



Иван Гуров

# Аппаратные средства CompactPCI производства ADLINK Technology

## Часть 1

В первой части обзора представлен основной модельный ряд процессорных модулей формата 3U CompactPCI тайваньского производителя ADLINK Technology, Inc. Описаны основные характеристики решений на базе архитектуры CompactPCI, проведён краткий экскурс в историю развития компании.

### ВВЕДЕНИЕ. КРАЕУГОЛЬНЫЕ КАМНИ СОМПАКТРСИ

Работа над стандартом CompactPCI (сPCI) идет уже второй десяток лет, и можно сказать, что архитектура достигла своей зрелости. Начав свой путь в середине девяностых годов двадцатого века, стандарт по сей день остаётся рабочей лошадкой в деле построения вычислительных систем для ответственных решений, использующихся в жёстких условиях эксплуатации. Список областей, где сPCI обрёл своё место под солнцем, поистине внушителен: оборона, решения на транспорте, системы автоматизации технологических процессов и производств, телекоммуникационное оборудование, энергетика, медицина, стендовое научное оборудование и т.д.

Причины всеобъемлющей популярности сPCI в столь разнородных областях техники давно известны и обсуждались не один раз. Тем не менее, постараемся вкратце сформулировать основные характеристики решений на базе архитектуры CompactPCI.

- Открытость архитектуры. В её основу заложена идея адаптации спецификаций распространённой компьютерной шины PCI к задачам, требующим значительного увеличения количества каналов ввода-вывода и улучшения

эксплуатационных характеристик системы. Как следствие, за последние пятнадцать лет жизни спецификации PICMG 2.xx вышел не один десяток новых редакций, а вместе с тем появилось множество производителей как компонентов, так и аппаратных комплексов в целом.

- Накопленная обширная база знаний, большое количество наработок прикладного и системного ПО, мигрировавшего с платформы PCI, упрощает жизнь пользователю как на этапе от-

ладки и тестирования, так и в «боевых» условиях. С самого начала разработчики могли заручиться поддержкой всех ОС, начиная с офисной Windows и заканчивая операционными системами реального времени QNX, RTOS, VxWorks, LynxOS и им подобными.

- Первые две особенности определили один из самых весомых аргументов в пользу сPCI — низкую стоимость решения, на которую влияет острая конкуренция в сегменте рынка, насы-

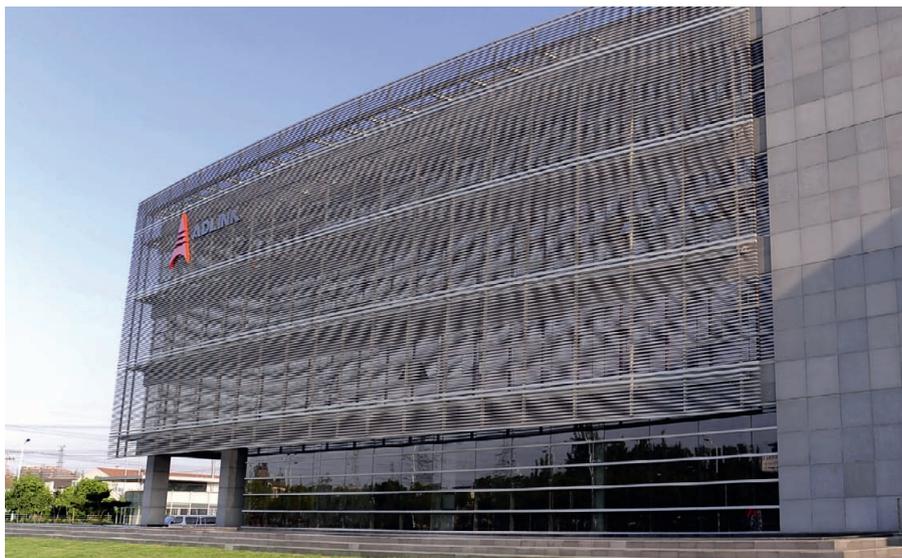


Рис. 1. Современная производственная площадка в Шанхае

щенном как маститыми западными игроками (GE Fanuc, Emerson, Kontron, Motorola, MEN Mikro Elektronik, National Instruments, RadiSys, Performance Technologies, Elma, Schroff), так и амбициозными быстрорастущими азиатскими производителями (ADLINK Technology, Advantech, Evoc). Последние при отточенной системе контроля качества и гибком подходе к работе даже с самыми мелкими заказчиками постоянно балуют своих клиентов сбалансированными решениями по привлекательным ценам.

