

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ NXP SEMICONDUCTORS

ИСТОРИЯ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

1 сентября 2006 года генеральный директор полупроводникового отделения Philips Semiconductors корпорации Royal Philips Electronics Франс Ван Хоутен объявил об образовании на базе отделения новой компании NXP Semiconductors (NXP – Next Experience, следующий уровень). Преобразование полупроводникового отделения в самостоятельную компанию – новая веха в 53-летней истории Philips Semiconductors, знаменующая получение независимости от корпорации Royal Philips. Новая независимая компания NXP, акции которой приобрели частные акционерные компании и корпорация Philips (19,9%), унаследовала опыт отделения Philips Semiconductors, объем продаж которого в 2005 году превысил 5 млрд. долл. В результате NXP – вторая крупнейшая полупроводниковая фирма в Европе и десятая в мире. Принятая компанией эмблема – “живая поддержка” – отражает направление работ NXP: поддержка средств воспроизведения изображения и звука сверхвысокого качества и завоевание лидерства на рынках полупроводниковых приборов для электронных автомобильных систем, средств идентификации, бытовой аппаратуры, мобильных и персональных систем. Этому должны способствовать отчисления в 1 млрд. евро на НИОКР, развитая производственная стратегия, усиленное внимание к требованиям заказчика, опыт 37 тыс. сотрудников компании и, конечно, проводимая программа оживления бизнеса. Не останутся без внимания и работы по совершенствованию микроконтроллеров уже бывшего отделения Philips Semiconductors – признанного лидера по производству ARM-микроконтроллеров. Поэтому, несомненно, последние разработки отделения представляют интерес для читателей.



В.Лымарь
vlym@mtgroup.ru
В.Кайгородов
kaya@mtgroup.ru

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ ARM Mini LPC210x НЕОБЫЧАЙНО НИЗКОЙ ЦЕНЫ

Микроконтроллеры серии ARM Mini LPC210x пока представлены тремя моделями – LPC2101, LPC2102 и LPC2103. Все они выполнены на основе 32/16-разрядного ядра ARM7TDMI-S с поддержкой режима THUMB, прекрасно зарекомендовавшего себя как в уже ранее выпущенных и апробированных на практике микроконтроллерах семейства LPC2000, так и в ARM-микроконтроллерах других производителей. Тактовая частота достигает 70 МГц, (производительность 63 Mips) против 54 МГц для микроконтроллеров моделей предыдущей серии LPC214x*. Микроконтроллеры характеризуются низким энергопотреблением – менее 10 мкА в спящих режимах (Idle, Power-down, Hibernate, Deep Power-down) и менее 1 мВт/МГц в активном режиме.



Программный код может исполняться как из статической оперативной памяти (СОЗУ), так и из встроенной быстродействующей флэш-памяти. Объем СОЗУ в зависимости от модели составляет 2/4/8 Кбайт, объем флэш-памяти – от 8 до 32 Кбайт. При этом благодаря использованию широкой 128-разрядной шины (с коррекцией ошибок) и специального модуля ускорения доступа (МAM) исполнение программного кода из встроенной флэш-памяти происходит без потери производительности вплоть до предельной тактовой частоты ядра, т.е. до 70 МГц. Максимально допустимая частота выборки

* Лымарь В. ARM-микроконтроллеры серии LPC214x компании Philips с встроенным высокоскоростным USB 2.0 интерфейсом. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, №6, с.24–26.

