

**ВСТРАИВАЕМЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ. Тенденции 2005-2006 гг.****С.В. Эвергетов (ООО "ЭФО")**

Проанализированы основные пути развития встраиваемых промышленных компьютеров с точки зрения конструкции, применения, оснащения аппаратно-программными компонентами. Затронуты следующие вопросы: уточнение терминологии, экономические требования к промышленным встраиваемым компьютерам, технические требования, новинки на рынке комплектующих для компьютеров и реакция на это сборщиков, тенденции развития программного обеспечения, способы эффективного внедрения, новые сегменты применения.

По результатам исследования рынка встраиваемых промышленных компьютеров сделаны выводы:

- стоимость аппаратного обеспечения для промышленного применения снижается;
- ведущие производители микросхем постоянно снижают энергоемкость изделий, безвентиляторные решения становятся традицией, а не экзотикой;
- задача создания мощной ОС РВ при цене лицензии, сопоставимой с офисными ОС, будет решена в ближайшее время;
- ценовой центр тяжести в области аппаратуры падает на устройства ввода/вывода и коммуникаций;
- центр тяжести ПО – проектирование и программирование приложений – та работа, которую трудно тиражировать;
- появились новые сегменты применения, связанные с цифровой обработкой и анализом изображений в РВ;
- типичная система будущего – вычислительно мощный, надежный процессорный блок, оснащенный наиболее распространенными интерфейсами ввода/вывода, соединенный с необходимыми ЦАП/АЦП модулями.

Термин "промышленный компьютер" употребляется с незапамятных времен (почти с тех же, что и "компьютер"). Однако до сих пор нет точного понимания того, что под этим подразумевается. Вот несколько вариантов:

- надежный компьютер (сверхнадежный!);
- компьютер обыкновенный, но в усиленном корпусе, возможно с защищенным сенсорным экраном или клавиатурой;
- компьютер с дублированием единичного отказа (почти все в двух экземплярах, с возможностью мгновенной замены);
- компьютер, снабженный многочисленными расширениями – для получения и обработки сигналов от различных датчиков, сигнальных процессоров и управления множеством исполнительных устройств (термин можно заменить на "лабораторный" компьютер);
- компьютер для экстремальных условий (обычно - 10...55°C, влажность без конденсации, вибрация 2g 5...500 Гц), способный безостановочно работать в течение нескольких лет (время наработки на отказ ≥ 20 тыс. ч).

Лингвистически последнее из перечисленных определений наиболее точное и функциональное. Так и должно быть – "промышленный компьютер" тот, что можно применить в промышленности. Наличие специфического ввода/вывода, отображения и дополнительные требования вытекают из конкретной реализации конкретной задачи. Хотя наибольшее распространение для последнего случая имеет термин "встраиваемый" компьютер. Можно для большей ясности написать "встраиваемый компьютер для про-

мышленных применений", поскольку анализ характеристик подобных изделий позволяет утверждать, что они выпускаются именно с расчетом на тяжелые условия эксплуатации. Впрочем, не будем оспаривать общепризнанные в мировой практике термины. В дальнейшем в статье будет употребляться термин "встраиваемый промышленный компьютер". При этом понятие "встраиваемый" означает не столько то, что "коробочка" или "плата" будут "встроены" в какой-то объем. По нашему мнению, термин "встраиваемый" подразумевает, что изделие будет использоваться как часть технологического оборудования для решения строго очерченного круга задач, и ничего лишнего (ни программного, ни аппаратного) в таком изделии быть не должно. Грубо говоря, "встраиваемый" компьютер отличается от обычного тем, что он не подразумевает возможности свободного перепрограммирования неуполномоченным персоналом. Очевидно, что такая черта является свойством не столько "железа", сколько ПО.

У производителей оборудования для промышленной автоматизации (Axiomtek, Aaeon, Advantech) в каталогах есть несколько типов изделий, попадающих в рамки пяти вышеперечисленных определений:

- собственно Industrial PC в классическом понимании (компьютеры с корпусом для монтажа в 19" стойку с большим числом PCI/ISA расширений), компьютеры на основе CompactPCI. Надежность достигается за счет прочного корпуса, внутреннего крепежа, внутренней климатической стойки. Отметим, что это довольно дорогое решение, хотя и весьма мощное (особенно в периферии);

- встраиваемые решения – Embedded Computing Platforms, это, как правило, одноплатные компьютеры, иногда с небольшим расширением, с блоком питания в корпусе или без него (если встраивается как интеллектуальная часть какого-либо изделия);

- встраиваемые и обычные решения с монитором, в основном предназначенные для создания диспетчерских рабочих мест и ввода/вывода технологической информации, обычно называемые НМИ или ЧМИ;

- универсальные сетевые контроллеры, безвентиляторные компьютеры, "тонкие клиенты", встраиваемые контроллеры и т.п.

