. Gladius – свой в любом корпоративном домене и Windows среде, будучи совершенно обычным Windows XP/7 мобильным компьютером, лишь не вполне традиционным для ПК исполнением. Для полевого, складского и цехового применения компьютеры Gladius идеально подходят инструментальной прочностью и достаточной производительностью. Не является проблемой установка Gladius в любом транспортном средстве, много места он не займет, а 7- или 8-дюймовый широкий экран достаточно эргономичен для оператора, находящегося в непосредственной близости. К сожалению, прогресс мобильной энергетики намертво встал на рубеже литий-ионных элементов и единственного рекламного сюжета "о зайцах". Тем не менее, аккумуляторное убожество не мешает менее чем 10-ваттному компьютеру отработать полный рабочий день без "пит-стопов" подзарядки, квалифицируемых как простои.



Рис. 3. ПК-планшет GLADIUS-0820

Прыжок в ширину

Процессоры Atom серии 400-500 по тактовой частоте идентичны предшественнику N270, хотя и построены на современном принципе совмещения вычислителя и графики в одном корпусе без северного моста. В качестве подсистемы ввода/вывода моста на юг они в равной степени готовы рассматривать и прошлую генерацию мостов на юг и свою собственную. Конформизм сглаживает возможные стыки несовместимости модернизации. В промышленных изделиях процессоры работают с мостом ICH8M, унаследованным от процессоров Core 2 Duo, но также максимально эффективны и экономичны со своим родным компаньоном NM10. Скорость памяти повышена до 800 МГц, общий уровень производительности чуть выше при меньшем "аппетите". Было бы похоже на косметический прогресс, если бы не 64-разрядность, чего у прототипа Pentium 4 никогда не было. Чем черт а двойная ширина машинного "слова", поймет каждый попробовавший сложить два 64-разрядных двоичных кода 32-разрядными половинками. Не потребляя ни единого лишнего ватта, такой вычислитель потенциально производительнее не менее чем в 3 раза. Появившись на потребительском рынке мобильных компьютеров, N450 неумолимо и безжалостно вытеснили N270. Новейшее поколение сверхкомпактных ПК-блокнотов гордо несет на экранах эмблему Windows 7, на что у N270 немного не хватало

дыхания. Настольные микрокомпьютерные аппараты мигрировали на N400 и еще более мощные D500, обогатившие рынок энергетически бюджетных компьютеров последней привилегией больших машин, параллелизмом вычислений на двух симметричных ядрах, правда, ценой лишних 4 Вт. Двухголовые атомные компьютеры не зависят от вентиляторов охлаждения, их отсутствие повышает лишь риск легкого ожога для безалаберного пользователя, коснувшегося радиатора, раскаленного до 60 °С, а для кремниевого сердца процессора такая температура безопасна. Суммарный поток тепла от такого системного блока, объемом менее десятой части привычного настольника не превышает 15 Вт. Упомянутый типовой настольный ПК выбрасывает в окружающее пространство до 0,5 кВт. Просторный офисный зал на 10 рабочих мест жарким летом работает как 5-киловаттная шумная (60...70 dB) грелка. Кроме прямых расходов электроэнергии имеют место и косвенные, в виде усилий кондиционера. Десяток Atom-ных микрообъемами усилиями без малейшего шума произведут < 200 Вт тепла.

Компьютер-модуль EmETX-i2900/N4 (D5) стандарта ETX 3.0

(рис. 1), для которого справедливо буквально все, что было сказано чуть ранее о предыдущем изделии i2700, – размеры, разъемы и функциональность. С суффиксом N4 модуль вооружен одноядерным 64-разрядным процессором N450 1,66 ГГц и подсистемой ввода/вывода ICH8M, упомянутый выше компримисный вариант. Суффикс D5 обозначает двоядерный процессор D510. Одноядерный вариант свободно с запасом проходит в тепловой зазор встраивания 10 Вт, второй в пике нагрузки способен поглотить до 15 Вт. Уровень производительности изделия D5, загруженного ОС Windows 7 максимальной 64-разрядной версии, измеренный по методу PassMark, достигает полутысячи. Учитывая, что PassMark в качестве мерки 100 использует теоретический рейтинг Pentium 4 с частотой 1000 МГц, процессор D510 виртуально подобен никогда не существовавшему Pentium 4, разогнанному до 5 ГГц. Возвращаясь от виртуальных к реальным вычислителям аналогичного двоядерного типа, процессор Core 2 Duo T7200 2 ГГц идентичным тестом оценивается в 640 очков. Различие в производительности около 30%, в энергетике 300%, что можно считать одним из измерений прогресса встраиваемых процессоров. По данным Intel T7200 в пике производит до 35 Вт тепла, D510 – 8 Вт вместе с графикой. Справедливости ради вспоминаем встраиваемые версии процессоров Core Duo, например U2500 или U7500, ультранизковольтные ULV, мощностью 9 Вт. Теоретически такие решения позволяли оставаться в рамках 20-ваттного порога

встраиваемости. Однако давно известно, что сочетание ULV намекает примерно на то же, что и другое буквосочетание GLS или GT для автомобилей — исключительно высокую стоимость. Есть некий порог целесообразности инвестиций в модернизацию, за которым она становится фикцией. Двухядерные Atom D500, оставаясь принципиально встраиваемыми, о чем свидетельствует утвердительная "птичка" в спецификации Intel Embedded — Yes, обогащают встраиваемую систему параллелизмом обработки до четырех потоков инструкций одновременно, поскольку HyperThreading тоже — Yes и разрядной сеткой двойной ширины. Скептики, унижавшие первые Atom сравнением с бюджетным Celeron, вряд ли позволят настаивать на том же в отношении N400-D500 без риска собственной репутации.

