

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ НА ЯДРЕ CORTEX УЖЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Компании ARM и NXP представили своим потребителям новые модели микроконтроллеров на ядре Cortex-M3 и инструменты проектирования устройств на их базе. Британская компания ARM и голландская компания NXP, основанная несколько лет назад концерном Phillips, образуют типичный для нашего времени двухсторонний альянс. ARM является одной из наиболее крупных проектировщиков полупроводниковых изделий, но не имеет собственного производства. NXP же производит их в массовом количестве. Результатом совместной деятельности ARM и NXP являются микроконтроллеры, устанавливаемые в различные виды приборов и оборудования — от электрических счетчиков до автомобилей.

ARM (Advanced RISC Machine, в прошлом — Acorn RISC Machine) специализируется на 32-разрядной архитектуре RISC. Бизнес этой достаточно крупной компании строится на продаже лицензий производителям, коих насчитывается несколько сотен. В тройку крупнейших лицензиатов входит голландская компания NXP Semiconductors, которая занимает третье место в Европе после франко-итальянской STMicroelectronics и немецкой Infineon Technologies, входящих в первую двадцатку полупроводниковых компаний мира.

Надо сказать, что индустрия встроенных систем более инерционна, чем "обычная" компьютерная: в первой переход на 32-разрядные архитектуры происходит значительно медленнее, а 64-разрядные архитектуры в обозримом будущем востребованы не будут. Поэтому тот факт, что ряд производителей решили выпускать микроконтроллеры на 32-разрядных ядрах Cortex-M0 и Cortex-M3, разработанных компанией ARM, рассматривается как весьма значительное событие. Это вполне объяснимо, ведь речь идет об изделиях, которые производятся сотнями миллионов экземпляров.

Новые ядра Cortex заменят многочисленные модификации своих предшественников — ARM 7, 9, 11 и др. Всего в семействе Cortex три группы ядер. В младшую группу M (Microcontroller) входят три ядра, к известным M0 и M3 добавится еще ядро M1, разработанное специально для использования в микросхемах программируемой логики. На ступень выше них находятся про-



А.Башлыков
alexander.bashlykov@nxp.com

цессоры группы R (Real Time), предназначенные для встроенных систем управления, которые работают в реальном времени. Пока выпускается всего одно такое ядро, оно называется R4. Верхнюю ступень занимает группа A (Application), в нее входят два ядра A8 и A9, оба они ориентированы на прикладные задачи. Скоро мы сможем увидеть нетбуки на этих процессорах. По утверждению представителей ARM, эти компьютеры будут отличаться высокой энергетической эффективностью. Cortex-A8 может стать ответом на Atom от Intel: если минимальное потребление Atom составляет 3–4 Вт, то для процессоров семейства Cortex этот показатель не превышает 2 Вт. Поскольку RISC-архитектура ARM несовместима с x86, на ней не работает Windows XP, но зато для нее есть несколько версий Linux и Google Android. К тому же есть сведения о готовящихся нетбуках Apple на Cortex A8. Возможно, именно благодаря нетбукам в 2010 году название процессоров ARM станет известно широкому потребителю, а не только профессионалам, связанным со встроенными системами.

В конце мая компания NXP провела в Москве конференцию для разработчиков устройств на базе микроконтроллеров с ядром ARM. Конференция была приурочена к выпуску нового семейства LPC с ядрами ARM Cortex-M3 и M0. Были приглашены ведущие производители и дистрибьюторы из стран СНГ и Балтии со своими продуктами и решениями.

На конференции компанию NXP представляли директор по продажам и маркетингу в регионе EMEA Михель Густавссон и директор российского представительства Вадим Васильев, а компанию ARM — директор по встраиваемым решениям Дэвид Роуз и директор по новым направлениям в бизнесе Атул Арора.