Как ни странно, весьма похожие (внешне, конструктивно и функционально) изделия у разных производителей носят разные названия. Например, универсальный сетевой контроллер (UNO), встраиваемый контроллер (Embedded Controller), встраиваемая вычислительная платформа (Embedded Computing Platforms), безвентиляторный встраиваемый компьютер (Fanless Embedded Box Computer). Причем особенно хорошо, как и положено лидеру рынка, запутала терминологию компания Advantech. Она выпускает две серии очень похожих изделий, но под совершенно разными названиями: UNO – Universal Network Controller и ARK – Fanless Embedded Box Computer.

Теперь пора определиться с термином "компьютер". Необходимо провести разграничение с термином "контроллер" и с любыми другими устройствами, в составе которых есть процессор (устройство, выполняющее арифметические и логические операции). Под компьютером будем понимать устройство, способное содержать в себе ОС и выполнять любую задачу, совместимую с данной ОС при удовлетворении требований к мощности оборудования. В некотором смысле "компьютер" – открытая система, он может решать любую задачу; ОС и прикладные программы для него создаются независимо и независимо (от изготовителя аппаратного обеспечения) производителями.

Таким образом, имеем общее и более-менее точное определение для термина "встраиваемый промышленный компьютер". В рамках этого определения уже возможна классификация по внешнему исполнению, по внутреннему интерфейсу, по типу центрального процессора, по устройствам отображения, по назначению. В этой статье за основу будет принят последний признак – функциональность, все остальное вытекает из условий применения промышленных компьютеров.

Как следует из самого термина, основное требование к промышленному компьютеру – надежность в специфических (неблагоприятных) условиях. Зафиксируем его. Следующее – цена внедрения и стоимость владения оборудованием по всему проекту автоматизации. Цена внедрения складывается из стоимости программно-аппаратного обеспечения, монтажа и периферии (последние два фактора малозначимы в офисных системах). Общеизвестно, что в мировой

экономике тираж – главное условие снижения цены для высокотехнологичного изделия, стоимость копирования много меньше стоимости разработки. Если устройство неприхотливое, чем меньше требований к монтажу, тем ближе к объекту будет компьютер, тем проще и надежнее будет управление этим объектом. Все, что касалось компьютера, можно отнести и к периферии. Важное замечание. Если без ущерба для остальных характеристик (прежде всего, для цены) наиболее универсальная периферия будет интегрирована в компьютер, средняя ожидаемая цена проекта, очевидно, понизится. Стоимость владения снизится, прежде всего, благодаря надежности, гибкости в настройке (способности к изменению спектра решаемых задач), простоте в эксплуатации, удобству администрирования, если такое необходимо. Кстати, компактный размер требуется чаще всего не из-за того, что компьютер нужно куда-то "впихнуть", просто так дешевле и надежнее. Современные комплектующие, применяемые для сборки компьютеров, и так достаточно малы, поэтому нет необходимости в дополнительных затратах на микроминиатюризацию.

Теперь можно уточнить общие технические требования: универсальный мощный компьютер, занимающий небольшое пространство; нетребовательный к климату и вибрации; обладающий общепринятыми возможностями ввода/вывода (VGA (DVI) для монитора, PS/2 – клавиатура, USB (2...4 порта), RS-232 (2...6 портов), RS-485/422 – 1 порт, Lan 10/100 (RJ45) 1...2 порта.

Возможно также наличие каналов цифрового ввода/вывода (TTL), LPT порта, исполнение LAN в беспроводном (IEEE 802.11) варианте, встроенного модема, IEEE 1394 интерфейса, разъемов для внешних накопителей. Перечисленные опции не всегда нужны, но они увеличивают цену изделия, а надежность снижают. Возможно, будет лучше ввести их в систему через расширения, хотя многие новинки основных плат и компьютеров на их основе показывают тенденцию к интеграции этих интерфейсов.

