

Игорь Афонин, Дмитрий Кабачник

## Рабочая станция с конвекционным охлаждением на базе процессора «Эльбрус-4С»

В статье рассказывается об архитектуре процессоров семейства «Эльбрус», истории создания и перспективах. Также описывается процесс разработки безвентиляторной рабочей станции на базе процессора «Эльбрус» компанией «Адвантикс». Приводится обзор линейки всех промышленных ПК на базе ЦП «Эльбрус» этой компании.

### ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о необходимости импортозамещения в нашей стране встал особенно остро после введения в отношении России экономических санкций в 2014 году, резкого падения курса рубля по отношению к мировым валютам, по ряду других экономических причин, и, что является самым важным для производителей промышленных компьютеров, — после ограничения трансфера технологий. Данная ситуация вынудила экономику России мобилизовать все имеющиеся внутренние возможности для минимизации потерь и снижению рисков, связанных с зависимостью от иностранных производителей высокотехнологичных продуктов, в том числе ЦПУ. Основными игроками на рынке отечественных процессоров сейчас выступают две компании — «МЦСТ» с семейством процессоров «Эльбрус» и «Байкал Электроникс» с процессором «Байкал».

На текущий момент наличие аппаратных и программных средств, обеспечивающих информационную безопасность, выходит на первый план не только в системах АСУ ТП, но и в других сферах ИТ, что делает российские процессоры всё более востребованными на рынке.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ «ЭЛЬБРУС» И ЕЁ ОТЛИЧИЯ ОТ X86

Предварительно стоит отметить, что архитектура «Эльбрус» — это полностью оригинальная российская разработка. Её ключевыми чертами являются энергоэффективность и высокая производительность, достигаемые при помощи параллелизма операций.

Начнём с небольшого экскурса в историю создания архитектуры. Работы над архитектурой «Эльбрус» ведутся, начиная с 1986 года, в Институте точной механики и вычислительной техники (ИМТ и ВТ) им. С.А. Лебедева. В 1991 году завершилась разработка вычислительного комплекса «Эльбрус-3», которая выполнялась под руководством Б.А. Бабаяна. Именно в «Эльбрус-3» впервые были реализованы идеи явного управления параллелизмом операций с помощью компилятора, которые и служат основой отличий архитектуры «Эльбрус» от архитектуры x86 [1]. Опытный образец «Эльбрус-3» прошёл испытания, но в серийное производство так и не был запущен. Спустя 6 лет уже инженеры компании «МЦСТ» пытались воплотить в жизнь идеи «Эльбрус-3» в новом процессоре «Эльбрус-2000», который теоретически мог стать

конкурентом анонсированного процессора Intel Itanium. Однако массовое производство «Эльбрус-2000» так и не было запущено из-за отсутствия финансирования. Лишь в 2005 году возобновилась работа над архитектурой «Эльбрус», основанной на микроархитектуре VLIW (Very Long Instruction Word — очень длинная машинная команда). Уже в 2007 году был представлен процессор «Эльбрус». Следующим этапом развития архитектуры стала SoC (система на кристалле) «Эльбрус-S», вышедшая в 2010 году. Дополнением к «Эльбрус-S» стал контроллер периферийных устройств, который обеспечил поддержку различных общепринятых и промышленных интерфейсов. Далее процессоры выходили с завидной регулярностью и, наконец, в апреле 2014 года компания «МЦСТ» представила «Эльбрус-4С» с 4 ядрами, один из героев этой статьи. Продолжая увеличивать производительность своих процессоров, компания «МЦСТ» запустила «Эльбрус-8С» в массовое производство в 2016 году. В табл. 1 приведены технические характеристики процессоров.