- Модульный принцип построения и масштабируемость системы. В их основу была заложена унифицированная механическая основа платы Eurokart 3U (100×160 мм) или 6U (233×160 мм), выполненной в соответствии с серией стандартов ГОСТ Р МЭК 60297-3. Масштабируемость достигается путём использования микросхем активных мостов. С их помощью можно выстраивать как прозрачную иерархическую структуру, собрав в одну систему вплоть до 21 слота, так и многопроцессорную систему на базе одного шасси. Упомянем здесь же такие достоинства, как высокая ремонтпригодность и малое время восстановления работоспособности после отказа.
- Последними по порядку, но одними из первых по значимости являются способность работы в широком температурном диапазоне и устойчивость к вибрации, электромагнитному излучению и загрязнению. Это стало возможным благодаря следующим особенностям:
  - 1) использованию шасси и плат в формате Евромеханики;
  - 2) применению специально разработанных герметичных экранированных разъёмов для установки плат на объединительную панель (МЭК 61076-4-101);
  - 3) функциям мониторинга аппаратного состояния;
  - 4) реализации «горячей» замены (hot swapping) модулей системы;
  - 5) тщательному отбору компонентной базы из долговременной программы доступа на рынке и специфицированной для расширенного диапазона температур, если в этом есть необходимость;
  - 6) использованию кондуктивной системы теплоотвода.

Будет лукавством не упомянуть об основном камне преткновения существ-

ующих на сегодняшний день параллельных (PCI, VME) шин — их ограниченной пропускной способности. В идеальном случае она может достигать 528 Мбайт/с. В сегменте офисных рабочих компьютеров и серверов, а также промышленных систем спецификации PICMG 1.0/1.3 прогресс наметился давно. Уже стали обычными высокоскоростные последовательные интерфейсы PCI Express всех мастей, Gigabit Ethernet, SATA, SAS. В индустрии систем специального назначения новинки не жалуют. Здесь цикл жизни изделия насчитывает десяток лет, рабочие условия сложны, а ответственность возлагаемая на систему задач слишком высока, чтобы ошибиться в выборе технологии и компонентов. Работы по проблеме повышения пропускной способности ведутся уже не первый год, и сейчас можно наблюдать вполне перспективные и жизнеспособные аппаратные платформы на базе спецификаций cPCI 2.30, cPCI serial, AdvancedTCA, MicroTCA, VPX, VXS. Стандарты эти идеально работают в ресурсоёмких телекоммуникационных приложениях, оборонных системах нового поколения, задачах связи, кодирования и радиолокации. Однако для массового потребителя в большинстве случаев пропускная способность не является основным критерием выбора. А где-то и наоборот, клиент, трезво оценивая стоимость всего современного «железа», желает получить вполне оправданную экономию на избыточных для его задач функциях. Скорости протекания подконтрольных процессов по отношению к возможностям системы ввода-вывода зачастую невелики и стремительного увеличения темпа обработки не требуют.

Теперь хотелось бы ближе познакомиться читателей с тайваньским производителем ADLINK Technology, Inc., продукцию которого на данный момент можно считать сбалансированной с точки зрения предоставляемых возможностей и стоимости в сегменте классической параллельной архитектуры CompactPCI.