Надежность компьютера в большей степени зависит от качества сборки и качества исходных деталей. Тут надо полагаться на доброе имя производителя. Кроме того, важна сама конструкция. Компьютер не должен содержать движущихся механических частей. Должен потреблять как можно меньше энергии. Это должно быть безвентиляторное решение со сверхэкономичным процессором и энергонезависимой памятью вместо жесткого диска. О процессорах и памяти – чуть позже, после того, как определимся с тенденциями в ПО и в производстве микросхем.

Как правило, промышленное применение компьютера требует использования ОС (жесткого) РВ. Известно несколько подобных систем, широко распространенных на рынке, но мощные системы типа QNX, VXWorks, OS-9 Hawk стоят достаточно дорого, это сужает сферу их доступности и тираж, не позволяет разработчику снижать цену, следствие этого – не очень большое число специалистов и недостаток в

опыте применения (в сравнении с широко распространенными ОС Windows или Linux.)

Однако рост сегмента ОС PB не мог оставить равнодушным компанию Microsoft. Теперь пользователи могут получить ОС жесткого PB Windows CE, пусть и не столь мощную, как QNX, но зато по сравнительно невысокой цене или Windows XP Embedded с расширением PB. Конечно, какие-то трудозатраты потребуются для создания образа под конкретное устройство, но даже самый сложный вариант обойдется менее, чем в 1 тыс. долл. США для Windows CE, под XP Embedded затраты еще ниже. Подобные варианты существуют и под Linux. Здесь, правда, конечную стоимость проекта назвать труднее. Эти два семейства настолько распространены, что производители оборудования стараются в первую очередь поддерживать именно их (драйверами, ОПС и консультациями). Таким образом, падают затраты разработчика, сокращается время реализации проекта, суммарно накопленный опыт снижает вероятность ошибки. Подключение к общей сети предприятия или в глобальную сеть также станет проще. Новые процессоры достигают такой производительности, что даже "прожорливая" до ресурсов Windows уже не успевает задействовать все. Теперь Microsoft занялась созданием высоконадежной и устойчивой к отказам оборудования универсальной ОС. Естественно, что расширение PB и embedded версии разрабатываются параллельно.

В 2005 г. произошел настоящий прорыв в области создания вычислительно мощных и малопотребляющих процессоров, а также микросхем поддержки. Intel предложила ULV (ultra low voltage) вариант процессоров для мобильных (прежде всего ноутбуки) систем — Celeron M и Pentium M.

Заметим еще, маркетинговая политика Intel на протяжении последних 7...8 лет предполагает параллельный выпуск двух линеек практически идентичных процессоров Pentium и Celeron. Такая характеристика процессора, как размер кэша второго уровня влияет на производительность процессора в основном на задачах, связанных с обработкой больших массивов данных (до 50%). Размер кэша, никак не влияя на себестоимость производства кристалла, сильно влияет на назначаемую производителем цену (вдвое-втрое дороже для Pentium). Широко рекламируемая "фишка" "hyper trading" для Pentium IV незначительно (на 5...10% в среднем) увеличивает среднюю производительность процессора. Энергопотребление у процессоров Pentium и Celeron одинаковое.

Чтобы понизить энергопотребление, требуется понизить рабочее напряжение процессора, и одновременно снижается и внутренняя тактовая частота (видимо, чтобы не было ошибок из-за электромагнитных помех). Процессор может находиться в трех режимах при работе компьютера — глубокий сон (менее 1В), спящий (до 3В) и рабочий (до 7В). Эта идея реализована в ULV (Ultra Low Voltage) модификации процессоров Pentium M/ Celeron M. Применение технологии

BGA или впаивание процессора прямо в плату также снижает энергопотери и помехи. Обычная полноинтегрированная плата типа miniITX будет потреблять менее 10В, весь компьютер с flash накопителем и 1Гб DDRAM 400МГц FSB — не более 15В.

Только что анонсированный в США двухядерный процессор Pentium M Core Duo серии L потребляет не более 15В и почти вдвое превосходит предыдущий (Pentium M) по производительности.