Основные вопросы конференции были связаны с обновлением продуктовой линейки NXP. В марте 2009 года компания первой в мире представила микроконтроллер LPC 1100 — чип с ядром Cortex M0, который предназначен для систем с батарейным питанием, электрических счетчиков и других потребительских приборов. Спустя два месяца NXP представила более производительный микроконтроллер LPC 1700 на ядре M3. По данным независимых источников, он работает на треть быстрее, чем приборы на том же ядре, но от других производителей. Это результат более эффективного дизайна микрокон-

**Таблица 1. Технические характеристики микроконтроллеров серии LPC1700**

Марка	Флеш-память, кбайт	ОЗУ, кбайт	Ethernet	USB	UART	I ² C	CAN	SPI	SSP	I ² S	АЦП ЦАП	Кол-во выводов	F, МГц	Корпус
LPC1751	32	8	–	D	4	2	1	1	2	–	6/N	54	100	LQFP80
LPC1752	64	16	–	D	4	2	1	1	2	–	6/N	54	100	LQFP80
LPC1754	128	32	–	D/H/O	4	2	1	1	2	–	6/Y	54	100	LQFP80
LPC1756	256	32	–	D/H/O	4	2	2	1	2	Y	6/Y	54	100	LQFP80
LPC1758	512	64	Y	D/H/O	4	2	2	1	2	Y	6/Y	54	100	LQFP80
LPC1764	128	32	Y	D	4	3	2	1	2	–	8/N	70	100	LQFP100
LPC1765	256	64	–	D/H/O	4	3	2	1	2	Y	8/Y	70	100	LQFP100
LPC1766	256	64	Y	D/H/O	4	3	2	1	2	Y	8/Y	70	100	LQFP100
LPC1768	512	64	Y	D/H/O	4	3	2	1	2	Y	8/Y	70	100	LQFP100

троллера и интерфейсов памяти. Потребителями микроконтроллеров являются производители бытовой электроники, автомобильного и другого технологического оборудования, систем радиочастотной идентификации (RFID).

Поговорим подробнее о микроконтроллерах на ядре Cortex.

В мае 2009 года NXP Semiconductors анонсировала новое семейство 32-разрядных микроконтроллеров LPC1700 на ядре ARM Cortex-M3, расширив, таким образом, самый большой портфель предложений популярного ядра ARM на рынке микроконтроллеров. Семейство NXP LPC1700 базируется на популярном процессорном ядре Cortex-M3 второй версии

(Revision 2 Cortex core) и предназначено для рынков медицинских, автомобильных, промышленных и приборных приложений. NXP LPC1700 обеспечивает разработчиков высокопроизводительными микроконтроллерами с малым потреблением мощности электропитания. В семейство входит девять микроконтроллеров – LPC1751, LPC1752, LPC1754, LPC1756, LPC1758, LPC1764, LPC1765, LPC1766, LPC1768 (табл.1).

Новое семейство LPC1700, разработанное с использованием 140-нм технологического процесса, имеет производительное ядро Cortex-M3 100 МГц, флеш-память 32–256 Кбайт; внутреннее ОЗУ 8–64 Кбайт; набор внутренних периферийных мо-

дулей: USB device/OTG/host; три интерфейса I²C; интерфейсы SPI, SSP, I²S; четыре универсальных асинхронных приемопередатчика UART с поддержкой RS-485 интерфейса; многофункциональные таймеры; модули генерации ШИМ с поддержкой управления двигателями и Quadrature-энкодер; два полнофункциональных интерфейса CAN2.0B; многоканальный 12-битный АЦП; 10-битный ЦАП; полнофункциональную реализацию часов реального времени с потреблением от батареи менее чем 1 мкА (в рабочем температурном диапазоне); модуль ускоренного доступа к флеш-памяти (FAM); блок защиты памяти (MPU); новый 8-канальный контроллер прямого доступа к памяти (DMA) с дополнительной поддержкой периферии. В некоторых версиях также встроен 10/100 Ethernet MAC-модуль. Все периферийные устройства способны к независимой синхронизации от различных источников тактовой частоты, что обеспечивает дальнейшую гибкость в снижении потребляемой мощности. Блок-схема микроконтроллера серии LPC1700 приведена на рис.1.