## О КОМПАНИИ ADLINK

Свой путь компания ADLINK, как и первая спецификация cPCI, начала в 1995 году в столице Тайваня Тайбэе, начав с изготовления плат аналогового ввода, причём первую выпущенную модель PCI-9112 можно заказать и сегодня. Уже через три года компания занялась разработкой продукции Com-

actPCI, а ещё спустя два года удостоилась первого признания на локальном рынке — золотого приза Taiwan's Symbol of Excellence Award за 3U-систему cPCI-2000. Восходящую звезду не могли не заметить маститые гиганты компьютерного рынка, и далее в течение нескольких лет возникли стратегические альянсы с Motorola Computer Group (MCG), Sun Microsystems, Intel и Kontron. Стоит вспомнить и значительный вклад ADLINK в развитие систем PXI [1]. Подтверждением этого факта стало зачисление компании в десятку основных игроков альянса PXISA (PXI System Alliance) в 2005 году. Развитие ADLINK было разносторонним, и уже через три года в состав холдинга вошла родоначальница стандарта PC/104 — старейшая американская компания Ampro. Этим шагом было обозначено лидерство ещё в одном сегменте встраиваемых систем — одноплатных малогабаритных процессорных и периферийных модулей.

Особую роль в ADLINK Technology играет система качества. Все производственные площадки сертифицируются по мировому стандарту ISO 9001. Прошедший же 2010 год стал кульминационным с этой точки зрения — в разгар нестабильного посткризисного периода в развитии мировой экономики был открыт огромный производственный и операционный центр в Шанхае полезной площадью 36 000 м<sup>2</sup> (рис. 1). Площадка укомплектована современным производственным и испытательным оборудованием, что позволяет ADLINK удовлетворить всё возрастающий спрос на свою продукцию, претендуя на одно из лидирующих мест на азиатском рынке.

## ПРОЦЕССОРНЫЕ МОДУЛИ 3U CompactPCI

В портфеле продукции компании есть решения для разнообразных областей применения. Особое место как с технической, так и с экономической точки зрения занимают системы 3U cPCI. Начнём с них, а именно с сердца любой системы — процессорной платы.

На текущий момент модельный ряд в этом сегменте представлен четырьмя платами cPCI-3610/3915/3965/3920. Перечислены они в порядке возрастания производительности вычислительного ядра, начиная с энергоэффективного Intel Atom и заканчивая высокопроизводительными модификациями Core 2 Duo. Все платы совместимы со



Рис. 2. Варианты исполнения платы sPCI-3610

спецификациями PICMG 2.0 (Rev. 3.0), PICMG 2.1 (Rev. 2.0). В них также реализованы функции удалённого конфигурирования (System Management Bus), мониторинга состояния шины, источника питания, процессора (Thermal Management/ System Monitoring), аварийной перезагрузки (Watchdog Timer).

На нижней ступени по тепловыделению стоит серия sPCI-3610 (рис. 2). В зависимости от набора интерфейсов, выведенных на лицевую панель, форм-фактор варьируется в трёх типоразмерах – 4/8/12HP (табл. 1).

Дополнительно доступна плата тыльного ввода-вывода (Rear IO), которая позволяет вынести на тыльную часть крейта редко размыкаемые интерфейсы, тем самым увеличив скорость обслуживания системы. Наличие посадочного места под плату PMC (PCI Mezzanine Card – мезонинная плата расширения PCI/PCIe) позволяет воспользоваться как продуктами сторонних разработчиков, так и собственными наработками по организации дополнительных интерфейсов на передней панели.

Самая простая модификация комплектуется детищем платформы Intel Pine Trail – процессором Atom N450, появившимся на рынке ещё в начале 2010 года. Есть и альтернатива на чипах следующего поколения Atom D410 и двухъядерном D510, благоприятно выглядит картина их энергопотребления: в зависимости от используемой операционной системы, процессорная плата вместе с жёстким диском 80 Гбайт потребляет всего 11–19 Вт. Это положительно сказывается на тепловом режиме системы в целом и организации охлаждения.