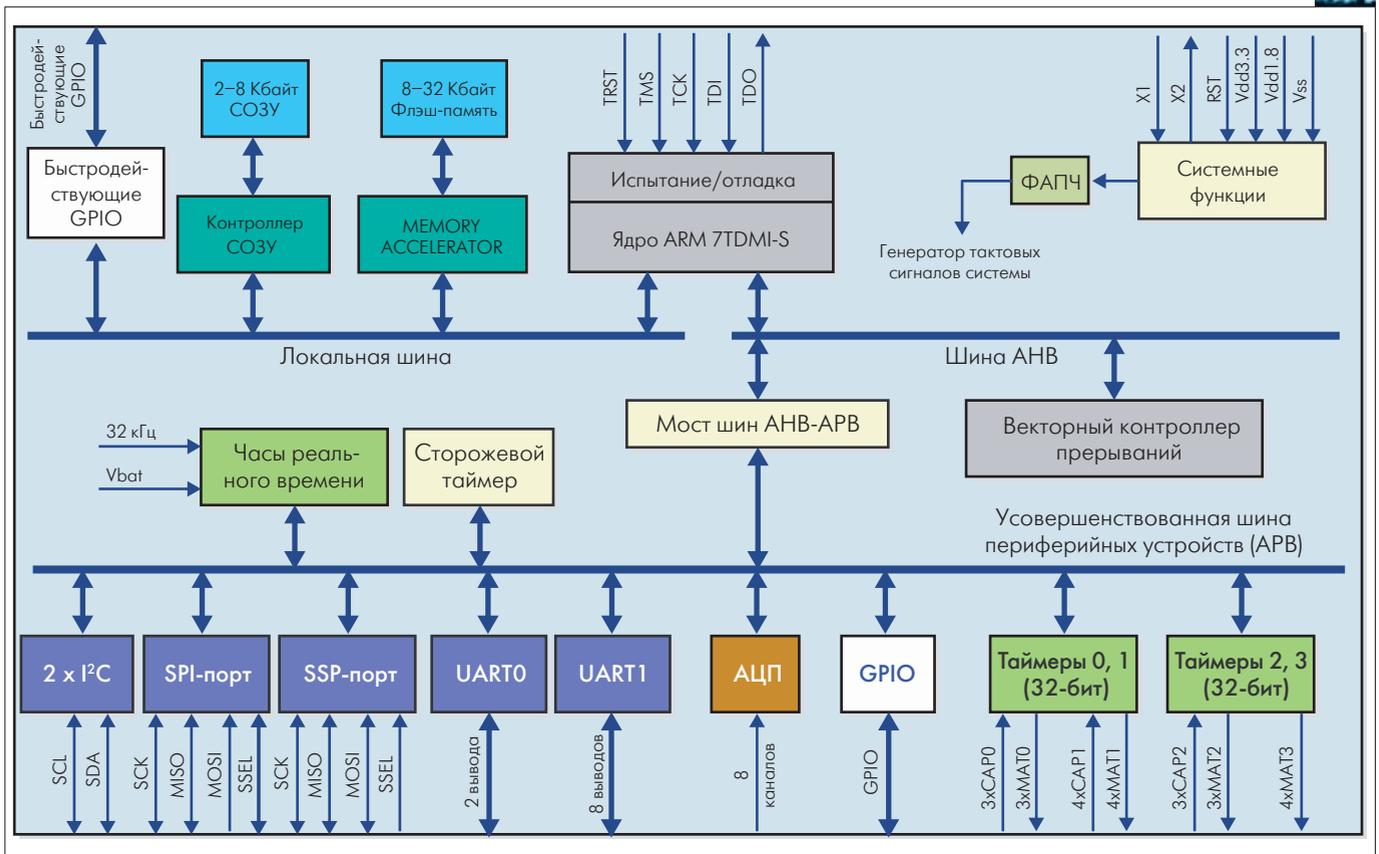


Рис. 1. Структурная схема микроконтроллеров серии ARM Mini LPC210x

данных флэш-памяти ведущих мировых производителей микроконтроллеров составляет 20–50 МГц. Таким образом, уникальный метод ускорения доступа к встроенной флэш-памяти, использованный в ARM-микроконтроллерах отделения Philips Semiconductors (а теперь NXP Semiconductors), обеспечивает им существенное преимущество перед изделиями других производителей, в которых для доступа к встроенной флэш-памяти используется более узкая шина.

По утверждению разработчиков, число циклов "стирание/запись" встроенной флэш-памяти микроконтроллеров серии ARM Mini LPC210x составляет не менее 100 тыс., сохранность данных – не менее 20 лет.

В обычном режиме ARM-микроконтроллеры серии LPC210x работают с 32-разрядным форматом команд, в режиме Thumb – с 16-разрядным форматом, что при необходимости позволяет более чем на 30% сократить размер программного кода при сохранении номинальной производительности.

Одно из важных достоинств микроконтроллеров серии ARM Mini LPC210x – в четыре раза большее быстродействие подсистемы ввода-вывода в сравнении с микроконтроллерами предыдущих серий. В современных ARM-микроконтроллерах частота синхронизации операций ввода-вывода обычно не превышает 4 МГц. Микросхемы серии ARM Mini LPC210x содержат новый дополнительный модуль Fast GPIO, на который при необходимости ускоренного ввода-вывода с помощью специального регистра можно передать управление. При этом программно-управляемый ввод-вывод обеспечивается на частотах до 17,5 МГц.

Встроенные средства связи микроконтроллера включают: два 16C550-совместимых универсальных асинхронных передатчика (UART); две быстрые шины Fast I²C (400 Кбит/с); два интерфейса SPI, один из которых может функционировать в режиме SSP; один быстродействующий восьмиканальный 10-бит АЦП с временем преобразования 2,44 мкс на канал.

Таблица 1. Основные технические характеристики микроконтроллеров серии ARM Mini LPC210x

| Модель | ОЗУ, Кбайт | Флэш-память, Кбайт | Защита флэш | Таймеры общего назначения | Число каналов CAP/MAT | Тактирование модуля RTS | | Интерфейсы | | | | | Число ШИМ-каналов | АЦП, бит/число каналов | Число GPIO-выводов | Ускоренные порты GPIO | F _{CPU} , МГц | Напряжение питания, В | | T, °C | Корпус | Статус производства |
|---------|------------|--------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------|------------------|-----|-----|------|-------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----|----------|----------------|---------------------|
| | | | | | | Внутр. ФАПЧ | Внеш. генератор, 32 кГц | UART | I ² C | SPI | SSP | JTAG | | | | | | CPU | I/O | | | |
| LPC2101 | 2 | 8 | + | 2x32-бит; 2x16-бит | 10/14 | + | + | 2 | 2 | 1 | 1 | + | 12 | 10/8 | 32 | 4x | 1-70 | 1,8 | 3,3 | -40...85 | LQFP48, PLCC44 | 4 кв. 2005 г. |
| LPC2102 | 4 | 16 | + | 2x32-бит; 2x16-бит | 10/14 | + | + | 2 | 2 | 1 | 1 | + | 12 | 10/8 | 32 | 4x | 1-70 | 1,8 | 3,3 | -40...85 | LQFP48, PLCC44 | 4 кв. 2005 г. |
| LPC2103 | 8 | 32 | + | 2x32-бит; 2x16-бит | 10/14 | + | + | 2 | 2 | 1 | 1 | + | 12 | 10/8 | 32 | 4x | 1-70 | 1,8 | 3,3 | -40...85 | LQFP48, PLCC44 | 4 кв. 2005 г. |

Для доступа к высокопроизводительному ядру ARM7TDMI-S и отладки программы предусмотрены встроенные стандартные JTAG- и ETM-интерфейсы. Взаимодействие ядра с основными модулями осуществляется с помощью локальной шины ARM, предназначенной для связи с контроллерами памяти процессора и модулем Fast GPIO, шины AHB – для связи с контроллером прерываний и периферийной шиной APB – для связи с модулями, выполняющими периферийные функции (рис. 1, табл. 1).

