

Потенциал отечественных вычислительных платформ Эльбрус и МЦСТ–R с точки зрения импортозамещения в отрасли телекоммуникаций и связи



Константин Трушкин,
помощник генерального
директора по маркетингу
ЗАО «МЦСТ»

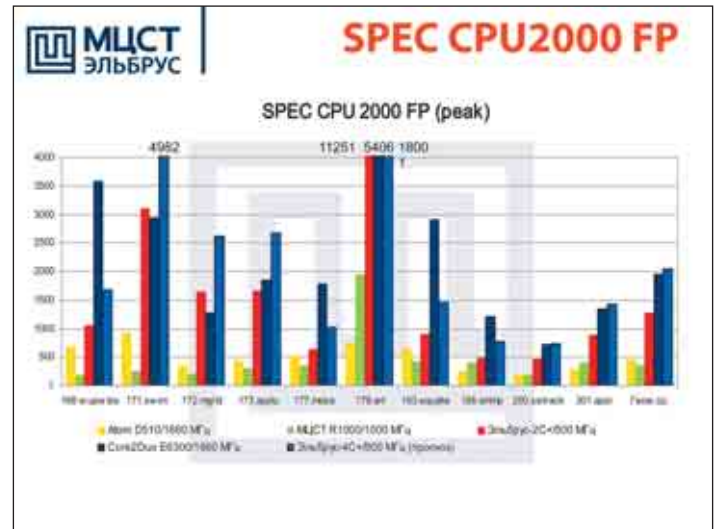
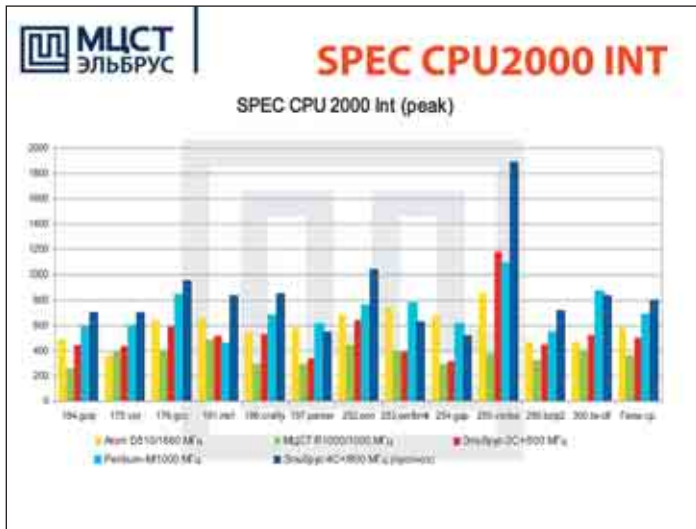
Всем известно, что в России индустрия микроэлектроники находится в упадке, а отечественных микропроцессоров с характеристиками, допускающими широкое применение, просто не существует. На конференции «Импортозамещение в отрасли связи – стратегический вектор развития», прошедшей в конце октября в Москве, практически каждый доклад содержал сакраментальную фразу: «Поскольку Россия собственных микропроцессоров не производит, мы вынуждены использовать импортную электронно-компонентную базу». Однако, перефразируя Марка Твена, можно возразить: слухи об отсутствии российских процессоров несколько преувеличены. Речь пойдёт о двух линейках микропроцессоров, разработанных коллективом ЗАО «МЦСТ».

Компания ЗАО «МЦСТ» образована в 1992 году на базе ведущих подразделений Института точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) им. С.А. Лебедева, в котором были разработаны отечественные высокопроизводительные ЭВМ и вычислительные комплексы нескольких поколений. Практически все ее ведущие специалисты входили в число создателей многопроцессорных вычислительных комплексов (МКВ) «Эльбрус-1» и «Эльбрус-2», ставших основой ряда широкомасштабных систем стратегического значения.