Набор системной логики и сама плата интересна возможностью заказа конфигураций с расширенным диапазоном рабочих температур, всего их может быть три:

Таблица 1

**Интерфейсы sPCI-3610**

ИНТЕРФЕЙСЫ	sPCI-3610 (4HP)		sPCI-3610D (8HP)		sPCI-3610P (12HP)		sPCI-R3610(T)	
	На лицевой панели	На плате						
Сетевой контроллер GbE	++	-	++	-	++	-	++	-
Последовательный COM-порт	-	-	+	-	+	-	++	-
Интерфейс USB 2.0	++	-	++++	-	++++	-	+	-
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	+	-	+	-
Порт накопителя 2,5" SATA	-	-	-	+	-	+	-	+
Карта CompactFlash	-	+	-	+	-	+	-	-
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	+	-	-	-
Аудиовход	-	-	+	-	+	-	-	-
Аудиовыход	-	-	+	-	+	-	-	-
Слот расширения PMC/XMC	-	-	-	-	-	+	-	-
Световая индикация	++	-	++	-	++	-	-	-
Кнопка перезагрузки	+	-	+	-	+	-	-	-

Таблица 2

**Интерфейсы sPCI-3915**

ИНТЕРФЕЙСЫ	sPCI-3915A (4 HP)		sPCI-3915B (8 HP)		sPCI-R3915	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	-	-
Видеоинтерфейс DVI-I	-	-	-	-	+	-
Видеоинтерфейс LVDS	-	-	-	-	-	+
Сетевой контроллер GbE	++	-	++	-	-	-
Интерфейс USB 2.0	+	-	++	-	+	-
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	-	-
Последовательный порт COM 1, DB-9	-	-	+	-	-	-
Последовательный порт COM 2, DB-9	-	-	+	-	+	-
Порт накопителя 2,5" SATA	-	+	-	+	-	+
Порт накопителя 2,5" PATA	-	+	-	+	-	-
Карта CompactFlash	-	+	-	+	-	-
Кнопка перезагрузки	+	-	+	-	-	-
Световая индикация	+	-	+	-	-	-

- стандартный 0...+60°C;
- расширенный –20...+70°C;
- индустриальный –40...+85°C.

Следующими по производительности идут модули серии sPCI-3915. Они могут быть укомплектованы несколькими типами процессоров: Intel Celeron M 1,0–1,5 ГГц и Intel

Pentium M 1,4–2,0 ГГц. Насчитывается несколько десятков модификаций, поэтому пользователь всегда найдёт плату, оптимизированную для своих вычислительных задач (табл. 2).

Благодаря применению мобильных процессоров Intel удалось снизить энергопотребление. Для версий на Celeron оно составляет 23–35 Вт, на Pentium 27–45 Вт. Использование вычислительной логики для мобильных применений позволяет сделать выбор из трёх температурных диапазонов, а если

есть необходимость, купить платы без процессора, с пустым сокетом для последующей самостоятельной установки.

Серию sPCI-3965 (рис. 3) можно назвать замыкающей в линейке плат среднего уровня. Модели также представлены в исполнениях 4HP и 8HP. Модули базирую-



Рис. 3. Две модификации sPCI-3965

Таблица 3

Интерфейсы cPCI-3965

ИНТЕРФЕЙСЫ	cPCI-3965 (4 HP)		cPCI-3965D (8 HP)		cPCI-R3920(T)-1 (4 HP)	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Сетевой контроллер GbE	+	-	++	-	+	-
Последовательный порт COM 1, RJ-45	-	-	+	-	-	-
Последовательный порт COM 2, DB-9	-	-	-	-	+	-
Интерфейс USB 2.0	++	-	++++	-	++	-
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	-	-
Видеоинтерфейс DVI-D	-	-	+	-	-	-
Порт накопителя 2,5" SATA	-	-	-	+	-	++
Карта CompactFlash	-	+	-	+	-	-
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	-	-
Накопитель USB	-	+	-	+	-	-
Световая индикация	++	-	++	-	-	-
Кнопка перезагрузки	+	-	+	-	-	-

Таблица 4

Интерфейсы cPCI-3920

ИНТЕРФЕЙСЫ	cPCI-3920A (4 HP)		cPCI-3920B (8 HP)		cPCI-R3920(T) (4 HP)	
	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате	На лицевой панели	На плате
Сетевой контроллер GbE	++	-	++	-	++	-
Интерфейс USB 2.0	+	+	+++	+	++	-
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	+	-
Последовательный COM-порт, DB-9	-	-	++	-	+	+
Порт накопителя 2,5" SATA	-	-	-	+	-	+
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	-	-
Световая индикация	+++	-	+++	-	-	-
Кнопка перезагрузки	+	-	+	-	-	-

ются на чипсете Intel GME965 Express и энергоэффективных процессорах Intel Core 2 Duo и Celeron с шиной 800 МГц. Есть возможность установки до 4 Гбайт оперативной памяти, имеется двойной видеоинтерфейс VGA и DVI, слот IDE CompactFlash и посадочное место под 2,5-дюймовый жёсткий диск на плате 8HP.