Пассивный теплоотвод в этом случае не составит проблемы. У нас еще есть запас в 10В для карт расширения. Ранее такое энергопотребление достигалось только RISC-процессорами или слабенькими Pentium MMX. Процессоры ULV Pentium/Celeron M поступили в продажу с IV квартала 2004 г. Вечные преследователи — VIA и AMD также подготовили новинки — процессоры и чипсеты V4 и NX Geode GX 400, 500 и 533, сопоставимые с Intel по производительности и экономичности. Целевой рынок для AMD — преимущественно мобильные устройства (где тиражи много выше), а для процессоров VIA — промышленная автоматика. Обратим внимание, что все это мощные X86 процессоры, способные обслуживать любую из современных ОС или ОС PB и тяжелые мультимедийные приложения. При этом цена устройств близка к цене таких же по вычислительной мощности микросхем для офисных систем. Компания AMD уже предлагает в США процессор GX 500, чипсет и готовый макет платы разработчика. Все производители делают ставку на тираж.

Отдельно остановимся еще раз на продукции VIA. Компания, хорошо представленная на рынке микросхем и плат для промышленной автоматизации, в 2005 г. выпустила широкий спектр материнских плат различных форм-фактора. Серия называется EPIA, размеры от miniITX и меньше, предназначение — специально для встраиваемых устройств. Всего 10 различных плат, в их числе и безвентиляторные, со всевозможными традиционными интерфейсами ввода/вывода. Плюс к этому необходимые переходники для внутренних расширений и радиаторы пассивного охлаждения. Похоже, VIA собирается потеснить на рынке встраиваемых устройств компании, традиционно занимающиеся сборкой встраиваемых плат (в том числе и на базе своих же — VIA — микросхем). Для потребителей это хорошо — ускорится продвижение новых решений, снизится цена. Пока что заявлено о применении серии EPIA в POS/POI решениях, оно и понятно — требования к надежности ниже, а тиражи — выше. Естественно, что поддерживаются ОС Windows и Linux семейств, включая и Embedded версии, но особенно приятно наличие бесплатно предоставляемого пакета поддержки разработки (Board Support Package — BSP) под Windows CE (в отличие от прочих сборщиков встраиваемых плат). Серия EPIA наверняка заинтересует российских сборщиков встраиваемых компьютеров.

Компания AMD, похоже, движется в том же направлении, хотя у нее небольшой опыт по части сборки плат.

Маловероятно, что Intel будет производить встраиваемые материнские платы. Мощности Intel и так перегружены сборкой плат для серверов и рабочих станций.

Современная вычислительная мощь развязывает руки производителям ОС и прикладных пакетов, снижает затраты на программирование, повышая удобства и возможности прикладных пакетов. По всей видимости, нужда в RISC-процессорах отпадает. Их возможности ниже, чем у CISC (сравниваются только малопотребляющие процессоры для безвентиляторных систем). На рынке присутствуют три типа RISC (ARM, MIPS, PowerPC), у каждого своя система команд, а для каждого под ту или иную ОС нужен свой ОС. Это снижает тираж и самой микросхемы, и ПО. Вероятно, что RISC-процессоры еще долго будут присутствовать на рынке мобильных устройств типа PDA — там высокая унификация и высокий тираж. Плюс еще разнообразные контроллеры — узкоспециализированные устройства с нулевыми или незначительными затратами на программирование (простое конфигурирование). Хотя, повторимся, общая тенденция в мире hi-tech — за счет роста мощности и универсальности аппаратуры максимально облегчить интеллектуальную (трудозатраты) составляющую цены внедрения и владения. Проблема применения вычислительно мощных компьютеров в тяжелых условиях эксплуатации снята окончательно. Можно смело утверждать, что любая задача по обработке информации в тяжелых условиях разрешима, если компьютеры оснащены новейшими процессорами, скорость обработки многократно превышает пропускную способность устройств ввода/вывода.

Анализ рынка ПО показывает, что в наибольшем разнообразии на нем представлен программный продукт на самые массовые серии X86 процессоров под самые распространенные ОС Linux и Windows семейств. Ни один производитель или альянс в мире не в силах преодолеть сложившиеся условия. Следовательно, и производители оборудования, и производители ПО обязаны обеспечить программную и физическую совместимость. Обилие уже установленного оборудования и ПО, наличие десятилетнего опыта эксплуатации, огромная армия специалистов тому залог. Мы наблюдаем проникновение решений для офисных систем в мобильный сектор и сектор промышленной автоматизации, по крайней мере, последние 5 лет. Только самодостаточные производители, которые могут создать комплектное оборудование и ПО для систем автоматизации, могут позволить себе выпускать что-то свое, ни с кем не согласовываясь, диктуя рынку свои стандарты как, например, Siemens, Panasonic и их подражатели.