К особенностям микроконтроллеров серии ARM Mini LPC210x также относятся:

- 32 GPIO-вывода с индивидуальной установкой направления ввода-вывода (допустимое напряжение до 5 В, нагрузочная способность 4–50 мА);
- установка значений 1, 0 или чтения GPIO (для любого сочетания выводов) всего одной инструкцией. При этом благодаря специальному масочному регистру установку или изменение логических уровней выводов порта можно выполнять одновременно (синхронно) по фронту тактирующего сигнала;
- ISP/IAP/PP-режимы программирования флэш-памяти с использованием встроенного в чип загрузчика;
- два 32-разрядных таймера/счетчика с семью каналами захвата (CAP) и сравнения (MAT) в каждом;
- два 16-разрядных таймера/счетчика с тремя каналами захвата и семью каналами сравнения в каждом;
- векторный контроллер прерываний (VIC) с конфигурируемыми приоритетами и адресами векторов;
- встроенный генератор, позволяющий использовать внешний кварцевый генератор с частотой 1–25 МГц;
- работа при трех значениях напряжения питания: 1,8 В±10% (ядра), 3,3 В±10% (периферии), от 2,0 до 3,6 В (RTC).

Монтируются микроконтроллеры в корпус LQFP48 (7x7 мм) или PLCC44. Диапазон рабочих температур -40...85°C.

И все это при отгрузке партии в 10 тыс. шт. за 1,47 долл. для LPC2101, 1,85 долл. для LPC2102 и 2,20 долл. за LPC2103.

Новая серия ARM Mini LPC210x необычайно низкой цены с улучшенными характеристиками имеет все необходимые

предпосылки для того, чтобы занять лидирующую позицию на рынке не только ARM-, но и недорогих 8- и 16-разрядных микроконтроллеров. Новые микросхемы найдут применение в системах промышленного контроля и автоматизации, телекоммуникации, торговом оборудовании, средствах учета энергоресурсов, автомобильных электронных устройствах, системах безопасности, медицинском оборудовании.

ARM-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ LPC2800 СО ВСТРОЕННЫМ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ USB-ИНТЕРФЕЙСОМ

На конференции по встроенным системам (Embedded Systems Conference, ESC), проходившей 3–7 апреля 2006 года, компания Royal Philips Electronics представила микроконтроллеры серии LPC2800, ориентированные на применение в портативных системах, требующих малых энергозатрат при обеспечении высоких характеристик. В микросхемах серии, пополнившей хорошо известное семейство LPC2000 с ядром ARM7, впервые одновременно реализованы высокоскоростной 480-Мбит/с High-Speed USB 2.0 интерфейс с трансивером физического уровня и I²C-, I²S-, MMC/SD- и ЖКИ-интерфейсы. Микроконтроллеры серии LPC2800 благодаря наличию встроенного преобразователя постоянного тока выгодно отличаются от предыдущих устройств возможностью работать всего от одной батареи на напряжение от 0,9 до 1,6 В. Вместе с тем при необходимости можно использовать и 5-В питание, получаемое от шины USB или от отдельных источников на 1,8 и 3,3 В, что способствует продлению времени жизни батарей, а также универсальности серии.



Микроконтроллеры серии LPC2800 построены на базе высокопроизводительного 32-разрядного ядра ARM7TDMI-S и работают на тактовой частоте до 60 МГц. Программный код может исполняться из встроенного СОЗУ, быстродействующей встроенной флэш-памяти или из внешней памяти. Объем

Таблица 2. Основные технические характеристики микроконтроллеров серии LPC2800

| Модель | Флэш-память, Кбайт | ОЗУ, Кбайт | ПЗУ, Кбайт | Кэш, Кбайт | Таймеры общего назнач., 32 бит | RTC | Внутр. ФАПЧ | Внеш. генер., 32 кГц | Интерфейсы | | | | | Прерывания/уровни | Маршрут. событий, входы/выходы | Высокоскоростной АЦП, бит/каналы | Аудио ЦАП с PGA, бит/каналы | Аудио ЦАП, бит/каналы | Число GPIO-выводов | Внешняя шина для флэш, ПЗУ, СОЗУ, СДЗУ, адаптер/данные, CS | F _{ср.} , МГц | Напряжение питания, В | | Питание встроенного DC-DC, В | | Т, °C | Корпус | Статус производства | |
|---------|--------------------|------------|------------|------------|--------------------------------|-----|-------------|----------------------|-------------|------------------|------------------|----------------|---------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|--|------------------------|-----------------------|-----|------------------------------|---------|-------|----------|---------------------|---------------|
| | | | | | | | | | UART с IrDA | I ² C | I ² S | ЖКИ (8-/4-бит) | USB 2.0 | | | | | | | | | SD/MMC карты | СРU | I/O | батарея | | | | USB |
| LPC2880 | - | 64 | 32 | 8 | 2 | + | + | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 30/16 | 105/525 | 10/5 | 16/2 | 16/2 | 79 | 21/16/4 | 1–60 | 1,8 | 3,3 | 0,9–1,6 | 5 | -40...85 | TBGA180 | 2 кв. 2006 г. |
| LPC2888 | 1 | 64 | 32 | 8 | 2 | + | + | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | + | 30/16 | 105/525 | 10/5 | 16/2 | 16/2 | 79 | 21/16/4 | 1–60 | 1,8 | 3,3 | 0,9–1,6 | 5 | -40...85 | TBGA180 | 2 кв. 2006 г. |