Ключевым отличием архитектуры «Эльбрус» от привычных x86 процессоров является возможность эффективно управления ресурсами процессора на

Таблица 1

## Технические характеристики процессоров с архитектурой «Эльбрус»

| Архитектура «Эльбрус»  | «Эльбрус»    | «Эльбрус-S» | «Эльбрус -2С+»        | «Эльбрус-4С» | «Эльбрус-1С+»                         | «Эльбрус-8С»             |
|--|--------------|-------------|-----------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Год выпуска  | 2005         | 2010        | 2011                  | 2014         | 2016<br>1 квартал                     | 2015<br>(серийно с 2016) |
| Техпроцесс, нм   | 130          | 90          | 90                    | 65           | 40                                    | 28                       |
| Архитектура  | «Эльбрус»    | «Эльбрус»   | «Эльбрус»,<br>ElCore9 | «Эльбрус»    | «Эльбрус»,<br>MGA2,<br>Vivante GC2500 | «Эльбрус»                |
| Количество ядер  | 1            | 1           | 2 (+4 DSP)            | 4            | 1 (+1 2D, +1 3D)                      | 8                        |
| Тактовая частота, МГц  | 300          | 500         | 500                   | 800          | 1000                                  | 1300                     |
| Производительность (32 бита), Гфлопс                                     | 4,8          | 8           | 28                    | 50           | 24                                    | 250                      |
| Производительность (64 бита), Гфлопс                                     | 2,4          | 4           | 8                     | 25           | 12                                    | 125                      |
| Потребляемая мощность, Вт  | 6            | 20          | 25                    | 45           | 10                                    | 80                       |
| Команд на 1 такт   | 23           | 23          | 23                    | 23           | 25                                    | 25                       |
| Кэш уровня 1, кбайт (данные + команды)                                   | –            | –           | –                     | –            | 64 + 128                              | (64 + 128)/ядро          |
| Кэш уровня 2, Мбайт  | 0,25         | 2           | 2                     | 8            | 2                                     | 4<br>0,512/ядро          |
| Кэш уровня 3, Мбайт  | –            | –           | –                     | –            | –                                     | 16                       |
| Тип встроенного контроллера памяти                                       | –            | DDR2-500    | DDR2-800              | DDR3-1600    | DDR3-1600                             | DDR3-1600                |
| Количество каналов обмена с памятью                                      | –            | 1           | 1                     | 3            | 2                                     | 4                        |
| Пропускная способность шины памяти, Гбайт/с                              | 4,8          | 8           | 12,8                  | 38,4         | 25,6                                  | 51,2                     |
| Площадь кристалла, мм <sup>2</sup>                                       | 189          | 142         | 289                   | 380          | 122                                   | 321                      |
| Число транзисторов, млн  | 75,8         | 218         | 368                   | 986          | 375                                   | 2730                     |
| Число слоёв металла  | 8            | 9           | 9                     | 9            | –                                     | –                        |
| Тип корпуса  | HFCBGA 900   | HFCBGA 1156 | HFCBGA 1296           | HFCBGA 1600  | HFCBGA 1156                           | FCBGA 2028               |
| Максимальное число ядер в системе с общей памятью (прямое соединение)    | 2            | 4           | 8                     | 16           | –                                     | 32                       |
| Максимальное число ядер в системе с общей памятью (через чип-коммутатор) | –            | 16          | 32                    | 64           | –                                     | –                        |
| Каналы межпроцессорного обмена ccLVDS                                    | 0            | 3           | 3                     | 3            | –                                     | 3                        |
| Пропускная способность одного канала ccLVDS, Гбайт/с                     | –            | 4           | 4                     | 12           | –                                     | 16                       |
| Пропускная способность канала ioLVDS, Гбайт/с                            | –            | 2           | 2                     | 4            | –                                     | –                        |
| Комплекси́рование машин через каналы RDMA                                | До 2         | До 4        | До 4                  | До 4         | –                                     | –                        |
| Пропускная способность канала ввода-вывода/RemoteDMA, Гбайт/с            | 2            | 2           | 2                     | 4            | –                                     | –                        |
| Южный мост   | На базе FPGA | КПИ*        | КПИ                   | КПИ          | КПИ2                                  | КПИ2                     |

\*КПИ – контроллер периферийных интерфейсов.

микропрограммном уровне посредством специальных инструкций, добавляемых компилятором в программный код.