Интерфейсы, доступные на cPCI-3965 и отдельно заказываемой плате тыльного ввода-вывода, перечислены в табл. 3.

В зависимости от типа используемой ОС платы на базе процессора Intel Celeron 550 потребляют порядка 19–29 Вт, на Intel Core 2 Duo U7500 14–20 Вт, а на Intel Core 2 Duo T7500 16–35 Вт. Эти цифры учитывают энергопотребление и жёсткого диска, и оперативной памяти подсистемы. Более подробный отчёт по всем режимам тестирования плат можно найти в руководстве пользователя.

Сегмент модельного ряда высокой производительности открывает серия cPCI-3920. Её отличительной особенностью является применение системного чипсета серверного класса Intel 3100 (Whitmore Lake), который содержит блоки контроллеров памяти и контроллеров ввода-вывода. Ему же плата обязана возможностью использо-

вания буферизированных (Registered) планок памяти с кодом коррекции ошибок (ECC) до 2 Гбайт с частотой 400 МГц – решение, характерное для ответственных серверных приложений. Модуль отличается разнообразием интерфейсов, перечисленных в табл. 4.

На плате установлены процессоры Intel Core 2 Duo LV L7400, ULV U2500 и Celeron ULV 423. В плане ориентации на встраиваемые производительные и энергоэффективные решения выбор сделан в пользу ультранизкого напряжения питания (ULV); гарантируется увеличенный срок присутствия этих процессоров на рынке электронных компонентов.

Поддерживается возможность работы в расширенном температурном диапазоне –20...+70°С. За мониторинг состояния работающей системы, в частности уровня напряжений на каналах источника питания, температуры процессора и чипсета отвечает микросхема W83792AG, присутствует функция удалённого конфигурирования.

Кроме возможности установки 2,5" накопителя на платы двойной толщины (8HP), существует альтернативный вариант монтажа дисковой подсистемы. Когда

конструктивные особенности крейта не позволяют задействовать несколько слотов под процессорный модуль или когда предъявляются повышенные требования к виброустойчивости, на помощь приходит разъём CN5 USB 2.0 для установки накопителя памяти NAND (рис. 4) до 8 Гбайт (используется для хранения операционной системы и данных).

В начале 2011 года были анонсированы две новинки на самой современной компонентной базе.

Первая из них – это cPCI-3615 (рис. 5) – логическое продолжение cPCI-3610. Она отличается от своей «младшей сестры» лишь использованием процессоров новых поколений Intel Atom N455, Intel Atom D525 и возможностью установки оперативной памяти DDR3-800 до 4 Гбайт.

Количество, типы и расположение внешних интерфейсов полностью совпадают с предшествующей моделью (табл. 1). В качестве модуля тыльного ввода вывода используется тот же cPCI-R3610(T).

Доступны драйверы для таких операционных систем, как Windows, RedHat Linux, Fedora, Wind River, VxWorks (перечень совместимых версий операционных систем имеется в документации на плату). Более того, производитель всегда готов оказать содействие в их адаптации или в разработке драйверов для других ОС.



