

# НОВИНКИ КОМПАНИИ PHILIPS. ARM-МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕМЕЙСТВА LPC2000

О. Шульгин  
shulgin@microem.ru

Хотя на рынке непрерывно появляется множество новых малогабаритных интеллектуальных приборов, не прекращается и эволюция уже привычных для нас устройств, которые становятся всё меньше и всё интеллектуальнее. Плеерами размером с зажигалку, работающими от одной стандартной пальчиковой батарейки и способными в течение десятков часов воспроизводить музыкальные фрагменты с высоким качеством, уже никого не удивить. Растет "интеллект" и разнообразных датчиков. Так, простейший автомобильный датчик шока способен регистрировать малейшие наклоны автомобиля, даже наклон, вызванный проколом колеса на стоянке, фиксировать отгон машины с места стоянки на несколько метров и при этом не реагировать на сильный дождь или на запрыгнувшего на капот кота. К тому же, датчики всё чаще объединяются в распределённые сети, в том числе и беспроводные\*. В промышленности устаревшие сетевые стандарты заменяются новыми, в частности, в новых разработках CAN-шину всё чаще предпочитают ещё недавно вездесущему RS-485-интерфейсу\*\*. Возрастающая сложность интеллектуальных устройств требует применения языков высокого уровня. Всё чаще в них используются операционные системы реального времени. В таких условиях производительности 8-бит микроконтроллеров — этих "рабочих лошадей" встраиваемых приложений вчерашнего дня — катастрофически не хватает. Что же предпринимают ведущие фирмы для решения этой проблемы?

Компания Philips вовремя заметила тенденцию "развития интеллекта" электронных устройств и несколько лет назад первой в мире начала выпуск 16/32-бит микроконтроллеров на основе процессорного ядра ARM7TDMI-S на напряжение питания 1,8 В, опти-

\* ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, №2, с.18.

\*\* Там же, с.40.

\*\*\* Характеристики микропроцессоров семейства LPC214x рассмотрены в статье: **Лымарь В.** ARM-микроконтроллеры серии LPC214x компании Philips со встроенным полноскоростным USB 2.0 интерфейсом — Наст. номер, с.24.

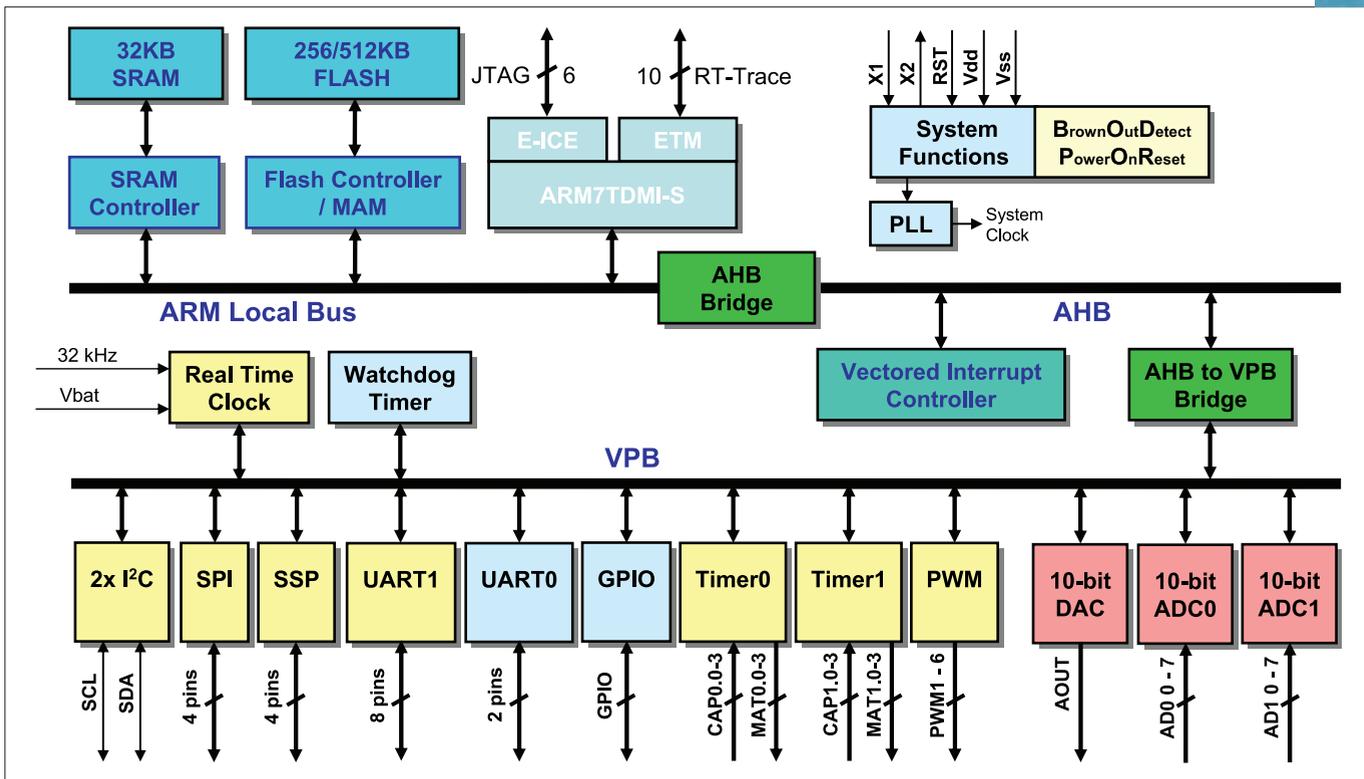
мизированных для высокопроизводительных приложений с низким энергопотреблением. Новое семейство получило название LPC2000. Основные его признаки — стандартная ARM-архитектура, богатая периферия, высокая производительность, малое энергопотребление, поддержка CAN-сетей, малогабаритные корпуса и, конечно, низкая цена. Эти микроконтроллеры стоят дешевле многих восьмиразрядных моделей самого высокого уровня других фирм, и неудивительно, что они очень быстро завоевали популярность у разработчиков.