Телефонная перспектива

Будущее уже здесь, согласно амбициозному анонсу Intel, новая Атомная серия ПК-совместимых вычислителей E600 претендует на долю рынка смартфонов, плотно поделенного между RISC процессорами. Предъявляя козырь ПК-совместимости, компания Intel буквально только что запустила линию новых процессоров и компаньон микросхем EG20 в непривычно широком ассортименте рабочих частот 600, 1100, 1300, 1600 МГц, обещая минимизацию потребления <4 Вт. В сравнении с лампой накаливания различие неощутимое, но по сравнению с описанными только что Z500 — почти 30% экономии или 2...3 ч автономного ресурса. Не революция, но изрядный шаг вперед.

Анонсирован первый боевой встраиваемый прототип — плата экзотического типоразмера Q Seven, очень близкая по размерам к PICO-ITX, но концептуально исполненная как сменный компьютер-модуль с ножевым edge соединителем, подобно модулю ОЗУ. Изделие PQ7-M105IT обещает экономичность < 5 Вт с установленной памятью 1 Гб и полным набором аппаратных конвертеров любых популярных мультимедийных форматов. Есть основания ожидать появления в скором времени процессоров E600 на всех популярных малоразмерных встраиваемых ПК-решениях. Экономичностью они отвечают даже древним, образца 1983 г. канонам стандарта PC/104, "произвольное

положение, 1 Вт на устройство, 5 Вт на процессор". Возрождение этого популярного пространственного "этажерочного" интерфейсно-расширяемого метода встраивания ПК из текущего конструктивного тупика могло бы только приветствоваться и разработчиками, и пользователями таких устройств.

Сразу за горизонтом

Линия встраиваемых процессоров Atom остается в развитии с довольно очевидными перспективами — козыри на руках Intel известны. Все Atom сработаны по технологии "литографии" 45 нм, которую уже полноправно можно отнести к "позапрошлым". Переходные вычислительные платформы 2010 г. строились на硅коне, истонченном до 32 нм, в этом году придется привыкать к 25 нм. Самое грубое приближение сулит новым встраиваемым процессорам ПК, которые возможно уже будут называться "нуклонами", энергетические ниши встраивания уровня 1...2 Вт. Можно смело фантазировать на заданную тему перспектив смартфонов, совместимых с MS-DOS, или чего-нибудь еще менее вероятного за исключением гибели архитектуры ПК.

Соревнование платформ CISC (ПК) и RISC лишено смысла, последние всегда будут гораздо экономичнее в силу гораздо меньшего числа дискретных элементов (транзисторов) при общности ТП. Более того, большинство современных процессоров ПК по сути своего ядра арифметически-логической обработки являются классическими RISC, имитирующими ПК процессоры. Не исключено, что сегодняшние персональные компьютерные устройства, вооруженные RISC вычислителями, скоро переселятся из карманов в дужки очков и наручные часы; дисплеи привычного вида вообще отомрут, изображение будет возникать из воздуха голограммной или проецироваться прямо в глаза пользователя. Ни то, ни другое, кстати, не фантазия из сказок Джорджа Лукаса. Коротая ночи в нетерпеливом ожидании новых "гаджетов", молодежь, благодарные потребители дешевых рекламных морковок за счет своих родителей, будут "тусоваться" ночами у заветных магазинов, громко потешаясь над 100-граммовыми ПК-смартфонами своих бабушек.

Деревяго Евгений Валентинович — ген. директор компании "Флекс Инжиниринг".

Контактный телефон (495) 781-42-91. E-mail: edereviago@flexen.ru

Решения Preactor получили сертификацию SAP

Компания Preactor International, ведущий мировой производитель комплексных систем планирования и диспетчеризации производства сообщает, что пакет решений Preactor APS сертифицирован компанией SAP. Эксклюзивным дистрибьютором Preactor International на территории России и стран СНГ является ЗАО "РТСофт".

Теперь программные продукты Preactor APS, лидирующие в классе APS-систем, полностью интегрируются с приложениями SAP ERP по управлению ресурсами пред-

приятия, что позволяет увеличить эффективность управления производством и ресурсами.

Решения Preactor на платформе SAP NetWeaver отличаются следующие преимущества: значительное повышение наглядности, оперативности и контроля долгосрочного планирования и создания производственных расписаний; сокращение объема товарных запасов; снижение производственных издержек; уменьшение времени подготовки к выпуску продукции; своевременное информирование о сроках поставок в соответствии с требованиями заказчика.

[Http://www.rtssoft.ru](http://www.rtssoft.ru)