В тяжёлые 1990-е годы компании удалось стать полноценным исполнителем заказных проектов для фирмы Sun Microsystems, одного из мировых лидеров микропроцессорной индустрии и разработчика процессорной архитектуры SPARC. Поэтому неудивительно, что первой собственной разработкой коллектива стал

микропроцессор, реализующий набор команд 32-разрядной системы SPARC V8. Это произошло в 1999 году, но компания продолжает и сегодня развивать линейку SPARC-совместимых процессоров. Уже выпущено 4 поколения процессоров, при этом каждая следующая модель существенно превосходит предыдущую по производительности. На сегодняшний день флагман этой линейки — четырехъядерный 64-разрядный микропроцессор «МЦСТ-R1000» с рабочей тактовой частотой в 1 ГГц.

Несмотря на успехи в проектировании SPARC-совместимых процессоров, ведущих сотрудников МЦСТ не оставляла мысль реализовать «в кремнии» наработки, сделанные в области высокопроизводительных ЭВМ ещё в советское время. В 2000 году в ЗАО «МЦСТ» началось создание собственной 64-разрядной микропроцессорной архитектуры «Эльбрус», основанной на идеях повышения производительности за счёт явного управления параллелизмом и программно-аппаратного подхода к проектированию, то есть совместной согласованной разработки программного обеспечения и аппаратуры. Явное управление параллелизмом было предложено ещё в архитектуре супер-ЭВМ «Эльбрус-3». По различным причинам, прежде всего экономическим, в то время эти наработки не были доведены до конца, но они нашли своё воплощение в архитектуре «Эльбрус-2000» («Эльбрус»), которая обрела реальные очертания в МЦСТ в 1998 году. Первый кристалл с архитектурой «Эльбрус» был произведён в 2005 году, а в 2007 году первый вычислительный комплекс на основе микропроцессоров «Эльбрус» успешно прошел Государственные испытания. С этого времени



выпущено уже 4 поколения процессоров, каждое из которых является существенным шагом вперёд по сравнению с предыдущим. Сегодняшняя «рабочая лошадка» в этой линейке – процессор «Эльбрус-2С+», с частотой 500 МГц и 2 ядрами с архитектурой «Эльбрус». Старший процессор этой линейки — четырехъядерный «Эльбрус-4С» с рабочей тактовой частотой в 800 МГц, прошёл государственные испытания весной 2014 года и готов к серийному производству. В производство уже запущена опытная партия следующей – пятой – модели: «Эльбрус-8С». Он спроектирован по технологии 28 нм, имеет 8 процессорных ядер, в процессорные ядра внесены архитектурные улучшения. Процессор должен пройти государственные испытания в 2015 году.

МЦСТ также имеет наработки в направлении экономичных систем на кристалле. В 2015 году завершается разработка микропроцессора «Эльбрус-1С+» — одноядерного микропроцессора с архитектурой «Эльбрус» и встроенным графическим ядром, с поддержкой аппаратного ускорения 3D-графики, и общим энергопотреблением менее 10 ватт.

Первый вопрос, который встаёт в связи с появлением на рынке нового процессора – это производительность. Можно утверждать, что отечественные разработки находятся на достойном уровне. Современные процессоры ЗАО «МЦСТ» можно расположить в такой последовательности, по возрастанию вычислительной мощности отдельного процессорного ядра: МЦСТ R1000, «Эльбрус-2С+», «Эльбрус-4С». Одно ядро R1000 имеет производительность примерно на уровне равночастотного Intel Atom, одно ядро с архитектурой «Эльбрус» – в большинстве тестов не хуже, чем равночастотный Intel Core2, но нередко в ситуациях, когда в исполняемой программе много независимых друг от друга операций, он «догоняет» архитектуру Intel Core2 с более, чем в 2 раза высокой частотой. Особенно хорошие результаты можно получить, проведя ревизию «горячих мест» в программе и проведя программные алгоритмические оптимизации на уровне исходных кодов. Архитектура «Эльбрус» даёт программистам большие возможности в этом плане. В результате, можно условно расположить сферы применения и модели – «одноклассники» следующим образом:

Модель, хар-ки	Ближайший аналог	Сфера применения
МЦСТ R1000 4 ядра SPARC V9, 1 ГГц, до 2 инструкций в такт на ядро. Южный мост КПИ.	Младшие модели Intel Atom, ARM Cortex A8	Встраиваемая техника; экономичные терминалы; программные коммутаторы и маршрутизаторы нижнего сегмента производительности
Эльбрус-2С+ 2 ядра «Эльбрус», 500 МГц, до 23 операций в такт на ядро. Южный мост КПИ.	Старшие модели Intel Atom, десктопные и мобильные модели Intel Core2 нижнего уровня, ARM Cortex A57	Встраиваемая техника, требующая интенсивных вычислений; настольные терминалы; программные коммутаторы и маршрутизаторы нижнего сегмента производительности
Эльбрус-4С 4 ядра «Эльбрус», 800 МГц, до 23 операций в такт на ядро. Южный мост КПИ.	Десктопные модели Intel Core2 среднего уровня	Настольные терминалы; рабочие станции; серверы; программные коммутаторы и маршрутизаторы
Эльбрус-8С 8 ядер «Эльбрус», 1300 МГц, до 25 операций в такт на ядро. Южный мост КПИ-2.	Серверные Intel Core2 младшего и среднего уровня	Рабочие станции; серверы; программные коммутаторы и маршрутизаторы

МЦСТ Эльбрус

БК Монокуб-РС

Плата «Монокуб»

- q Процессор Эльбрус-2С+, 500 МГц
- q Два канала DDR2-800
- q PCI-Express x 16 (разведено x8)
- q 8 * USB 2.0, 4 * SATA 2.0, VGA + DVI, Gigabit Ethernet, RS-232, Audio, CF
- q miniITX (170mm x 170mm)

МЦСТ Эльбрус

БК Сивуч-3

- q Индустриальный конструктив Евромеханика
- q Стандарт VPX 6U
- q 4 процессорных модуля на базе МЦСТ R1000
- q Каждый процессорный модуль снабжён южным мостом, контроллером Gbit Ethernet и шиной PCI-Express
- q Имеются три 4-портовых адаптера Gbit Ethernet
- q Всего 16 каналов Gigabit Ethernet

МЦСТ Эльбрус

Основа современных SDN

Универсальные вычислительные ресурсы (процессоры) и сетевые контроллеры

Оптимизированный стек системного и специального ПО

Виртуализация

Для нужд сферы телекоммуникаций не менее значимым вопросом является спектр интерфейсных возможностей системы. Начиная с микропроцессора МЦСТ R1000, в вычислительных системах на базе процессоров ЗАО «МЦСТ» используется внешний контроллер периферийных интерфейсов собственной разработки – так называемый «южный мост», микросхема-концентратор, связывающая периферийные устройства и шины с центральным процессором. Первой реализацией южного моста является микросхема КПИ, выпущенная в 2011 году. Важнейшим параметром любого «южного моста» является пропускная способность канала, который связывает его с процессором. У КПИ этот параметр равен 2 Гбайт/с – по 1 Гбайт/с в каждую сторону. Набор поддерживаемых интерфейсов включает в себя контроллер PCI-Express v.1.0a – 8 линий, PCI v2.3, контроллер Ethernet 1 Гбит/с, контроллер SATA 2.0 – 4 порта, контроллер USB 2.0 и другие

менее скоростные интерфейсы. В 2015 году в МЦСТ планируется завершение разработки КПИ-2 — контроллера периферийных интерфейсов с пропускной способностью не менее 16 Гбайт/с (8 Гбайт/с в каждом направлении). В КПИ-2 реализован контроллер PCI Express 2.0 на 20 линий, 3 контроллера Gigabit Ethernet, 8 контроллеров SATA 3.0 – то есть набор интерфейсов современного уровня с развитыми сетевыми возможностями, позволяющий подключать высокоскоростные внешние контроллеры и большое количество дисков.

Важно отметить, что большинство современных моделей процессоров ЗАО «МЦСТ» допускают объединение в многопроцессорные машины, до 4 процессоров в системе, и каждый процессор может иметь собственный южный мост.

На базе собственных процессоров в МЦСТ разработан целый спектр вычислительных комплексов различного класса: от настольных компьютеров и ноутбуков до серверов и встраиваемой техники, в том числе для жёстких условий эксплуатации.

