

Нина Кузьмина

## Встраиваемые компьютеры FASTWEL на базе российских микропроцессоров

В данной статье рассказано о встраиваемых компьютерах компании FASTWEL, выполненных на базе новых российских процессоров. Также представлены технические особенности и преимущества нового российского микропроцессора Baikal-T1, построенного на базе двух процессорных ядер архитектуры MIPS.

Курс на импортозамещение всё больше набирает обороты. В соответствии с экономическими законами рационального использования потенциала национальной экономики, а также из соображений политической и экономической безопасности, государство всегда старается заменить товары, которые приходится импортировать, товарами собственного производства [1].

Не являются исключением и российские производители встраиваемых систем, которые под воздействием внутренних и внешних факторов стремятся переходить на отечественные компоненты. Естественно, решения, созданные на отечественных компонентах, должны быть конкурентоспособными, надёжными и доступными.

### Микропроцессор Baikal-T1

В мае 2015 года компания Baikal Electronics объявила о выпуске микропроцессора Baikal-T1. С 1 июня 2015 года для разработчиков были доступны инженерные образцы Baikal-T1 [2]. Он построен на базе двухпроцессорных суперскалярных ядер архитектуры MIPS Warriog P5600 компании Imagination Technologies. Аббревиатура MIPS расшифровывается как “microprocessor without Interlocked Pipeline Stages”, что переводится как микропроцессор без задержек ожидания конвейера. Это подчёркивает важнейшее свойство данной

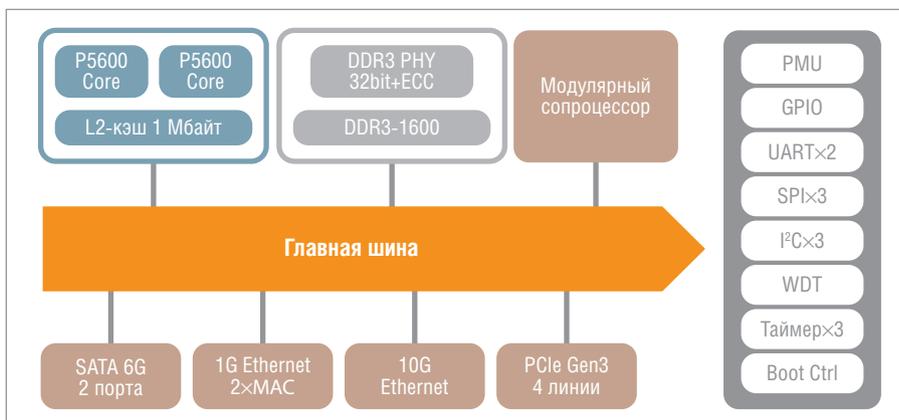
RISC-архитектуры – сбалансированность тракта выборки команд с функциональными узлами процессора [3].

Процессорное ядро MIPS P5600 является первой модификацией процессорных ядер MIPS поколения Warriog. Данное 32-разрядное ядро обладает низким энергопотреблением и имеет размеры на 30% меньше, чем аналогичные ядра на рынке.

P5600 разработано, в первую очередь, для использования в телекоммуника-

ционном и сетевом оборудовании, например в роутерах и управляемых коммутаторах [3].

В основе MIPS-ядра лежит гарвардская архитектура, основными характеристиками которой являются физическое разделение хранилища инструкций и хранилища данных, а также физическое разделение каналов инструкций и каналов данных, и набор команд RISC. Конвейер MIPS содержит 5 уровней и логические схемы, обеспечиваю-



**Условные обозначения:** P5600 Core – ядро процессора; DDR3 PHY 32bit+ECC – 32-битовый интерфейс модуля памяти DDR3-1600 с 8-битовым кодом исправления ошибок; SATA 6G 2 порта – двухпортовый контроллер SATA поколения 3.1; 1G Ethernet 2xMAC – 2 контроллера 1 Гбит/с Ethernet; 10G Ethernet – контроллер 10 Гбит/с Ethernet; PCIe Gen3 4 линии – шина PCI Express третьего поколения, 4 тракта с пропускной способностью 8 Гбит/с каждый; PMU – блок мониторинга производительности; GPIO – контроллер ввода-вывода GPIO; UARTx2 – два последовательных порта; SPIx3 – три контроллера Serial Peripheral Interface; I<sup>2</sup>Cx3 – три контроллера интерфейса I<sup>2</sup>C; WDT – программируемый сторожевой таймер; Таймерx3 – контроллер с тремя независимыми таймерами; Boot Ctrl – контроллер загрузки.