Возможности нового семейства позволят разработчикам встраиваемых систем существенно уменьшить число используемых компонентов и добиться значительного снижения электропотребления при прежней производительности. Микроконтроллеры серии LPC1700 в 100-выводных корпусах совместимы по выводам с микроконтроллерами популярной серии LPC2300. Микроконтроллеры NXP с ядром Cortex-M3 имеют большую производительность ядра (1,25 MIPS/МГц) и отличаются пониженным энергопотреблением (0,19 мВт/МГц). Контроллеры выпускаются в корпусах LQFP80 и LQFP100, их массовые поставки начались во втором квартале 2009 года.

По данным консорциума по тестированию быстродействия встраиваемых микропроцессоров (Embedded Microprocessor Benchmark Consortium, EEMBC), микроконтроллеры семейства LPC1700 являются самыми высокопроизводительными устройствами на базе ядра Cortex-M3. Таким образом, семейство LPC1700 обеспечивает выполнение кодов приложения в среднем на 35% быстрее, чем другие микроконтроллеры на базе ядра Cortex-M3 при работе на тех же тактовых частотах. Преимущество микроконтроллеров NXP еще более ярко проявляется в работе LPC1700 на повышенной частоте.

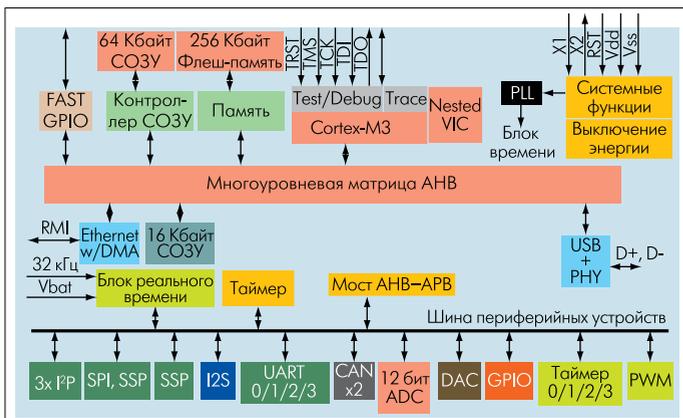


Рис. 1. Блок-схема микроконтроллера LPC1700

80C51	Cortex Cortex-M0 Cortex-M3	ARM7 ARM7TDMI-S ARM720T(LH7)	ARM9 ARM926EJ-S ARM922T (LH7A) ARM968 (LPC2900)
LPC900/LPC700	LPC1000	LPC2000	LPC3000
8-разрядный микроконтроллер	Низкое потребление	Микроконтроллеры среднего диапазона	Высоко-скоростные процессоры
до 18 МГц	до 100 МГц	до 84 МГц	до 270 МГц

Рис. 2. Сравнение микроконтроллеров на ядрах 80C51, Cortex, ARM7, ARM9

Семейство LPC1700 было сертифицировано EEMBC для частот 72; 100 и 120 МГц. Повышение скорости и эффективности обеспечивается за счет интеллектуальной архитектуры микроконтроллера, гибкого доступа к блоку памяти DMA (direct memory access-DMA) и лучшей из доступных сегодня интегрированной флеш-памяти. Семейство LPC1700 предназначено для одновременной бесперебойной работы с высокоскоростными коммуникационными периферийными устройствами, такими как Ethernet, USB On-The-Go/Host/Device и CAN. Оно разработано специально для широкого диапазона применений, в том числе электронных счетчиков, систем освещения, промышленных сетей, систем оповещения, крупной бытовой техники и контроля двигателей.

"Полученные результаты сертификации EEMBC показывают, что дизайн микроконтроллера и интерфейсы памяти так же важны, как и само процессорное ядро. Более того, стремление NXP к сертификации полученных результатов EEMBC дополнительно гарантируют их повторяемость и получение в полном соответствии с правилами, установленными консорциумом", – сказал Маркус Леви, президент EEMBC.