Для обеспечения высокой производительности, кроме увеличения тактовой частоты, все современные процессоры используют одновременное (параллельное) выполнение инструкций, так как параллельный код присутствует во всех без исключения классах программ. Самым распространённым является суперскалярный принцип распараллеливания операций.

В архитектурах, использующих этот принцип, и, в частности, в процессорах x86, последовательный код, полученный после компиляции программ, распараллеливается на аппаратном уровне. Для этого используются специальные функциональные блоки процессора, которые прогнозируют, планируют и диспетчеризируют выполнение инструкций.

В отличие от процессоров x86 в процессоре «Эльбрус» реализованы только те функции, которые необходимы для

обеспечения выполнения кода, подготовленного оптимизирующим компилятором. Это позволяет, с одной стороны, убрать с кристалла некоторые необходимые для суперскалярной архитектуры компоненты, что уменьшает тепловыделение, упрощает конструкцию процессора и технологию его изготовления, а также повысить производительность путём наращивания вычислительных компонентов. С другой стороны, код, подготовленный оптимизирующим компилятором, позволяет достичь высокой про-

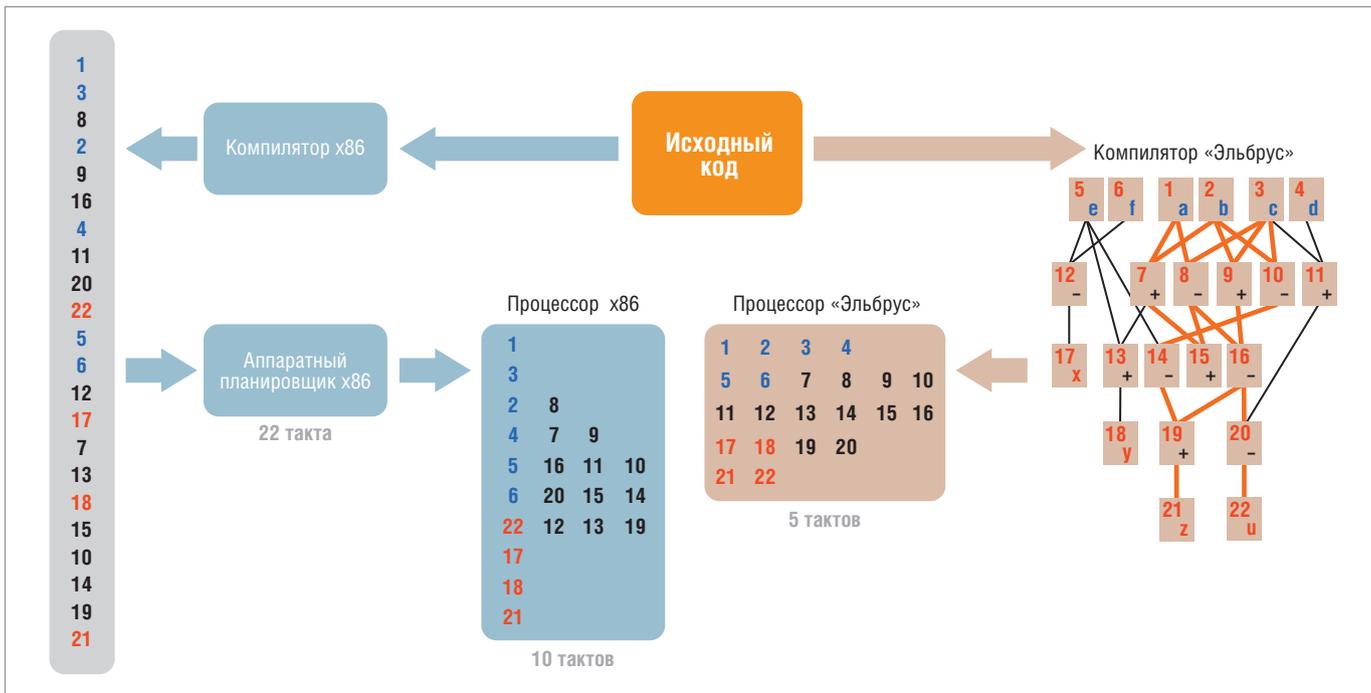


Рис. 1. Отличие архитектуры «Эльбрус» от x86

изводительности и защищённого исполнения программ (рис 1).