Рис. 1. Функциональная схема Baikal-T1

щие ещё до завершения обработки инструкции быстрый доступ к данным, которые используются следующей инструкцией. Таким образом, все арифметические и сдвиговые операции выполняются за один цикл [4].

Функциональная схема микропроцессора Baikal-T1 представлена на рис. 1.

В процессор встроены три контроллера Ethernet, два из которых гигабитные и один 10-гигабитный. Встроенный контроллер памяти DDR3-1600 поддерживает до 8 Гбайт с функцией контроля ошибок ECC. Также процессор оснащён контроллером шины PCIe Gen 3 с 4 линиями, контроллером SATA 3.0 (6 Гбит), USB 2.0. Рабочая частота Baikal-T1 составляет до 1,2 ГГц. Процессор имеет встроенную кэш-память размером 1 Мбайт. Для уменьшения нагрузки на контроллер в конфигурацию микропроцессора Baikal-T1 входит модулярный сопроцессор, позволяющий ускорить арифметические операции с длинными целыми числами. Основные характеристики микропроцессора Baikal-T1 представлены в табл. 1.

Одной из самых важных характеристик процессора является его производительность. Для измерения производительности процессоров существуют различные эталонные тесты, как, например, Coremark консорциума EEMBC. Данный тест позволяет оценить производительность центральных процессоров, используя общие для всех приложений структуры данных и алгоритмы.

Согласно тесту, проведённому самой компанией, Baikal-T1 набрал 10342 балла для двух потоков [5]. Эти результаты по производительности Baikal-T1 сопоставимы с результатами процессора Intel Atom и процессорами современных смартфонов. На рис. 2 представле-

Таблица 1

Основные характеристики микропроцессора Baikal T1

Технология	28 нм (TSMC)
Количество ядер	2, P5600 MIPS32
Частота	Не менее 1 ГГц
Кэш L2	1 Мбайт
Контроллер памяти	DDR3-1600 (32bit+ECC)
Ускоритель шифрования	По ГОСТ 28147-89
Встроенные интерфейсы	2×1 Гбит Ethernet
	1×10 Гбит Ethernet
	PCIe Gen 3 x4
	2×SATA 3.0
	UART, I <sup>2</sup> C, SPI, GPIO, USB 2.0
Энергопотребление	Менее 5 Вт

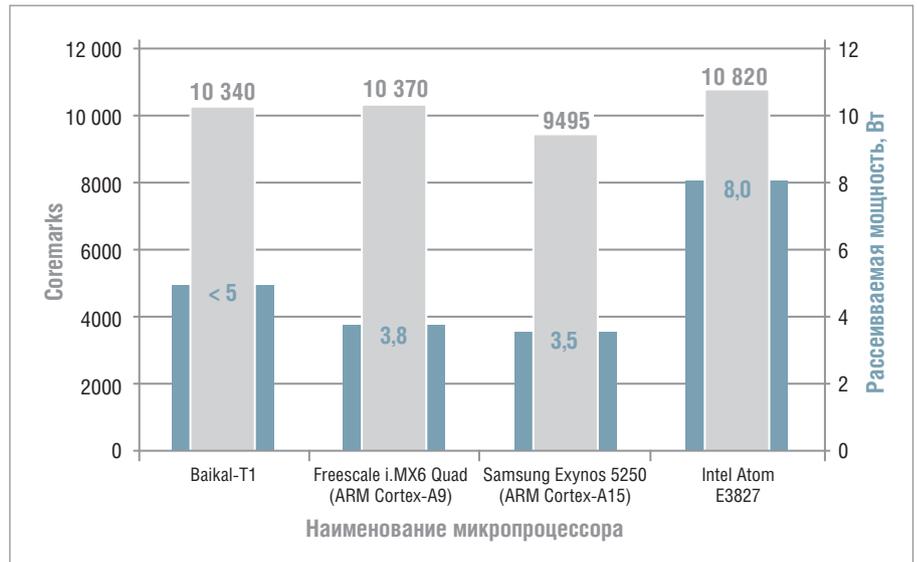


Рис. 2. Результат тестирования производительности по Coremark

на диаграмма сравнения производительности Baikal-T1 с другими процессорами согласно тесту Coremark, а также соотношение мощностей, рассеиваемых каждым процессором.

### БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Широкое взаимодействие устройств с глобальной сетью Интернет, внедрение таких технологий, как Интернет вещей и облачные серверы хранения данных, заставляет совершенствовать методы защиты информации от несанкционированного доступа и взлома.

В начале 2016 года некоммерческая организация rprl представила решение для обеспечения безопасности устройств Интернета вещей и подключаемых к сети Интернет встроенных систем для процессоров с архитектурой MIPS.

Фонд rprl является открытой общественной некоммерческой организацией, которая объединяет компании в индустрии высоких технологий, инвестирующие в инновации в области эффективности, переносимости и совместимости ПО и виртуализированных архитектур. Основные сферы интереса rprl включают ЦОДы, сети и устройства хранения данных, подключаемую потребительскую и встраиваемую электронику, Интернет вещей [6].

В начале 2016 года rprl Foundation представила концепцию обеспечения безопасности устройств, подключаемых к сети встроенных систем, и устройств Интернета вещей. Демонстрация данного подхода впервые была осуществлена с помощью системы на кристалле Baikal-T1 на выставке Mobile World Congress в Барселоне [7].

Основная идея создания безопасности с помощью среды rprlSecurity заключается в использовании аппаратной виртуализации и обеспечении контроля на аппаратном уровне: заслуживающие доверия компоненты системы “root of trust”, защищённая загрузка, гипервизор, позволяющий одновременное и параллельное выполнение нескольких операционных систем на одном и том же хост-компьютере, и защищённый обмен данными между виртуальными машинами. Микропроцессор Baikal-T1 поддерживает аппаратную виртуализацию и до 7 одновременно исполняющихся виртуальных машин. Среда rprlSecurity даёт возможность нескольким копиям дистрибутива операционных систем функционировать параллельно на разных виртуальных машинах на одном процессоре. В созданных таким образом защищённых доменах приложения и операционные системы могут работать независимо друг от друга, что в случае несанкционированного доступа к одной из систем исключает возможность взлома других компонентов. Таким образом, описанный и продемонстрированный механизм обеспечения безопасности позволяет создавать защищённые от взлома телекоммуникационные и сетевые устройства и встраиваемые системы, подключаемые к сети Интернет.

### Изделия FASTWEL НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МИКРОПРОЦЕССОРА BAIKAL-T1

Зарекомендовав себя в качестве процессора для ответственных телекоммуникационных и сетевых приложений, микропроцессор Baikal-T1 уже сейчас

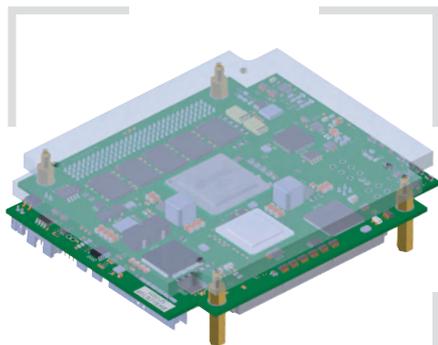


Рис. 3. Процессорная плата FASTWEL CPC313 стандарта StackPC

нашёл своё применение в отечественных уст-ройствах. Примером является новая процессорная плата FASTWEL CPC313 стандарта StackPC (рис. 3).

Модуль CPC313 разработан для использования в широком диапазоне рабочих температур и имеет высокую стойкость к ударным и вибрационным нагрузкам. Процессорный модуль поддерживает Linux с ядром v3.19, операционную систему реального времени QNX 6.5 и встраиваемую операционную систему жёсткого реального времени FX-RTOS. Основные характеристики модуля приведены в табл. 2.

Модуль CPC313 предлагается использовать при построении систем реального времени, бортовых систем, средств безопасности и связи, контроля производства, высокоскоростного сбора данных и для других ответственных применений, предназначенных для работы в жёстких условиях.

Модуль имеет конструктив StackPC и позиционируется как эволюционная модификация модуля CPC309 на базе процессора Intel Atom D510 с целью его дальнейшего замещения, что делает возможным применение его в бортовом модульном компьютере МК300.