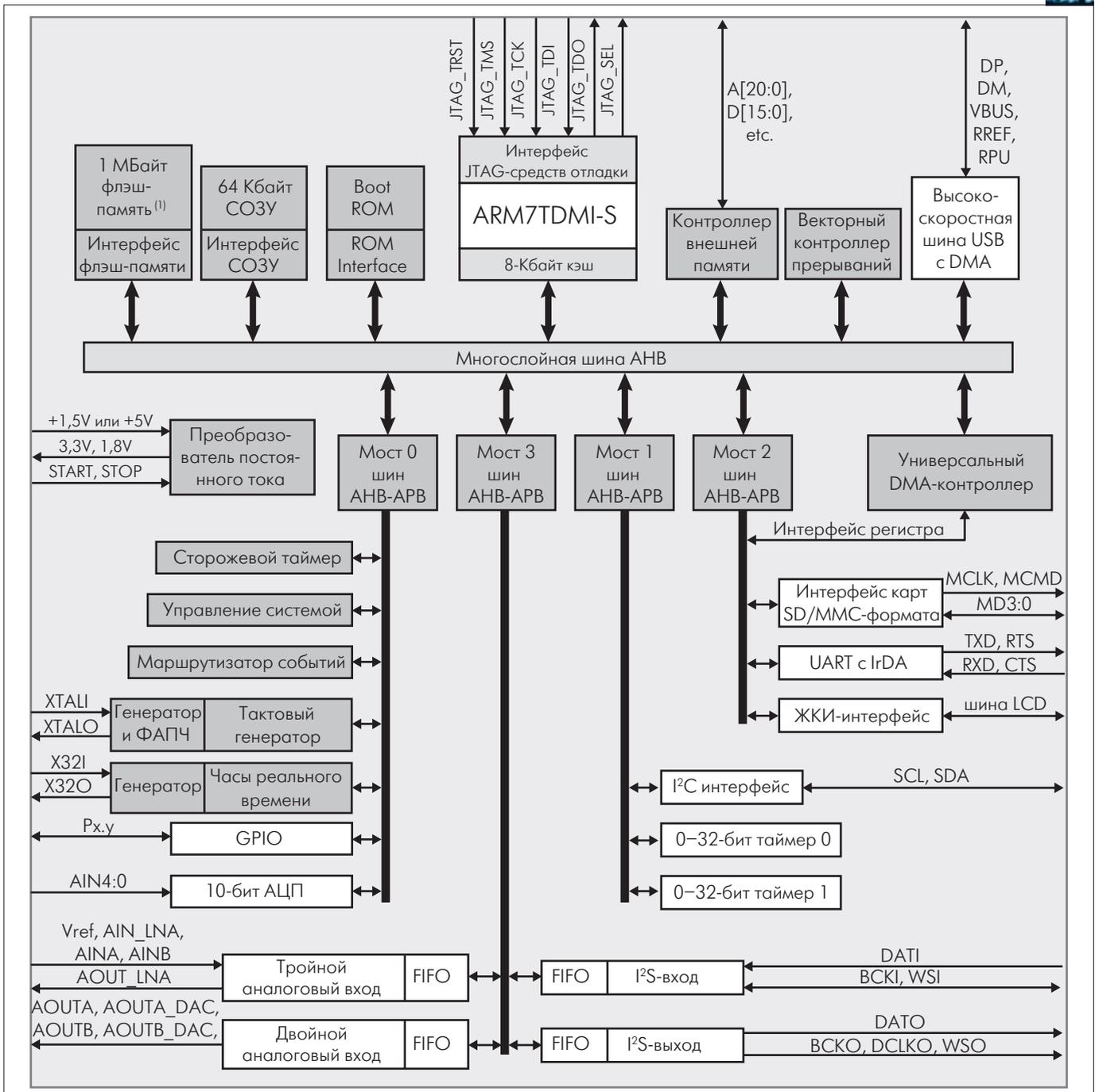


Рис.2. Структурная схема микроконтроллеров серии LPC2800

СОЗУ у моделей LPC2800 и LPC2888 одинаков и составляет 64 Кбайт. Встроенная флэш-память емкостью 1 Мбайт имеет только у LPC2888. Так же как и в микросхемах серии LPC210x, в микроконтроллере LPC2888 используются широкая 128-разрядная внутренняя шина доступа к флэш-памяти и специальный буфер, а исполнение программного кода из встроенной флэш-памяти происходит без потери производительности вплоть до предельной тактовой частоты ядра.

Программирование микроконтроллеров серии LPC2800 возможно в системе и из исполняемой программы. Начальное программирование встроенной флэш-памяти может быть выполнено через USB-порт или через стандартный JTAG отладочный интерфейс (режим ISP). Кроме того, содержимое флэш-

памяти можно изменять и непосредственно из исполняемой программы (режим IAP), используя специальный встроенный регистровый интерфейс на периферийной (АРВ) системной шине. Для микроконтроллеров серии LPC2800 гарантируется не менее 100 тыс. циклов "стирание/запись" встроенной флэш-памяти и сохранность данных не менее 20 лет.

Контроллер внешней памяти поддерживает работу с микросхемами асинхронной СОЗУ, постоянной памяти (ROM) емкостью 32 Кбайт и флэш-памяти с адресным пространством до 2 Мбайт и 8/16-бит доступом для каждого из трех банков памяти, а также с микросхемой синхронного динамического ОЗУ (СДОЗУ) емкостью до 512 Мбайт. При этом для увеличения эффективности операций с внешней памятью, по сравне-

нию с более ранними моделями семейства LPC2000, в микроконтроллерах серии LPC2800 добавлена 8-Кбайт кэш-память (рис.2, табл.2).

В микросхемы серии LPC2800 интегрировано множество высокоэффективных периферийных модулей, упрощающих системный дизайн. Так, I²S-каналы для входных и выходных цифровых аудиопотоков имеют DMA-поддержку и свои буферы FIFO (на четыре выборки каждый), а сдвоенный 16-бит сигма-дельта АЦП для улучшения разрешающей способности может подключаться через предварительный усилитель с регулируемым коэффициентом усиления (PGA). Время преобразования высокоскоростного пятиканального 10-разрядного АЦП равно 2,44 мкс.