Производительность и функциональность программного компилятора значительно превосходят показатели аппаратного планировщика. Более того, он постоянно совершенствуется. В нём могут применяться самые современные алгоритмы анализа и оптимизации. Тем самым удаётся сокращать время выполнения операций до длин критических путей в регионах с ограниченным параллелизмом и достигать предельной загрузки аппаратных ресурсов в регионах с большим параллелизмом.

### РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ С КОНВЕКЦИОННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Компания «Авантикс» занимается производством российских промышлен-

ных компьютеров и серверов с 2006 года и также следует общим трендам рынка на импортозамещение. В настоящее время вектор развития продуктовой линейки направлен на максимально возможное применение отечественных компонентов и корпусов. Так, во многих компьютерах AdvantiX уже используются корпуса, произведённые на территории РФ, в число таких моделей входят компактные встраиваемые системы – ER-3100, ER-4100, мультимониторные безвентиляторные рабочие станции операторов – ER-DS200 и другие (рис. 2). Подробнее о ходе разработки промышленных компьютеров AdvantiX в целом и о ER-DS200 в частности можно узнать из статьи [2]. В результате проведённых разработок в конце 2018 года вышла в свет новая линейка производительных и компактных промышленных компьюте-

ров на основе семейства микропроцессоров «Эльбрус». Тесное сотрудничество технических специалистов компаний «Авантикс» и «МЦСТ» позволило провести разработку линейки и наладить серийное производство компьютеров в кратчайшие сроки.

Сигналом к началу разработки послужил резко возросший в рамках новых экономических санкций интерес самых различных клиентов к компьютерам на базе отечественных процессоров, в числе которых и «Эльбрус». Первым компьютером новой линейки стал ВКП-Б2/ЭЛ4С, основанный на материнской плате с центральным процессором «Эльбрус-4С» (1891ВМ8Я). Особенностью данной модели является то, что охлаждение системы осуществляется конвекционным методом, то есть с помощью системы тепловых труб и



Рис. 2. Безвентиляторные рабочие станции операторов AdvantiX ER-3100 (слева) и AdvantiX ER-DS200 (справа)



## CompactPCI ■ Компьютеры специального назначения

**Блочные корпуса** с различными механическими характеристиками, в том числе с ударопрочностью до **25g**

Эффективное электромагнитное экранирование

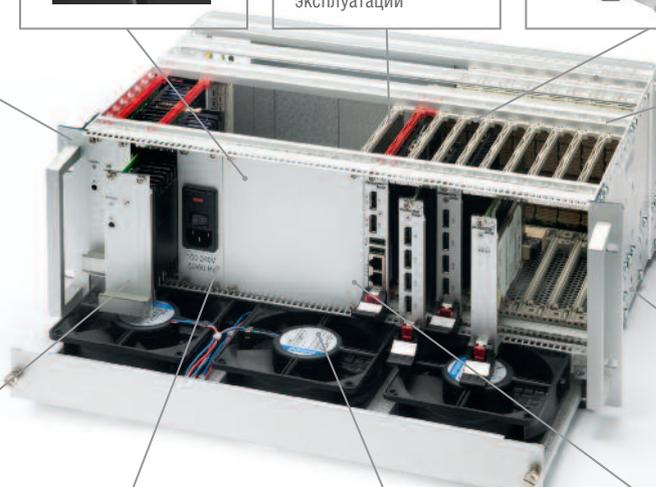
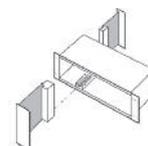


**Процессорные модули PICMG 2.0, 2.16, 2.30; CPCI-S.0 (Serial)** на различных процессорных платформах AMD и Intel для работы в жёстких условиях эксплуатации