Микроконтроллеры серии LPC1700 предназначены для коммуникационного оборудования, с высокой пропускной способностью.

Перечислим особенности семейства микроконтроллеров NXP LPC1700:

- высокоскоростной канал Ethernet;
- функции USB On-The-Go/Host/Device в дополнение к широчайшему в отрасли диапазону опций USB;
- блоки квадратурного энкодера (Quadrature Encoder Interface) и модуль широтно-импульсной модуляции (Motor Control Pulse Width Modulator – PWM) обеспечивают гибкое управление двигателем, с возможностью расширения;
- два CAN-интерфейса;
- 12-разрядный АЦП и 10-разрядный ЦАП;
- I²C шина с режимом Fast-Mode Plus (1 Мбайт/с), четыре шины UART, три шины SPI/SSP и шина I²S;
- часы реального времени с потреблением менее 1 мкА;
- блок защиты памяти (MPU), который позволяет защищать области памяти от записи и случайного стирания;
- ядро Cortex-M3 версии 2 с расширенными возможностями пониженного питания, в том числе контроллер Wake-up Interrupt;



- совместимость по выводам с семейством ARM7 микроконтроллеров NXP семейства LPC2300.

Микроконтроллеры семейства LPC1700 поставляются в промышленных объемах уже сейчас.

Как и все 32-разрядные микроконтроллеры NXP, семейство NXP LPC1700 поддерживается широкой сетью производителей инструментальных средств, таких как Keil (компания ARM), IAR Systems, Hitex Development Tools, Embedded Artists и др. Компания Code Red Technologies предоставляет поддержку LPC1700 в рамках своей платформы программной разработки Red Suite на базе Eclipse.

Компания NXP обладает самым большим в отрасли портфелем ARM-микроконтроллеров, основанным на хорошо зарекомендовавших себя процессорных ядрах от ARM7TDMI, ARM968, ARM926 до Cortex-M3 (рис.2). Эта ведущая продуктовая линейка, удостоенная многих наград, включает широчайший в отрасли диапазон периферийных USB-устройств. При этом Cortex-M3 является единственным микроконтроллером, работающим с частотой 100 МГц, и первым устройством, обеспечивающим широкополосную производительность соединений Ethernet, USB и CAN.

В мае 2009 года компания NXP представила 32-разрядные микроконтроллеры на базе ядра Cortex-M3 с самым низким энергопотреблением. Новое семейство NXP LPC1300, построенное на основе ядра Cortex-M3 версии 2, разработано для

Таблица 2. Технические характеристики микроконтроллеров серии LPC1300

Марка	Флеш-память, Кбайт	СОЗУ, Кбайт	USB	UART RS-485	I ² C (Fm+)	SSP	ADS	Корпус
LPC1311	8	2		1	1	1	8	HVQFN33
LPC1313	32	8		1	1	1	8	LQFP48 HVQFN33
LPC1342	16	4	1	1	1	1	8	HVQF33
LPC1343	32	8	1	1	1	1	8	LQFP48 HVQFN33

16- и 32-разрядных применений (табл.2), работает на частоте 70 МГц и потребляет около 200 мкА.

Созданные для обеспечения плавного перехода к 16- и 32-разрядным приложениям, новые микроконтроллеры LPC1311/13/42/43 совместимы по выводам с семейством NXP LPC1100, использующим ядро Cortex-M0, и имеют до 32 Кбайт флеш-памяти, 8 Кбайт СОЗУ, экономичный интерфейс USB и до 42 выводов вход-выход общего назначения. LPC1300 имеет встроенный контроллер Nested Vectored Interrupt Controller (NVIC) и использует только один источник питания 3,3 В, содержит также интегрированный блок управления питанием для минимизации потребления энергии в соответствующих режимах (Sleep, Deep-Sleep, Deep-power-down).