Для полноценной поддержки стандарта USB 2.0 (480 Мбит/с высокоскоростной и 12 Мбит/с полноразрядной) с режимами Control, Bulk, Interrupt и Isochronous в микроконтроллерах серии LPC2800 интегрированы 16 логических (32 физических) конечных точек, при этом USB DMA-контроллер может использоваться для полного адресного пространства микроконтроллера (но только для части встроенного ОЗУ). USB-контроллер имеет собственный модуль ФАПЧ, что позволяет устанавливать его тактовую частоту независимо от частоты системной шины.

Полноформатные часы реального времени (RTC) микроконтроллера выполнены с отдельными выводами для подключения батареи резервного питания и внешнего часового кварца. Усовершенствованный блок управления энергопотреблением обеспечивает работу микроконтроллера от различных источников питания. Ряд архитектурных усовершенствований, таких как многоканальный модуль DMA, кэш-память процессора, маршрутизатор на 105 внутренних и внешних событий, а также возможности выполнения различных операций на внутренних шинах и гибкой генерации тактовых сигналов, вселяют уверенность в том, что микроконтроллеры серии LPC2800 найдут широкое применение.

К особенностям микроконтроллеров серии LPC2800 также относятся:

- UART (с поддержкой IrDA), I²C-интерфейсы;
- встроенный преобразователь постоянного тока с выходами на 1,8 и 3,3 В для питания ядра и периферии;
- контроллер, поддерживающий до 30 векторных прерываний;
- маршрутизатор событий с функциями обработчика прерываний, запуска питания и RTC;
- параллельный 8/4-разрядный ЖКИ-интерфейс.

Диапазон рабочих температур микроконтроллеров серии LPC2800 составляет -40...85°C. Монтируются в корпус TFBGA180 размером 10x10x0,8 мм.

При отгрузке партии в 10 тыс. шт. рекомендуемая компанией цена составляет 4,99 долл. за LPC2880 и 7,99 долл. за LPC2888.

Уникальные параметры микроконтроллеров серии LPC2800 позволяют разработчикам встроенных систем создавать разнообразную продукцию с новыми характеристиками для таких применений, как компьютерная периферия, карты памяти SD-формата, считыватели смарт-карт, а также устройства с автономным батарейным питанием или питанием от шины USB. И всё это по конкурентоспособным ценам. Сегодня уже начаты поставки первых двух моделей серии – LPC2880 и LPC2888.

ARM-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИЙ LPC2300/2400 СО ВСТРОЕННЫМИ ETHERNET-, CAN- И USB-ИНТЕРФЕЙСАМИ

Компания NXP Semiconductors в четвертом квартале 2006 года планирует выпустить очередные долгожданные новинки семейства LPC2000 – ARM-микроконтроллеры серий LPC2300/2400, ориентированные в первую очередь на промышленные применения. Как и ранее рассмотренные микросхемы, микроконтроллеры новых серий выполнены на базе 32-разрядного ядра ARM7TDMI-S. Тактовая частота составляет 80 МГц. В микроконтроллерах серий LPC2300/2400 интегрировано сочетание наиболее популярных и востребованных на сегодняшний день встроенных интерфейсов: 10/100 Ethernet MAC (один канал), UART (четыре канала), CAN (два канала), SPI (один канал), SSP (два канала), I²C (три канала) и I²S (один канал), SD/MMC Card-интерфейс. Кроме того, в микросхему входит модуль полноскоростного USB 2.0 интерфейса (12 Мбит/с) со встроенными физическими уровнями и с DMA-контроллером, поддерживающего режимы Device (конечного устройства), OHCI-совместимый Host (хост-устройства) и On-The-Go (OTG). Для полноценной поддержки стандарта USB 2.0 с режимами Control, Bulk, Interrupt и Isochronous в микроконтроллерах интегрировано 16 логических (32 физических) конечных точек с двойной буферизацией с использованием 4-Кбайт Endpoint USB ОЗУ и 16-Кбайт USB DMA ОЗУ, обеспечивающих поддержку пакета максимального размера и функции гибкого прямого доступа к памяти.

Программный код микроконтроллеров может исполняться из встроенных ОЗУ и быстродействующей флэш-памяти, в LPC2400 – и из внешней памяти. Суммарный объем памяти ОЗУ моделей LPC2300 составляет 38, 70 или 102 Кбайт, LPC2400 – 102 Кбайт. Объем флэш-памяти моделей LPC2300 – 128, 256 или 512 Кбайт, LPC2400 – 256 или 512 Кбайт. Так же как и в ранее рассмотренных микроконтроллерах, в устройствах новых серий благодаря применению широкой 128-разрядной внутренней шины доступа к флэш и специального буфера исполнение программного