Теперь можно подробнее описать способы эффективного внедрения промышленных компьютеров. Снижение стоимости внедрения и владения расширит сферу их применения. Наступает эра "малой автоматизации" и "автоматизации для бедных" — это внедрения на небольшие предприятия в ходе модернизации ТП, замена или облегчение труда оператора и т.п. Комплект

оборудования для этих целей включает датчики, удаленные модули ЦАП/АЦП с RS-485, встраиваемый промышленный компьютер с установленными ОС PB и SCADA-системой. Компьютер со встроенными модулями ЦАП/АЦП, наверное, обошелся бы (суммарно) дешевле, но подобное изделие годится только для очень компактных производств с хорошими климатическими условиями (например, микроэлектроника). На повестке дня, особенно в России, модернизация традиционных производств, размещенных по площади на более чем 1000 м². Вызывают в этой связи большие сомнения перспективы сколько-нибудь массового производства в России тяжелых, хорошо насыщенных периферией промышленных компьютеров 19" исполнения, выпускаемых или анонсированных к выпуску рядом фирм. А мелкие серии — это всегда высокие издержки и низкая надежность. Выпускать промышленный компьютер "самосбором", как производятся офисные ПК, тоже неправильно. Азиатскую конкуренцию так не одолеть.

Для наших производств необходим мощный и недорогой, неприхотливый и универсальный, компактный, но с полным набором внешних модулей ввода/вывода промышленный (встраиваемый) компьютер, который может располагаться непосредственно на объекте, содержать операторскую панель для контроля и корректировки процесса, при необходимости может быть подключен к локальную сеть предприятия. При этом комплект для автоматизации, включающий компьютер, до 10 ЦАП/АЦП, ОС PB Windows CE и SCADA-систему обойдется в 2...4 тыс. долл. США. Это недорого, хотя затраты на программирование и монтаж оценить довольно трудно. Учитывая, что крупные системы управления или новые технологические линии, как правило, поставляются на предприятия уже вместе с собственными, под них и разработанными средствами управления, эффективное применение встраиваемых промышленных компьютеров может быть достигнуто именно в малом и среднем бизнесе, где требуется снижение издержек, экономия ресурсов или повышение качества продукции. Таких мест довольно много, инвестиции в них весьма эффективны, но стоимость единичного заказа (до 1 млн. руб.) недостаточно велика, чтобы привлечь внимание крупных игроков.

Есть и варианты так называемого "изолированно-го" (без специфической периферии для автоматизации) применения промышленных компьютеров, например, для обслуживания мультимедийных экранов, поскольку интерфейс DVI не позволяет иметь шнур длиной более 20 м. При использовании PCI-X видеоадаптера Matrox с Quadra Head на компьютере eBox 638 от Axiomtek возможно обслуживать экран с разрешением до 3200x2400 точек с частотой обновления до 75 кадров/с.

На базе того же или подобного компьютера можно создать и межсетевой экран (шлюз) с пропускной способностью до 4Гбит/с при использовании сетевых карт Intel с двумя гигабитными интерфейсами. При этом стоимость аппаратуры оказывается очень низкой —

около 1500 долл. США за 1 ед. Даже офисные устройства (гигабитные переключатели, шлюзы) с подобными характеристиками стоят значительно дороже.

Современному встраиваемому компактному промышленному компьютеру "по плечу" и решение задачи распознавания трех мерных образов, весьма актуальной в современных системах безопасности. Гигантский размер входного видеопотока (например, толпа в аэропорту, несколько видеокамер) не позволяет передавать его на большое расстояние, чтобы потом обработать в мощном офисном компьютере. Требуется из тысяч лиц в беспорядочно меняющихся ракурсах выделить одно и уже эту ценную, но небольшую по размерам информацию передать "куда следует". Современные ULV Pentium M Core Duo легко "переварят" такой поток.