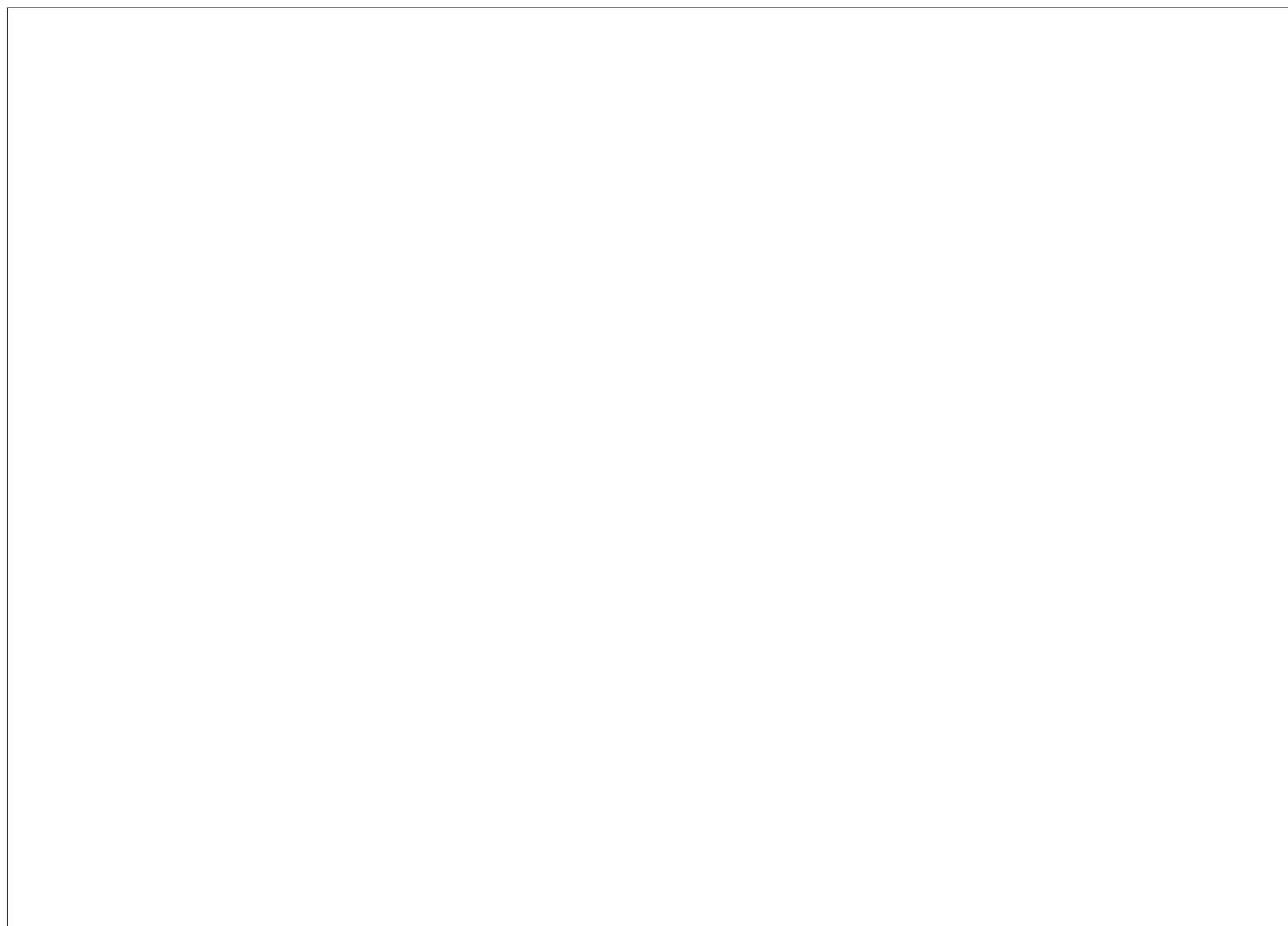




Рис.3. Блок-схема микроконтроллера LPC 1100

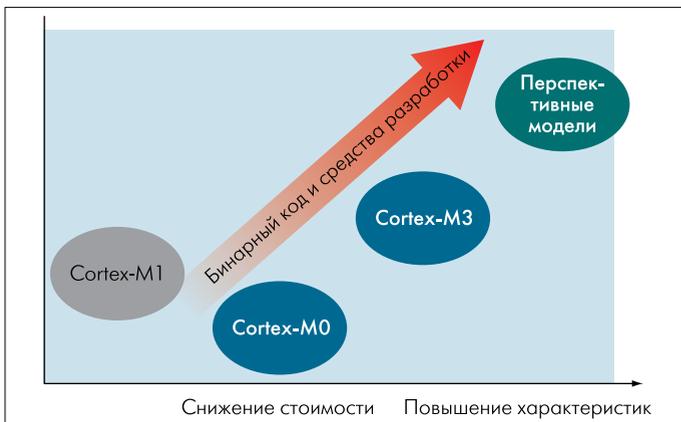


Рис.4. Сравнение микроконтроллеров на ядрах Cortex по стоимости и характеристикам

LPC1300 допускает внутрисхемное программирование флеш-памяти с помощью расположенного на чипе загрузочного ПО и имеет ряд последовательных интерфейсов, в том числе высокоскоростной USB 2.0 со встроенным в чип физическим уровнем, UART, контроллер SSP/SPI и интерфейс шины I²C. Для простоты драйверы USB Mass Storage и HID также интегрированы в чип, что обеспечивает быструю настройку соединения по USB. Более того, эти драйверы встроены в ROM и предоставляют 100% объема пользовательской флеш-памяти для приложения.

"Представив семейство самых быстрых микроконтроллеров LPC1700 на базе ядра Cortex-M3 всего несколько недель назад, сегодня мы вновь расширяем портфель микроконтроллеров на основе ядра Cortex-M3 и включаем в него простые в использовании, недорогие и малопотребляющие микроконтроллеры семейства LPC1300," – отмечает Джоф Лис, вице-президент и генеральный директор направления микроконтроллеров компании NXP Semiconductors.

NXP представила новое семейство микроконтроллеров LPC1300 на выставке Computex в Тайбее (Тайвань, июнь 2009 года), в широкой продаже они появятся с сентября 2009 года. Микроконтроллеры без блока USB будут стоить от 0,99долл. при поставке в объемах от 10000 единиц. Стоимость модификации с USB 2,0 составит от 1,49 долл. при объемах от 10000 единиц.