Но компания Philips не остановилась на достигнутом и постоянно расширяет модельный ряд этих устройств. В 2005 году в массовое производство запущены две новые серии микроконтроллеров этого семейства — LPC213x и LPC214x. Выполненные на основе 32/16-бит процессорного ядра ARM7TDMI-S, они, естественно, имеют достоинства, характерные для всего семейства LPC2000. Наличие в микроконтроллерах LPC213x/LPC214x\*\*\* модуля ускорения памяти (MAM) с уникальной архитектурой, использующей 128-бит шину доступа к памяти, позволяет вносить данные во встроенную flash-память без циклов ожидания даже на максимальной рабочей частоте — 60 МГц. Для критичных к размеру кода приложений можно использовать 16-бит режим Thumb, при котором размер кода уменьшается в среднем на 30%, а потери производительности минимальны. Кроме того, в качестве внешней памяти при работе в этом режиме можно применять недорогое 16-разрядное устройство. Во flash-памяти схемы предусмотрена защита кода от считывания, что предотвращает несанкционированное копирование исполняемых программ. Внутрисхемное (ISP, посредством COM-порта), как и внутрисистемное (IAP) программирование flash-памяти обеспечивает высокую скорость записи данных — блок размером 256 байт программируется всего за 1 мс, а всю память микросхемы можно очистить за 400 мс.

Наличие многоуровневой системы прерываний, режимов отладки (ICE-RT) и трассировки (ETM) кода позволяет с минимальными аппаратными затратами организовать процесс отладки приложения в режиме реального времени.

Ядро процессора потребляет ток порядка 30 мА при тактовой частоте 60 МГц. С понижением тактовой частоты потребляемый ток снижается практически линейно. Поскольку микроконтроллеры рассматриваемой серии ориентированы на применение в системах с автономным питанием, компания предусмотрела ряд мер, способствующих снижению энергопотребления. Во-первых, наличие ФАПЧ-модуля позволяет в ходе выполнения программы менять тактовую частоту ядра и, соответственно, потребляемую энергию. Во-вторых, предусмотрено два режима экономии энергопотребления — режим ожидания (Idle) и режим выключения питания (Power Down). Имеется возможность отключения не используемой в приложении периферии.