Отдельно стоит упомянуть о мониторах и терминалах (компьютер, объединенный с монитором). Цена на жидкокристаллические мониторы за последние два года упала в разы, падает также и цена на сенсорные приспособления. Оправдано производство недорогих (до 1000 долл. США) и небольших (до 10", 800x600 точек) операторских панелей. При больших размерах экрана или при высокой вычислительной мощности компьютера лучше все-таки разделить эти два устройства — сенсорный экран и компьютер. Тогда повысится унификация, проще будет выбрать приемлемый для данной задачи вариант, возрастет тираж изделия, снизится цена. Неплохо будет предусмотреть незначительные монтажные приспособления для скрепления двух выбранных устройств в одно. Впрочем, в шкафу это не обязательно — компьютер крепится на рейку внутри, монитор — на дверцу.

Выводы

- Снижение стоимости аппаратного обеспечения для рынка промышленной автоматики повлечет лавинообразное снижение цены внедрения, поскольку связано с резким ростом тиражей оборудования и типовых решений.

- Спрос на оборудование растет именно благодаря вновь открывшимся возможностям по применению.

- Ведущие производители микросхем, переключив приоритеты с вычислительной мощности на энергопотребление, достигли порогового прогресса в своих изделиях, таким образом появилась возможность для массового производства вычислительно мощного компьютера с энергопотреблением в пиковом режиме не более 20В.

- De facto, безвентиляторный компьютер становится стандартным и массовым элементом систем автоматизации. Все ведущие производители промышленных компьютеров стараются успеть на этот поезд и отвоевать для себя кусочек этого пирога.

Снижению цены внедрения способствует также и бурное развитие беспроводных технологий. Стандарт

IEEE 802.11 оказался очень удачным и, обкатанный на рынке мобильных устройств, хорошо прижился в системах промышленной связи. Скорость передачи в формате 802.11g позволяет эффективно противостоять помехам и применять беспроводные решения наряду с проводными, оснащая системами управления подвижные объекты.

Видя бурный рост производства промышленных компьютеров, гигант hi-tech Microsoft наконец-то занялась разработкой ОС PV. Будет ли создано что-то существенно лучшее, чем QNX или OS9, покажет время, но то, что цены на эти ОС упадут уже очевидно. Впрочем, стоит отметить, что Windows CE уже зарекомендовала себя вполне надежной системой, подходящей и для специализированных контроллеров, и для компьютеров, управляющих многими процессами одновременно.

Естественно, что цена на периферию, выбор которой существенно связан с управляемыми процессами, падает очень медленно, значит доля ее в составляющей цены проекта будет увеличиваться. В обозримом будущем трудно представить универсальный модуль ЦАП/АЦП. Кроме того, и сами ТП, которые предстоит автоматизировать, не всегда допускают физическую минимизацию устройств контроля.

Точно так же и доля затрат на проектирование, и конкретное программирование будет преобладать в составляющей цены на ПО. Тиражи ОС PV и SCADA будут расти, что приведет и к падению их цены, и к сокращению избыточного на сегодня разнообразия подобных продуктов.

Снижение цены внедрения и владения приведет к буму "малой" автоматизации, поэтому ближайшая задача системных интеграторов — выявлять типичные проекты и серийно внедрять системы автоматизации в существующие производства, такой подход позволит существенно сократить расходы на проектирование и проблемное программирование, а также частично компенсирует сложившийся дефицит квалифицированных специалистов.

На сегодня, например, достаточно популярной задачей является система "умный дом" для коттеджей. Судя по числу и качеству вопросов на выставках, интерес велик, а вот типовых решений пока что нет. Кроме того, появились новые области применения промышленных компьютеров — видеонаблюдение с одновременной цифровой обработкой сигнала — новый шаг в развитии систем безопасности.

Как же должен выглядеть идеальный массовый промышленный (встраиваемый) компьютер в 2006 г.?

Компактный, вычислительно мощный, без движущихся частей ("твердотельный"), универсальный, со стандартным вводом/выводом, недорогой, потребляющий не более 20В.

Посмотрите анонсы новинок ведущих производителей изделий промышленной автоматики за последнее полугодие, и вы согласитесь с нами.

*Эвергетов Сергей Владимирович — инженер-консультант ООО "ЭФО".
Контактный телефон (812) 331-09-64. E-mail: everget@efo.ru*