Компания ARM представила новый процессор Cortex-M0. По словам представителей ARM, этот чип стал самой миниатюрной разработкой компании с самым низким энергопотреблением. Cortex-M0 имеет 32-битную разрядность

и по возможностям соответствует своему предшественнику Cortex-M3. Однако меньшее число транзисторов и другие усовершенствования позволяют ему снизить потребление энергии до 85 мкВт, а по размеру сравняться с гораздо более простым 16-битным чипом. Ядро Cortex-M0 дает возможность разработчикам создавать еще миниатюрные коммуникационные и медиаустройства, в которых требуется низкое энергопотребление при сохранении производительности.

Процессор ARM Cortex-M0 уже доступен для лицензирования. Одной из первых лицензию на использование нового процессора приобрела компания NXP Semiconductors.

Процессор Cortex-M0 – свидетельство прорыва в области технологий, он сочетает в себе минимальные размеры, низкое энергопотребление, высокую энергоэффективность, а также простоту исполнения, что делает его архитектуру самой простой в использовании из доступных на рынке на сегодняшний день.

Джоф Лис, вице-президент и генеральный директор Подразделения Микроконтроллеров (Microcontroller Division) компании NXP Semiconductors, сказал: "Процессор Cortex-M0 полностью разведал миф о сложности применения 32-разрядных процессоров. Клиенты могут использовать все преимущества имеющихся средств разработки компании ARM, избегая новых инвестиций в программное обеспечение".