Рис. 4. Накопитель USB NAND

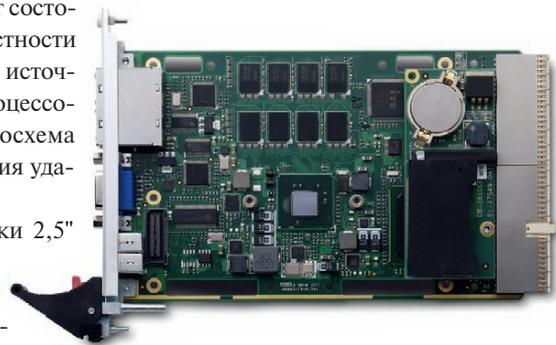


Рис. 5. Плата cPCI-3615

Интерфейсы сPCI-3970

ИНТЕРФЕЙСЫ	сPCI-3970		сPCI-3970D		сPCI-3970G		сPCI-3970P		сPCI-R3P00	
	На лицевой панели	На плате								
Сетевой контроллер GbE	++	-	++	-	++	-	++	-	++	-
Интерфейс USB 2.0	++	-	++++	-	+++	-	++++	-	++	-
Последовательный COM-порт	-	-	+	-	+	+	+	-	++	-
Видеоинтерфейс VGA	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Порт PS/2, клавиатура и мышь	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
Порт накопителя 2,5" SATA	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+
Карта CompactFlash	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
Аудиовход	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Аудиовыход	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Слот расширения PМС/ХМС	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Вторая новейшая разработка – сPCI-3970 (рис. 6), которая призвана занять место флага в линейке системных плат формата 3U. Интерфейсы перечислены в табл. 5.

При проектировании модуля в качестве вычислительного ядра были заложены процессоры Intel второго поколения для встраиваемых систем – Core I5-2515 и Core I7-2610UE/2555LE. Они изготовлены по современной 32 нм технологии и в связке с чипсетом Intel QM67 реализуют следующие преимущества:

- повышение производительности видеоподсистемы при одновременном снижении энергопотребления за счёт использования графического ядра Intel HD Graphics 3000;
- возможность использования скоростных банков памяти DDR3-1333 с кодом коррекции ошибок (ECC) до 16 Гбайт;
- при наличии теплового запаса системы возможно ускорение работы приложений за счёт повышения тактовой частоты процессора сверх номинальной (Intel Turbo Boost Technology 2.0);
- увеличение скорости обработки вычислений с плавающей точкой (Intel Advanced Vector Extensions).

Одну из модификаций сPCI-3971 можно использовать в системах уровня PICMG 2.30 (спецификация PICMG 2.30 описана в [2]), «обогащённых» скоростными последовательными интерфейсами PCIe. Так, в системном слоте на место свободно определяемых контактов разъёма J2 пришла замена в лице коннектора UHM (Ultra Hard Metric) компании 3М. На него возложена задача обслуживания периферийных плат нового поколения с повышенной пропускной способностью.

В конце первой части статьи хотелось бы упомянуть об изделиях, рабо-



Рис. 6. Плата сPCI-3970



Рис. 7. Платы СТ-30 и СТ-31

тающих в экстремальных условиях окружающей среды: в диапазоне температур эксплуатации от –40 до +85°С, с высокими вибрационными и ударными нагрузками до 5g и 40g соответственно, в загрязнённых средах.

Для таких поистине адских условий работы компании ADLINK предлагает две платы – СТ-30 и СТ-31 (рис. 7). Первая из них повторяет архитектуру описанной сPCI-3920, прототипом второй послужила сPCI-3610, за исключением нескольких крайне важных моментов.

Во-первых, платы оснащены кондуктивным радиатором охлаждения. Занимает он львиную долю их площади, обеспечивая тем самым максимально эффективный теплоотвод без применения вентиляторов.

Во-вторых, используемые микрокомпоненты рассчитаны на расширенный температурный диапазон, а собранные системы прошли дополнительное тестирование.

В-третьих, на модули нанесено специальное защитное лаковое покрытие, предупреждающее выход из строя при работе в агрессивных или влажных средах. Такие инженерные решения трудно переоценить при эксплуатации в составе военной техники, на транспортных комплексах, на тяжёлых производствах и в устройствах специального назначения.

Во второй части статьи будут рассмотрены системы сPCI формата 6U компании ADLINK Technology. ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Головастов А. CompactPCI и PXI: не соревнуясь, а дополняя друг друга // Современные технологии автоматизации. – 2009. – № 2, 3.
2. Яковлев В. На пути к будущему, или Спецификация PICMG 2.30 CompactPCI PlusIO // Современные технологии автоматизации. – 2011. – № 1.

**Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**