**Кросс-платы и модули расширения PICMG 2.0, 2.16, 2.30, CPCI-S.0 (Serial)**



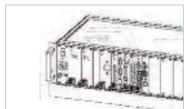
Подключение модулей тыльного ввода-вывода



**Источники питания** одинарные или резервированные: встраиваемые или в виде сменных блоков



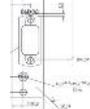
**Панели ввода** с клеммами заземления и разъёмами питания разных типов



**Вентиляторы** с возможностью «горячей» замены. Система охлаждения, в том числе с кондуктивным отводом тепла



**Лицевые панели** универсальные и заказные для вставных блоков



**Различные габариты** и варианты компоновки





Рис. 3. AdvantiX ВКП-Б2/ЭЛ4С



Рис. 4. Термокамера AdvantiX

радиаторов, которые отводят тепло, выделяемое процессором и другими греющимися элементами на плате. Таким образом, ВКП-Б2/ЭЛ4С является полностью безвентиляторным компьютером, что делает его уникальным решением на рынке. Такой компьютер создан специально для ответственных применений и не нуждается в обслуживании — он готов работать на объектах заказчика в режиме 24/7. Компьютер выполнен в форм-факторе 2U для установки в 19" стойку и поставляется уже с установленными креплениями для стойки. При разработке корпуса и пассивной системы охлаждения использовались только отечественные компоненты. Корпус разработан и изготавливается по заказу компании «Авантикс» у её партнёров в Москве. Термоблоки, радиаторы и теплопроводящие трубки также изготавливаются на

территории РФ отечественными производителями. Максимальное использование отечественных элементов в изделии позволяет называть компьютер ВКП-Б2/ЭЛ4С максимально импортзамещённым в текущей линейке промышленных компьютеров AdvantiX (рис. 3).

Процессор «Эльбрус-4С», несмотря на относительно невысокую тактовую частоту, для многих задач обеспечивает производительность, сопоставимую с показателями ведущих зарубежных процессоров. В нём реализована аппаратная поддержка для двоичной трансляции кодов Intel/AMD в многопоточном режиме. Этот метод позволяет при необходимости запускать машинный код x86 на микропроцессорах «Эльбрус» в режиме бинарной трансляции.

Компьютер ВКП-Б2/ЭЛ4С получил маркетинговое имя «Брусника», и в

дальнейшем будет использоваться и такое его наименование как более благозвучное. Компьютер «Брусника» оснащён процессором «Эльбрус-4С» 1891ВМ8Я с 4 ядрами, работающими на тактовой частоте 800 МГц. В качестве набора системной логики выступает микросхема КПИ 1991ВГ1Я, также разработанная и произведённая компанией «МЦСТ». Компьютер может быть оснащён оперативной памятью от 4 до 96 Гбайт благодаря трём слотам, предназначенным для регистровой памяти DDR3-1600 ECC. Для хранения данных «Брусника» может включать mSATA-модуль ёмкостью от 32 до 512 Гбайт и имеет 3 SATA-порта, выведенных на плату. Видеоданные обрабатываются с помощью обеспечивающей разрешение вплоть до 1920×1080 встроенной видеокарты Silicon Motion SM718 с 16 Мбайт памяти, которая работает на PCI-шине.

В качестве слотов расширения в ВКП-Б2/ЭЛ4С присутствуют 2×PCI и 1×PCIe x16, в случае использования видеокарты в этом слоте расширения потребуется доработка корпуса и дополнительно установка радиатора. Компьютер оснащён также и сетевым контроллером Ethernet 10/100/1000, обеспечивающим работу LAN-порта (RJ-45). Порты ввода-вывода представлены 4×USB 2.0, 1×DVI-I, который поддерживает сигнал VGA с помощью переходника, и 1×COM-портом (RS-232). Помимо этого возможно получить и второй COM-порт (RS-232), если вывести его с коннектора на материнской плате. Компьютер эффективно работает при температурах +5...+50°C, что подтверждено испытаниями, проведёнными в аттестованной термокамере компании «Авантикс» (рис. 4). Диапазон температур хранения для «Брусники» составляет -20...+60°C.