В 2010 году компания NXP планирует представить на широкий рынок серию процессоров LPC1100.

Процессоры LPC1100 будут предназначены для батарейных приложений, электронных измерительных приборов, бытовых периферийных устройств, удаленных датчиков. Они фактически заменят все имеющиеся 16-битные приложения.

Чрезвычайно малое энергопотребление, небольшое число транзисторов и компактный код, по словам разработчика, позволяют получить 32-разрядную производительность по цене 8-разрядных изделий. Кроме того, появляется возможность интегрировать процессор в однокристалльные системы для смешанной обработки сигналов, что должно положительно сказаться на стоимости конечных устройств. Важным достоинством с точки зрения экономии является совместимость на уровне инструментов разработки и бинарных файлов с процессором Cortex-M3.

Процессор Cortex-M0 потребляет всего лишь 85 мкВт в расчете на 1 МГц тактовой частоты. За счет использования библиотеки элементов ARM 180UULL его удалось построить примерно из 12 тыс. логических вентилях.

Перечислим особенности семейства микроконтроллеров LPC1100:

- высокоскоростное 32-разрядное ядро ARM Cortex-M0 со встроенным трассировщиком и монитором реального времени, тактовая частота 50 МГц;
- программируемый встроенный тактовый генератор с выбором режима генерации и схема ФАПЧ;
- напряжение питания 3,3 В (от 1,8 В до 3,6 В);



- потребление около 85 мкВт/МГц;
- встроенный векторный контроллер прерываний для обслуживания быстрых прерываний;
- встроенный контроллер прерывания пробуждения для автоматического обслуживания приоритетных прерываний из "спящего" режима;
- три режима пониженного энергопотребления: Sleep, Deep-sleep и Deep power-Down;
- флеш-память программ до 128 Кбайт;
- память данных до 16 Кбайт;
- многофункциональный UART с буфером FIFO и поддержкой RS-485;
- многопротокольный контроллер SPI с буфером FIFO;
- скоростной I²C контроллер 1Мбайт/с с полной поддержкой расширенной спецификации шины I²C;
- индивидуальная схема подачи тактовой частоты для каждого периферийного и связанного модуля с функцией отключения;
- АЦП – 10 разрядов, 8 каналов, время цикла преобразования 4 мкс;
- до 42 скоростных линий ввода-вывода (нагрузка до 20 мА) с возможностью конфигурации;
- 32-разрядный многофункциональный таймер – 4 канала;
- программируемый сторожевой таймер (WDT);
- функции POR и BOR;

- функция программирования и отладки с использованием Serial Wire Debug и Serial Wire Trace Port;
- корпус LQFP-48 или HVQFN-33
- рабочий температурный диапазон -40–85°C.

Блок-схема микроконтроллера LPC 1100 представлена на рис.3.

Процессор найдет применение в медицинских приборах, счетчиках, управляющих системах, игровых аксессуарах, компактных блоках питания, сетевом оборудовании IEEE 802.15.4 (ZigBee) и Z-Wave. Кроме того, Cortex-M0 может быть полезен в приложениях программируемой смешанной обработки сигналов, например в "умных датчиках" и исполнительных блоках – там, где традиционно применялись отдельные аналоговые и цифровые схемы.

Сохраняя в своей линейке успешное семейство LPC 2000, компания продолжит развитие LPC 1000 одновременно в сторону увеличения производительности, доведя тактовую частоту ядра M3 до 120 МГц, и в сторону уменьшения энергопотребления, разрабатывая микроконтроллеры на ядре M0. Передовое направление Cortex-M в своих будущих вариантах сохраняет совместимость по бинарному коду и средствам разработки (рис.4). Эта возможность позволит разработчикам переходить на различные семейства без изменения кода и дополнительных затрат на отладочные платы и программное обеспечение. ○