Характеристики FASTWEL CPC313

Процессор	Двухъядерный Baikal-T1 1,2 ГГц
Оперативная память	DDR3 800 МГц с ECC, 32 бит до 8 Гбайт (напаивная)
Жёсткий диск	8 Гбайт SATA SLC флэш-диск (напаивный) CFAST-слот для карты
UART	2×RS-232 (Rx, Tx)
Порты Ethernet	2×10/100/1000 Мбит/с на шине StackPC; 10 Гбит/с на разъёме расширения
Порты USB	2×USB 2.0
Порт дискретного ввода-вывода	8 каналов ввода-вывода
Аудиовход-выход	Analog In/Out/Mic
Аналоговые видеовыходы	До 1920×1440, 60 Гц
Цифровые видеовыходы	До 1366×768, 60 Гц, 18/24 бит (LVDS)
Интерфейсы расширения	PCI 32 бит, 33/66 МГц; шина расширения StackPC: 4×PCIe x1, 1×PCIe x4
Диапазон рабочих температур	-40...+85°C
Вход питания	+5 В, 12 В
Максимальная потребляемая мощность	~12 Вт

Благодаря небольшому энергопотреблению микропроцессора Baikal-T1 процессорный модуль CPC313 имеет невысокую потребляемую мощность. CPC313 будет иметь длительную доступность на рынке с гарантированным временем жизни платформы от 7 до 10 лет. ●

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анимациа Е.Г., Анимациа П.Е., Глумов А.А. Импортзамещение в промышленном производстве региона: концептуально-теоретические и прикладные аспекты // Экономика региона. – 2015. – № 3.
2. Шунков В. Вышел российский микропроцессор Baikal-T1 [Электронный ресурс] // Сайт Geektimes. – Режим доступа : <https://geektimes.ru/post/250930/>.
3. P-Class P5600 Multiprocessor Core // Сайт Imagination Technologies Limited. – Режим доступа : <https://imgtec.com/mips/warrior/p-class-p5600-multiprocessor-core/>.
4. Evanczuk S. Evolving a classic RISC architecture // Сайт EDN Network. – Режим доступа : <http://www.edn.com/>

[electronics-blogs/systems-interface/4402961/Evolving-a-classic-RISC-architecture](https://electronics-blogs/systems-interface/4402961/Evolving-a-classic-RISC-architecture).

5. Надежин А. Российский процессор «Байкал» [Электронный ресурс] // Сайт Geektimes. – Режим доступа : <https://geektimes.ru/post/273192>.
6. На процессорах «Байкал» начали испытывать технологию безопасности Интернета вещей [Электронный ресурс] // Единый портал электронной подписи. – Режим доступа : <http://iecp.ru/news/item/403140>.
7. prpl Foundation продемонстрировал защиту информации с помощью аппаратной виртуализации в области интернета вещей и сетевых встроенных систем на чипе «Байкал-T1» [Электронный ресурс] // Baikal Electronics. – Режим доступа : [www.baikalelectronics.ru/about/press-center/news/PRPL-virtualization/](http://www.baikalelectronics.ru/about/press-center/news/PRPL-virtualization/).

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

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### APLEX приходит в ПРОСОФТ

Программа поставок холдинга ПРОСОФТ пополняется новым производителем из Тайваня – компанией APLEX Group. Деятельность APLEX Group ориентирована по производству мобильных компьютеров, панелей оператора и мониторов для экстремальных условий эксплуатации.

В компанию входит два структурных подразделения – ADOtec и APLEX Technology Incorporated. Деятельность ADOtec сконцентрирована на производстве материнских плат различных форматов, оснащённых современными вычислителями. Высокий уровень производственных мощностей ADOtec

подтверждается наличием в технологии производства собственной чистой комнаты, гарантирующей стабильно высокое качество продукции.

Подразделение APLEX Technology Incorporated занимается полным циклом разработки и производства устройств человеко-машинного интерфейса. Собственный штат разработчиков позволяет компании выпускать продукцию по техническим требованиям заказчика.

Компания APLEX активно работает в сфере расширения клиентской базы благодаря предоставлению услуг по ODM- и OEM-производству. Среди изделий компании сле-

дует выделить устройства человеко-машинного интерфейса, изготовленные в корпусах из нержавеющей стали с герметичными интерфейсными разъёмами и повышенной яркостью экрана, что делает их подходящими для применения на улице. Серийные модели компании APLEX имеют степень защиты до IP69K и выдерживают высокие уровни вибрационной нагрузки. Отдельные модели сертифицированы для применения в Зоне 2, что позволяет использовать их во взрывоопасных производственных процессах. Высокий экономический потенциал APLEX Group подтверждён регистрацией компании в организации Taiwan Exchange (TWSE). ●