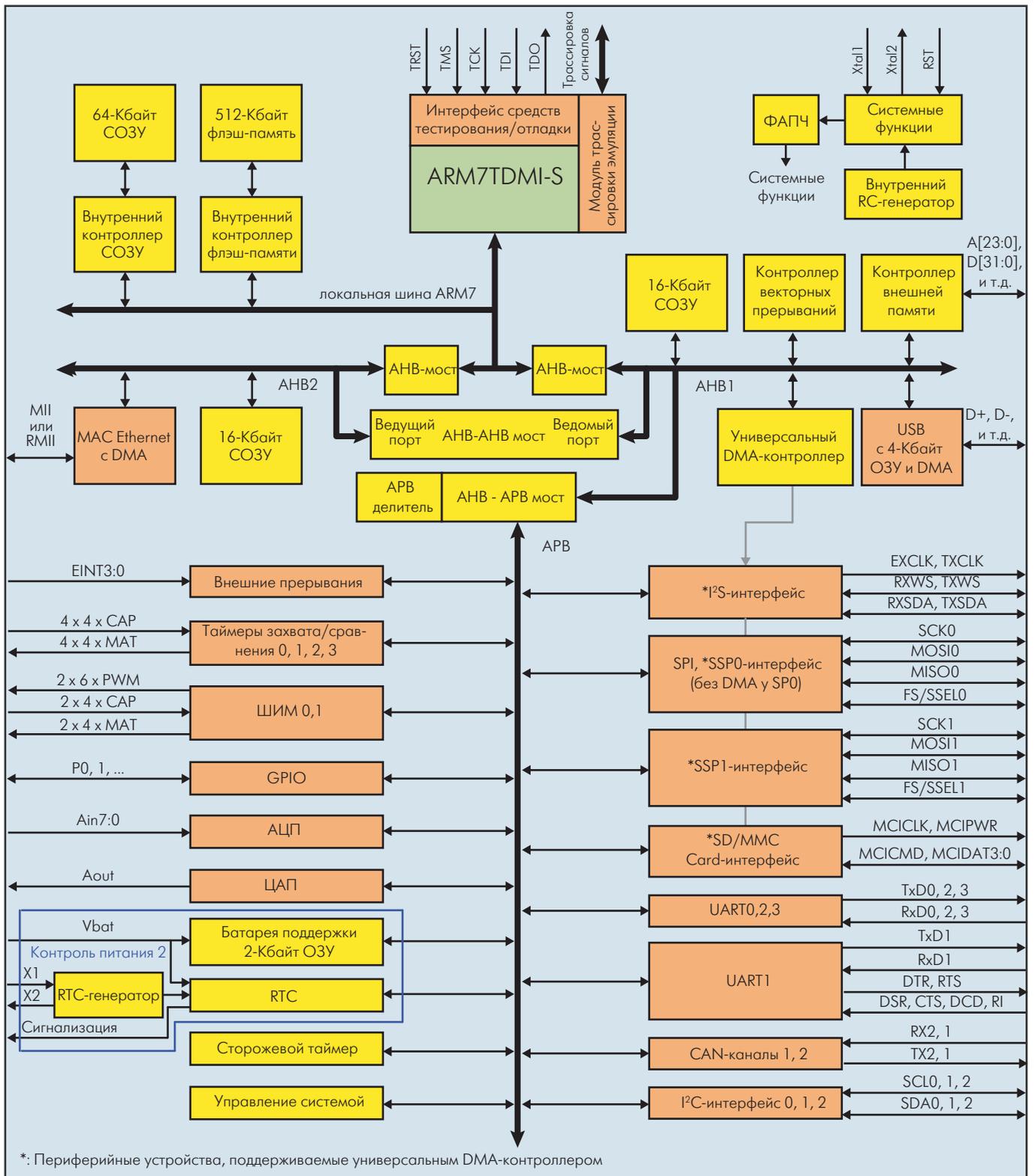


Рис.3. Структурная схема микроконтроллеров серии LPC2300/2400

кода из встроенной флэш-памяти происходит без потери производительности вплоть до предельной тактовой частоты ядра. Начальное программирование встроенной флэш-памяти в микроконтроллерах серий LPC2300/2400 может быть выполнено через COM-порт (в режиме ISP) или через стандартный JTAG отладочный интерфейс. Кроме того, содержимое флэш-памяти можно изменять и непосредственно

из исполняемой программы, используя режим IAP (рис.3, табл.3).

Одно из важных достоинств микроконтроллеров серий LPC2300/2400 – повышенное быстродействие подсистемы ввода-вывода благодаря применению модуля Fast GPIO, тактируемого от локальной шины ARM. При этом задержка программно-управляемого ввода-вывода составляет всего два