Программное обеспечение для вычислительных комплексов ЗАО «МЦСТ» практически на всех уровнях разработано непосредственно специалистами МЦСТ и ИНЭУМ, либо при их участии на основе ПО с открытым исходным кодом. В комплект ПО входят:

- операционные системы с набором общего программного обеспечения;
- BIOS и драйвера устройств;
- средства разработки программного обеспечения;
- математические библиотеки;
- средства поддержки многопроцессорности и многомашинности.

Основной операционной системой для вычислительных комплексов МЦСТ является ОС «Эльбрус». Она основана на ядре Linux версии 2.6.33, ведётся работа над переносом нового



Стоечный сервер 3U



Сервер на базе процессоров Эльбрус-4С

- 4 процессора Эльбрус-4С (4 ядра, 800 МГц)
- Оперативная память: 24 модуля DIMM DDR3
- Интерфейсы: SATA 2.0 – 8 каналов, Gigabit Ethernet – 2 канала, PCI Express 1.0 x8 – 2 слота, PCI – 2 слота
- Высота корпуса 3U / 2 U, в перспективе – 1 U



Тезис об отсутствии российской вычислительной техники, основанной на российской элементной базе, – не более, чем миф. Такая элементная база имеется, и один из лидеров в этой сфере – ЗАО «МЦСТ» с её процессорами МЦСТ–R и «Эльбрус». На основе этих процессоров разработана доверенная вычислительная техника, с современным уровнем технических характеристик.

ядра версии 3.10. Базовым дистрибутивом для ОС «Эльбрус» является Debian – одна из самых популярных серверных операционных систем. Ядро и базовый набор из приблизительно 4000 пакетов портированы на архитектуры «Эльбрус» и SPARC и собираются из единой базы исходных кодов. Дистрибутив содержит все средства для организации работы различных серверов и набор популярного программного обеспечения, достаточного для работы обычного пользователя: графическая оболочка, браузер, текстовый и табличный процессоры, текстовые редакторы, средства просмотра мультимедийных файлов, почтовые клиенты, веб-сервер, СУБД и множество других популярных программ. Всё программное обеспечение проходит сертификацию, допускающую применение в системах, обрабатывающих сведения с грифом «совершенно секретно». Важной для сферы телекоммуникаций особенностью является поддержка режима реального времени, во многом созданная собственными силами специалистов ЗАО «МЦСТ».

Средства разработки включают в себя общеизвестные средства с открытым кодом, которые

были портированы в ОС «Эльбрус», и полностью собственные средства разработки. Собственные средства – это, прежде всего, оптимизирующий компилятор для языков C, C++, Fortran. Особенности архитектуры «Эльбрус» предполагают, что компилятор должен быть очень «умным», обладать множеством специфических оптимизаций, и у разработчиков МЦСТ не было другого выбора, кроме как создавать компилятор «с нуля». На сегодня компилятор для «Эльбруса» – мощный и надёжный инструмент, поддерживающий совместимость с бесплатным компилятором gcc 4.4.

Исторический путь компании вынуждал разработчиков создавать полностью свои решения в разных сферах: схемотехника процессоров, периферийные контроллеры, средства разработки, код начальной загрузки. Он оказался непростым и затратным, но в итоге привёл к появлению нового качества создаваемых систем: доверенности. Если все ключевые компоненты созданы своими силами, имеют полный комплект документации (который можно проинспектировать) – то в системе не будет недеklarированных возможностей, то есть ей можно доверять. Это свойство – ключевое с точки зрения информационной безопасности, и имеет особую ценность для ответственных применений.

Подведём итог. Тезис об отсутствии российской вычислительной техники, основанной на российской элементной базе, – не более, чем миф. Такая элементная база имеется, и один из лидеров в этой сфере – ЗАО «МЦСТ» с её процессорами МЦСТ-R и «Эльбрус». На основе этих процессоров разработана доверенная вычислительная техника, с современным уровнем технических характеристик. Уверен, что эти процессоры найдут своё применение и в сфере телекоммуникаций.

Подробную информацию об этих процессорах, вычислительных комплексах на их основе и используемому программному окружению можно найти на сайте www.mcst.ru.