Неотъемлемой частью многих систем управления является операционная система жёсткого реального времени, что также служит дополнительным плюсом новой разработки. Компьютер поставляется в комплекте с операционной системой «Эльбрус», созданной специалистами компании «МЦСТ», а также поддерживает защищённую операционную систему реального времени «Нейтрино-Э». Операционные системы Windows XP и Astra Linux Special Edition поддерживаются в режиме бинарной трансляции.

Отдельно стоит отметить и питание компьютера «Брусника»: по умолчанию

он оснащается вводом питания 220 В переменного тока, но возможно перевести его на питание от постоянного тока. При этом разъём питания защищён от случайного отключения кабеля с помощью технологии V-lock (рис. 5), которая позволяет зафиксировать кабель питания в разъёме. После такой фиксации кабель можно вытащить, только зажав соответствующую кнопку фиксатора на самом кабеле.

### Обзор линейки

Естественным продолжением линейки являются и две следующие новинки – вентиляторные компьютеры ВКП-В2/ЭЛ4С и ВКП-В2/ЭЛ8С, оснащённые процессорами «Эльбрус-4С» и «Эльбрус-8С1» соответственно. Сравнительную характеристику и историю развития семейства процессоров «Эльбрус» мы уже приводили. Теперь более подробно рассмотрим некоторые технические особенности компьютеров, созданных на основе данных процессоров.

Для унификации новой линейки компьютеров эти модели выполнены в одинаковых корпусах разработки ком-



Рис. 5. Шнур питания (разъём защищён по технологии V-lock)

пани «Адвантикс» (рис. 6). Это корпус в форм-факторе 2U для 19" стойки. Оба компьютера предназначены для эксплуатации в промышленных условиях в режиме 24/7, поэтому вентиляторы могут быть заменены через переднюю панель без необходимости вынимать компьютер из стойки. Для ограничения доступа к лицевой панели

сотрудников или посторонних лиц, не имеющих допуска, используется замок с ключом, что позволяет не использовать специальный шкаф с внешним замком, а ограничиться обычной открытой стойкой. Обе модели оснащаются по умолчанию одиночными блоками питания мощностью 400 или 700 Вт.

Опционально доступен резервированный блок питания 450 Вт, что позволяет дополнительно увеличить надёжность данного решения. Оба компьютера могут использоваться при температурах +5...+40°C, а диапазон температур хранения составляет -20...+60°C.

Рассмотрим подробнее ВКП-В2/ЭЛ4С. Как указывалось, его «мозгом» является процессор «Эльбрус-4С» 1891ВМ8Я, аналогичный процессору в «Бруснике». На нём используется тот же набор системной логики – микросхема КПИ 1991ВГ1Я. В компьютер возможна установка от 4 до 96 Гбайт регистровой оперативной памяти с функцией ECC в 3 слота DDR3-1600. Помимо встроенной видеокарты Silicon Motion SM718 в компьютер может быть установлена и 3D-видеокарта из семейства AMD Radeon на шине PCIe.

Доломант | Высокие технологии на службе Отечеству


ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА  
 ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



**ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ**

**Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки**

- Модификация КД существующего изделия
- Разработка спецификаций на базе СОМ-модуля
- Конфигурирование модульного корпусированного изделия
- Сборка магистрально-модульной системы по спецификации заказчика
- Разработка изделия с нуля



**КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

**Контрактная сборка электроники уровней модуль/ узел/ блок/ шкаф/ комплекс**

- ОКР, технологические консультации и согласования
- Макеты, установочные партии, постановка в серию
- Полное комплектование производства импортными и отечественными компонентами и материалами; поддержание складов
- Серийное плановое производство; тестирование и испытания по методикам и ТУ

(495) 232-2033 • WWW.DOLOMANT.RU • (495) 739-0775

Реклама



Рис. 6. ВКП-В2/ЭЛ8С в специализированном корпусе производства AdvantiX

В качестве слотов расширения присутствуют 1×PCIe x16 половинной высоты, 2×PCI половинной высоты.