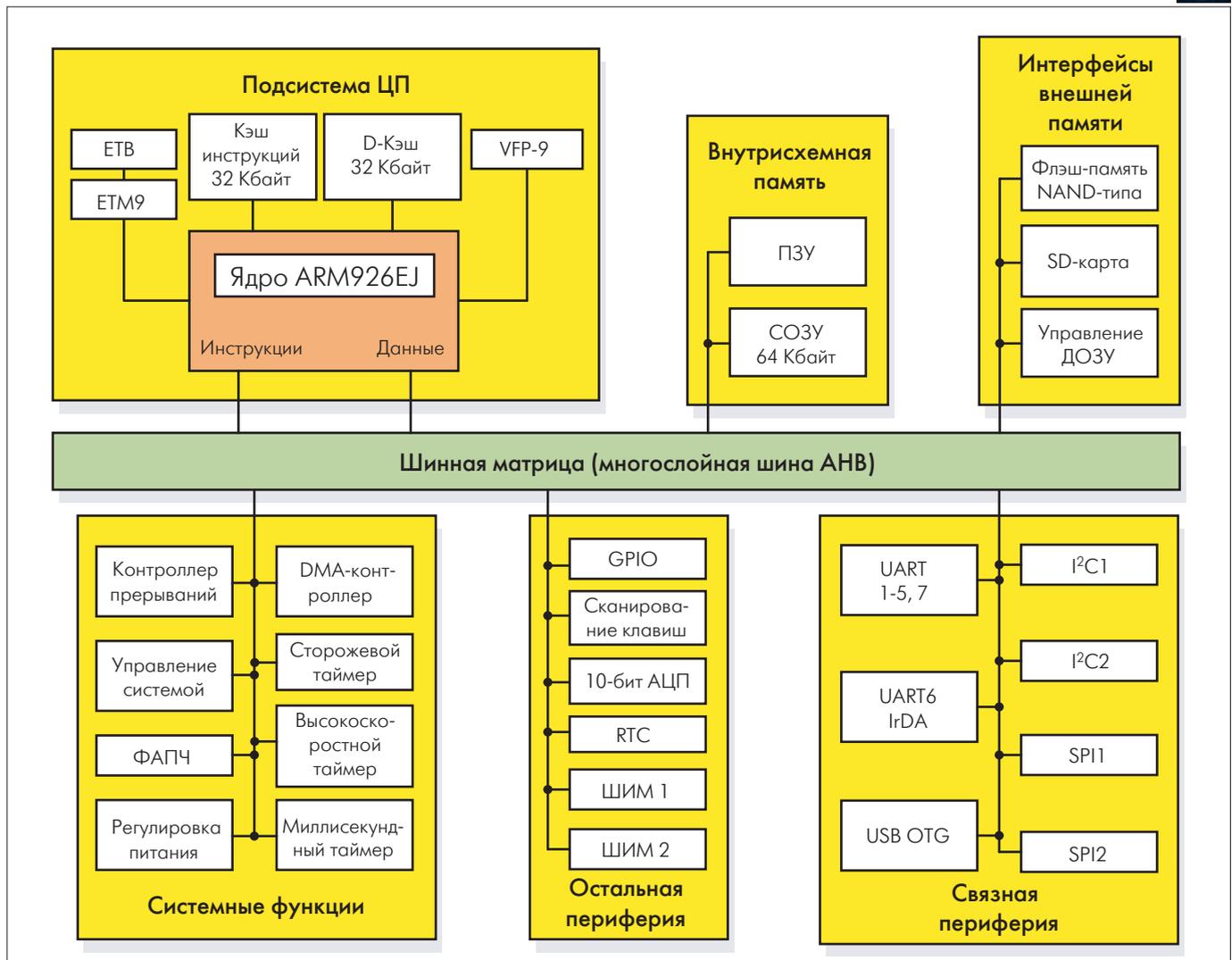


Рис.4. Структурная схема микроконтроллера LPC3180

• встроенная ФАПЧ, обеспечивающая максимальную производительность работы микроконтроллеров без применения высокочастотных кварцевых резонаторов. ФАПЧ может тактироваться как от главного генератора, так и от встроенных RC- или RTC-генераторов.

Диапазон рабочих температур микросхем составляет -40...85°C. Ожидается, что микроконтроллеры будут поставляться в корпусах типа LQFP100, LQFP144, LQFP180, LQFP208, TFBGA180 и TFBGA208.

Микроконтроллеры серий LPC2300/2400 найдут применение в системах промышленного контроля и автоматизации, телекоммуникационных системах, торговом оборудовании, средствах учета энергоресурсов, автомобильной электронике, медицинской технике, системах безопасности.

ARM-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ LPC3000 НА БАЗЕ ЯДРА ARM926EJ

В начале 2006 года отделение Philips Semiconductors объявило о разработке новой серии микроконтроллеров на основе ядра ARM926EJ – LPC3000 (рис.4). Новый микроконтроллер – пока единственный ARM9-микроконтроллер с векторным со-

процессором с плавающей запятой, встроенным USB-модулем, поддерживающим режим OTG, и рабочим напряжением 0,9 В. Для достижения таких характеристик разработчики использовали новейшие технологии изготовления и конструирования микроконтроллеров, а именно:

- 90-нм процесс изготовления микросхемы с малым энергопотреблением и, соответственно, сверхнизким напряжением питания;
- широко распространенное ядро ARM926EJ, для которого существует множество отладочных средств и программное обеспечение;
- гибкая схема управления энергопотреблением;
- большой набор встроенной периферии, позволяющий уменьшить число внешних компонентов на плате и снизить стоимость устройства в целом.

Ядро ARM926EJ представляет собой усовершенствованную RISC-структуру с поддержкой Jazelle-технологии, обеспечи-



вающей оптимальное сочетание таких характеристик, как высокая производительность, малая потребляемая мощность и достаточно низкая стоимость. Ядро реализует систему команд версии ARMv5TEJ, поддерживающую выполнение Thumb-режима и Java байт-кода, а также включающую DSP-команды с фиксированной запятой, что позволяет оптимизировать алгоритмы обработки сигналов. В результате микроконтроллеры на базе ядра ARM926EJ-S перспективны для применения в устройствах кодирования и декодирования аудио- и видеосигналов. Структура блока управления памятью (MMU) ядра ARM926EJ-S позволяет портировать в LPC3000 большинство распространенных ОС: Linux, Windows CE, Symbian OS и другие. Уже сейчас для ядра ARM926EJ существует большой выбор версий Linux большинства известных производителей.

Как уже указывалось, центральный процессор (ЦП) микросхемы построен на ядре ARM926EJ с пятиуровневым конвейером. Максимальная тактовая частота его составляет 208 МГц (производительность 220 Mips). Высокую частоту ядра обеспечивает встроенный ФАПЧ-модуль. Ядро содержит отдельные блоки кэш-памяти инструкций и данных объемом 32 Кбайт каждый. С помощью шины АНВ к ядру подключено СОЗУ емкостью 64 Кбайт. Модуль ЦП также включает векторный сопроцессор для вычислений с плавающей точкой (VFP), обеспечивающий полную поддержку операций сложения, вы-

читания, умножения, деления и умножения/сложения с одинарной и двойной точностью. Все операции с одинарной точностью, за исключением деления и вычисления квадратного корня, занимают один машинный цикл, операции с двойной точностью – два машинных цикла. Кроме того, модуль ЦП располагает специализированными модулями отладки JTAG и Embedded Trace Buffer, благодаря чему при разработке можно пользоваться средствами проектирования, поставляемыми многими производителями.