В число периферийных устройств микроконтроллеров входят шестиканальный ШИМ-модуль, два 32-разрядных таймера, сторожевой таймер, высокоскоростные I<sup>2</sup>C-, SPI-, SSP-порты, 10-бит АЦП (см. таблицу). Особо стоит отметить организацию UART-модуля. Контроллер имеет два канала асинхронного последовательного порта, причём один из них с полным модемным интерфейсом. У каждого канала свой 16-байт FIFO-буфер, что значительно упрощает построение программ обмена данными.



**Блок-схема микроконтроллеров LPC2136 и LPC2138.**  
**Объем флэш-памяти: LPC2136 – 256 Кбайт; LPC2138 – 512 Кбайт**

В микроконтроллерах серии LPC213x реализовано несколько важных усовершенствований, направленных на обеспечение устойчивой работы систем с автономным питанием (см. рисунок). Чипы этой серии снабжены полноценным RTC-модулем, благодаря чему часы реального времени могут питаться от резервного низковольтного источника напряжения и работать от отдельного кварцевого резонатора,

**Основные характеристики контроллеров серии LPC213x**

Тип	Ёмкость ОЗУ, Кбайт	АЦП, ЦАП	Интерфейсы	Ёмкость flash-памяти, Кбайт
LPC2132	16	Восьмиканальный 10-бит АЦП, одноканальный 10-бит ЦАП	2xUART I <sup>2</sup> C 2xSPI SSP	64
LPC2134	16	Два восьмиканальных 10-бит АЦП, одноканальный 10-бит ЦАП	2xUART I <sup>2</sup> C 2xSPI SSP	128
LPC2136	32	Два восьмиканальных 10-бит АЦП, 10-бит ЦАП	2xUART I <sup>2</sup> C SSP 2xSPI	256
LPC2138	32	Два восьмиканальных 10-бит АЦП, 10-бит ЦАП	2xUART 2xI <sup>2</sup> C SPI SSP	512
LPC2142	16384	Восьмиканальный 10-бит АЦП, одноканальный 10-бит ЦАП	2xUART I <sup>2</sup> C 2xSPI SSP USB	64
LPC2144	16384	Восьмиканальный 10-бит АЦП, одноканальный 10-бит ЦАП	2xUART I <sup>2</sup> C SSP 2xSPI USB	128
LPC2146	32768	Два восьмиканальных 10-бит АЦП, одноканальный 10-бит ЦАП	2xUART I <sup>2</sup> C SSP 2xSPI USB	128
LPC2148	32768	Два восьмиканальных 10-бит АЦП, 10-бит ЦАП	2xUART 2xI <sup>2</sup> C SPI SSP USB	256

что значительно повышает их надёжность при сбоях питания. Появился двухступенчатый модуль BOD (Brown Out Reset – сброс системы в исходное состояние при падении напряжения). При снижении напряжения питания системы до менее 2,9 В срабатывает команда прерывания, что можно использовать для подготовки системы к отключению питания, например для резервного сохранения важных переменных. В дальнейшем, при падении напряжения ниже 2,6 В, процессор переводится в неактивное состояние и работа flash-памяти блокируется. Это исключает её случайное перепрограммирование во время сбоев по питанию. При напряжении питания менее 1 В вступает в действие схема сброса по включении питания – Power-On Reset, которая обеспечивает полный сброс процессора.

Для питания микроконтроллеров серии достаточно одного источника питания на напряжение 3–3,6 В. В схему микроконтроллера введён одноканальный 10-бит ЦАП.

Немаловажные достоинства микроконтроллеров новой серии – широкий температурный диапазон работы (-40...85°C) и сборка в корпус типа HVQFN64 или LQFP64 (размер 10x10x1,4мм), который, несмотря на малые габариты, при необходимости можно паять вручную.

Большинство ведущих производителей программного обеспечения, такие как KEIL и IAR, обновили свои компиляторы для поддержки новых микроконтроллеров компании Philips. Доступны и демонстрационные платы на их основе.

Компания уже освоила массовое производство микроконтроллеров серии LPC213x.

Подводя итоги, можно сказать, что компания Philips обрадовала разработчиков новыми приборами, которые идеально подходят как для высокопроизводительных приложений с автономным питанием, так и для устройств, сопрягаемых с USB-портом компьютера. Особенно если учесть, что при расширении функциональных возможностей их цена (от 3,2 до 7,50 долл. при закупке партии в 10 тыс.шт.) стала ещё ниже, чем у предыдущих моделей семейства LPC2000. ○