Для хранения данных доступны слоты 1×3,5"/2,5", расположенные внутри корпуса, и 2×5,25" с доступом снаружи.

Дополнительно возможно использование слота mSATA на материнской плате. Порты ввода-вывода аналогичны таковым у «Брусники». Отличием является только наличие дополнительных двух портов USB 2.0 на передней панели устройства.

ВКП-В2/ЭЛ8С представляет больший интерес как более новый и более производительный промышленный компьютер. Процессором в нём выступает «Эльбрус-8С1» 1891ВМ028 с 8 ядрами и тактовой частотой 1300 МГц. Набор системной логики представлен здесь микросхемой КПИ-2 1991ВГ2Я. В 4 слота DDR3-1600 возможна установка от 4 до 64 Гбайт ре-

Таблица 2

Технические характеристики промышленных компьютеров на базе процессоров с архитектурой «Эльбрус»

| Промышленный компьютер     | ВКП-В2/ЭЛ4С  | ВКП-В2/ЭЛ8С   |
|----------------------------|--|---|
| Процессор                  | «Эльбрус-4С» 1891ВМ8Я (800 МГц, 4 ядра)  | «Эльбрус-8С1» 1891ВМ028 (1300 МГц, 8 ядер)  |
| Чипсет                     | КПИ* 1991ВГ1Я  | КПИ-2 1991ВГ2Я  |
| Память                     | 4...96 Гбайт, 3×DDR3-1600, ECC reg   | 4...64 Гбайт, 4×DDR3-1600, ECC reg  |
| Видеоподсистема            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Встроенная: видеокarta Silicon Motion SM718 на шине PCI, видеопамять 16 Мбайт</li> <li>Разрешение до 1920×1080</li> <li>Опционально: 3D-видеокarta семейства AMD Radeon, PCIe</li> </ul>                              | 3D-видеокarta семейства AMD Radeon, PCIe (3–5 видеовыходов)   |
| Слоты расширения           | 1×PCIe x16 половинной высоты, 2×PCI половинной высоты  | 2×PCIe x16 половинной высоты, 1×PCIe x4 половинной высоты, 1×PCI половинной высоты  |
| Отсеки                     | 1×3,5"/2,5" (внутренние), 2×5,25"  |   |
| Дисковая подсистема        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Разъём mSATA: 32...512 Гбайт SSD</li> <li>3×SATA-порта, возможна установка корзины на 3 или 4 HDD/SSD</li> <li>Разъём для карты CF 16...64 Гбайт (для хранения двоичного транслятора, без доступа снаружи)</li> </ul> | 8×SATA 3.0 портов, возможна установка корзины на 3 или 4 HDD/SSD  |
| Сеть                       | 1×контроллер Ethernet 10/100/1000 (2–5 портов опционально)   | 3×контроллера Ethernet 10/100/1000 (4–8 портов опционально)   |
| Звук                       | Двухканальный AC'97  | 5.1-канальный HD Audio  |
| Порты                      | 4×USB 2.0 на задней панели, 2×USB 2.0 на передней панели, 1×DVI-I (с поддержкой VGA-сигнала через переходник), 1×LAN (RJ-45), 2×COM-порта RS-232, аудиовход/выход, стерео  | 6×USB 2.0 на задней панели, 2×USB 2.0 на передней панели, 1×DVI-I, 1×VGA, 1×HDMI (видеовыходы зависят от типа видеокарты), 3×LAN (RJ-45), 1×COM-порт RS-232, аудиовход/выход, микрофон (6 разъёмов mini-jack) |
| Питание                    | 400 или 700 Вт одиночный блок, либо 450 Вт резервированный (опционально)   |   |
| Диапазон температур        | +5...+40°C (работа), -20...+60°C (хранение)  |   |
| Габаритные размеры (Г×Ш×В) | 460×483×89 мм  |   |
| Вес                        | 10 кг  |   |
| Исполнение                 | Для монтажа в 19" стойку, 2U   |   |
| Цвет                       | Чёрный   |   |
| Операционная система       | ОС «Эльбрус» в комплекте. Поддержка ЗОСРВ «Нейтрино-Э». Поддержка Windows XP, Astra Linux Special Edition в режиме бинарной трансляции   | ОС «Эльбрус» в комплекте. Поддержка Astra Linux Special Edition, ЗОСРВ «Нейтрино-Э». Поддержка Windows XP, Windows 7 в режиме бинарной трансляции   |
| Гарантия                   | 1 год – хранение, 1 год – эксплуатация (2 года и более – опция)  |   |