Помимо ЦП можно выделить модули управления памятью, последовательные интерфейсы связи, порты ввода/вывода, таймеры/счетчики и RTC, модули отладки и трассировки. Контроллер внешней памяти (EMC) предназначен для подключения внешних высокоскоростного СДОЗУ, флэш-памяти NAND-типа и СОЗУ. К модулю EMC подсоединен DMA-блок, управляющий обменом данных с внешней памятью, максимальная скорость которого составляет 400 Мбайт/с. Непосредственно к внешней шине может быть подключено 32-разрядное СДОЗУ объемом до 1 Гбит. При этом можно использовать 42 многофункциональных контакта ввода/вывода микроконтроллера, при подключении 16-разрядного СДОЗУ – до 55 контактов. Допустимо программное управление каждым выводом независимо от состояния остальных. Контроллер NAND-флэш-памяти позволяет подключать одно- или многоуровневую восьмиразрядную флэш-память объемом до 2 Гбит.



Микроконтроллер LPC3180 также содержит множество периферийных модулей с DMA-каналами и FIFO-буферами. Полноскоростной USB 2.0 модуль поддерживает три выбираемые программно режима работы – Device, Host и OTG. В режимах Isochronous и Bulk поддерживаются 16 логических (32 физических) конечных точек при обеспечении передачи пакета данных максимального размера, а также функция гибкого прямого доступа к памяти. Для двойной буферизации данных модуль имеет 4-Кбайт ОЗУ. Кроме того, в микроконтроллер входят семь модулей UART с 64-байт FIFO-буфером, четыре из которых соответствуют промышленному стандарту 16C550 (один поддерживает IrDA), два являются высокоскоростными и один аппаратно поддерживает управление потоками. Максимальная скорость передачи – 921,6 Кбит/с.

В микроконтроллер интегрированы сторожевой таймер, высокоскоростной таймер с 32-бит регистрами захвата и сравнения, а также 1-мс таймер с функцией прерывания, обеспечивающей подачу импульса реального времени портированной операционной системе.

Тактовый сигнал двух восьмиразрядных ШИМ-модулей подается независимо либо от RTC, либо от кварца. Модуль RTC имеет независимый источник питания, что позволяет уменьшить энергопотребление микроконтроллера, а также работать при пониженном напряжении питания. Для хранения данных RTC в периоды переключения микроконтроллера из одного режима потребления в другой выделен сегмент СОЗУ объемом 32 слова. Модуль RTC тактируется своим часовым кварцем на 32768 Гц и генерирует импульсы длительностью 1 с. Данные хранятся в 32-разрядном регистре, который не нужно сбрасывать, так как он переполнится лишь через 136 лет после инициализации.

Источником тактирующих импульсов ФАПЧ может служить как основной кварцевый резонатор, использующий модуль питания микроконтроллера, так и 32768-Гц часовой кварц, управляющий часами реального времени. При этом последовательное включение двух ФАПЧ может вызвать неустойчивую синхронизацию. Поэтому для тактирования USB-блока следует использовать импульсы основного кварца, а других модулей – импульсы часового кварца с инициализацией ФАПЧ.

Микроконтроллер имеет два SPI-модуля с поддержкой DMA (52 Мбит/с, 1–16-бит слово) и два I²C-модуля (400 КГц, 4-бит слово). Контроллер SD-карты обеспечивает обмен данными с картой через 4-бит интерфейс со скоростью до 25 МГц (100 Мбит/с).

Программа начальной загрузки микроконтроллера хранится в постоянной памяти, которая при сбросе микроконтроллера отслеживает состояние конкретного вывода, после чего выбирает источник загрузки кода – либо UART, либо внешнюю NAND-флэш-память.

К достоинствам микроконтроллеров нового семейства относится встроенная мощная система управления энергопо-

треблением, позволяющая достаточно гибко манипулировать работой тех или иных модулей микросхемы, включая/выключая их на любом этапе работы устройства (programmable clock enable). Эта система совместно с новейшей технологией производства микроконтроллера LPC3180 и обеспечила возможность работы при напряжении питания 0,9 В (правда, при невысоких частотах ядра). Энергопотребление может быть снижено также за счет управления режимом работы ФАПЧ, отключения шины АНВ (stop mode), управления частотой периферийной шины. Минимальное энергопотребление обеспечивается при тактировании микроконтроллера от часового кварца и при полном отключении основных модулей, за исключением часов реального времени.

Уже сейчас доступны аппаратные и программные средства проектирования микроконтроллера LPC3180, в частности компании Nohau.

Начаты опытные поставки первой модели этой перспективной линейки – микроконтроллера LPC3180 в корпусе TFPGA320. Среди перспективных применений микроконтроллеров серии LPC3000 следует выделить смартфоны нового поколения, коммуникаторы, автомобильные радио- и телевизионные устройства, управляющие модули с операционной системой, модули управления двигателями.

Дополнительная информация по рассмотренным и другим сериям микроконтроллеров компании NXP Semiconductors и рекомендации по их применению могут быть найдены на веб-сайте <http://www.nxp.com> или запрошены в ООО "МТ-систем". Кроме того, для облегчения процесса освоения новых ARM-микроконтроллеров фирмы NXP Semiconductors компания "МТ-систем" предлагает разработчикам недорогие отладочные комплекты, состоящие из JTAG-адаптера (стоимость от 20 до 250 долл. в зависимости от производителя и характеристик) и отладочной платы со встроенным микроконтроллером (стоимость от 40 до 200 долл.). Кроме того, "МТ-систем" обеспечивает сопровождение проектов, а также предоставляет образцы, техническую документацию и возможность участия в регулярно проводимых практических тренингах. ○