\*КПИ – контроллер периферийных интерфейсов.

гистровой оперативной памяти с функцией ECC. Обработку видеоданных осуществляет устанавливаемая на шину PCIe 3D-видеокарта из семейства AMD Radeon, поддерживающая от 3 до 5 видеовыходов.

Слоты расширения в ВКП-В2/ЭЛ8С представлены 2×PCIe x16 половинной высоты, один из которых уже занят видеокартой, 1×PCIe x4 половинной высоты и полноразмерным слотом PCI. Дисковую подсистему можно организовать с помощью 8 выходов SATA на материнской плате, а установить накопители можно в корзину на 3 или 4 HDD/SSD.

Компьютер оснащён 3 контроллерами Ethernet, что даёт пользователю возможность использовать 3 порта RJ-45. Опционально количество портов RJ-45 может быть увеличено до 4–8 с помощью установки дополнительных сетевых контроллеров.

Для подключения к компьютеру периферийных устройств доступны 6×USB 2.0 на задней панели, 2×USB 2.0 на передней панели и 1×COM-порт (RS-232). Видеовыходы могут быть представлены в виде DVI-I, VGA или

HDMI, в зависимости от задач заказчика и выбранной соответственно им видеокарты.

Подробные технические характеристики вентиляторных решений на базе процессоров «Эльбрус» представлены в табл. 2.

### ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЛАНЫ

Новая линейка компьютеров AdvantiX на базе отечественных процессоров семейства «Эльбрус», без сомнения, является доверенной отечественной вычислительной техникой: все её ключевые компоненты, как программные, так и аппаратные, разработаны силами специалистов российской компании. Новинки по достоинству оценят структуры, которым необходима аппаратная платформа, позволяющая уверенно работать с ценной информацией, подлежащей надёжному хранению и защите.

Заказчиками компьютера станут государственные корпорации, транспортные компании, организации оборонного комплекса, а также системные интеграторы, реализующие программу импортозамещения в сфере промыш-

ленной автоматизации для своих клиентов. Линейка выпускаемой продукции непрерывно совершенствуется и расширяется.

В настоящее время в разработке находится высокопроизводительная безвентиляторная рабочая станция оператора с системой конвекционного охлаждения на базе процессора «Эльбрус-8С1». Такое изделие позволит без проблем использовать ресурсоёмкие приложения, которые часто бывают востребованы на рынке промышленной автоматизации. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Краткое описание архитектуры «Эльбрус» [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://elbrus.ru/elbrus\\_arch](http://elbrus.ru/elbrus_arch).
2. Дронов С. Импортозамещение в промышленных компьютерах: локализация и кооперация на примере AdvantiX ER-DS200 // Современные технологии автоматизации. – 2016. – № 4.

**Авторы – сотрудники  
фирмы «Адвантикс»  
Телефон: (495) 232-1693  
E-mail: info@advatix-pc.ru**

**PERFECTRON**

**ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЛАТЫ**  
Mini-ITX • ATX • PICMG 1.3 • COM Express • PC/104 • PCIe/104 • StackPC • 3,5" • EPIC • EBX

**Преимущества Perfectron**

- Высочайшая надежность
- Широкие возможности кастомизации
- Диапазон рабочих температур **-40...+85°C**
- Защита от ударов и вибраций

**ОХУ5336А**  
Одноплатный компьютер 3,5"

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

**WWW.PROSOFT.RU**

Реклама