

# МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ НА БАЗЕ ЯДРА CORTEX-M0: ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Б.Финк, М.Скараззати

Современные микроконтроллеры для встраиваемых систем, в том числе промышленного применения, должны оптимально сочетать высокую производительность, широкую функциональность, малые энергопотребление и размеры и относительно низкую цену. Недавно компания NXP Semiconductors выпустила новое семейство микроконтроллеров – LPC1100, которые хорошо удовлетворяют этим сложным требованиям.

**М**икроконтроллеры LPC1100 основаны на процессорном ядре Cortex-M0 компании ARM. Это ядро имеет современную 32-разрядную RISC-архитектуру, оптимизированную для достижения высокой производительности при низком энергопотреблении. В Cortex-M0 используется набор команд ARMv6, который является подмножеством набора команд Thumb-2, реализованного в Cortex-M3. Таким образом, ядро Cortex-M0 программно совместимо с ядрами серии Cortex-M, что очень удобно для многих разработчиков, уже использующих микроконтроллеры Cortex-M3 (например, серии LPC1700 компании NXP Semiconductors). Набор команд Thumb-2 сочетает в себе компактность 16-разрядных инструкций Thumb и высокую производительность 32-разрядных инструкций ARM, при этом переключение между 16- и 32-разрядными командами происходит автоматически. Поддерживаются арифметические операции с командами, аналогичными командам цифровых сигнальных процессоров, например, умножение 32-разрядных чисел выполняется за один цикл.

Cortex-M0 обеспечивает высокую производительность микроконтроллеров серии LPC1100. Так,

согласно результатам теста Dhrystone, скорость вычислений достигает 0,9 DMIPS (Dhrystone MIPS (млн. команд в секунду))/МГц. В тестах Coremark ([www.coremark.org](http://www.coremark.org)), в большей степени ориентированных на анализ производительности встраиваемых систем, микроконтроллеры LPC1100 продемонстрировали результат 1,4 CoreMarks/МГц, что значительно выше аналогичного показателя для современных 8- и 16-разрядных микроконтроллерных решений. В целом микроконтроллеры LPC1100 работают значительно быстрее большинства конкурентов (рис.1).

Обладая превосходными рабочими характеристиками, контроллеры LPC1100 предлагаются в ценовой нише, которую ранее занимали лишь 8- и 16-разрядные процессоры. Это важное преимущество для промышленных приложений, так как микроконтроллеры общего назначения используются в них очень широко.

Ядро Cortex-M0 эффективно поддерживает режимы с низким энергопотреблением, такие как режим сна (с остановкой тактового генератора ядра) и глубокого сна (с остановкой ФАПЧ/системного тактового генератора). Можно также настраивать энергопотребление в рабочих режимах: помимо основного режима работы есть режим

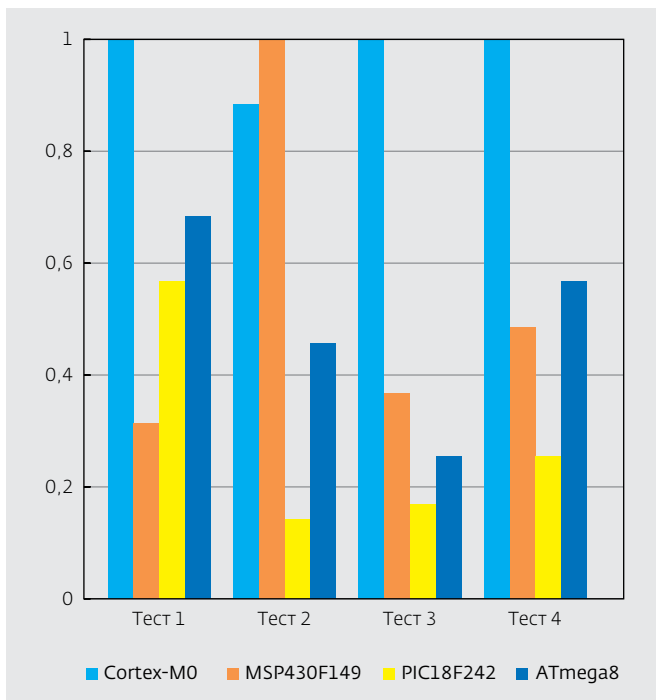
высокой производительности (для оптимизации вычислений), энергоэффективный режим (обеспечивающий баланс между потреблением тока и производительностью ЦПУ), а также режим с низким потребляемым током (минимальное энергопотребление).

Микроконтроллеры LPC1100 оснащены богатым набором периферийных функций (рис.2). Стандартный микроконтроллер LPC1110 имеет последовательные интерфейсы UART, I<sup>2</sup>C и SPI. Модель LPC11C00 поддерживает также интерфейсы CAN, а модель LPC11U00 – USB 2.0. Это отвечает потребностям промышленного сектора в дополнительных коммуникационных протоколах. Необходимые программные драйверы CAN, CANOpen и USB уже интегрированы в ПЗУ, что позволяет снизить стоимость разработки конечных устройств и высвободить все 32 Кбайт флеш-памяти для нужд конкретного приложения. Микроконтроллеры серии LPC11C20 имеют интегрированный приемопередатчик CAN для подключения непосредственно к одноименной

шине. Благодаря этому уменьшается число внешних модулей и, соответственно, снижается общая стоимость системы.

В микроконтроллерах LPC1100 есть также отладочный интерфейс ARM serial wire, который обеспечивает прямой доступ к регистрам и памяти.

Четыре таймера (два 16-разрядных и два 32-разрядных), входящие в состав LPC1100, имеют 12 согласованных выходов. Каждый из них можно сконфигурировать как ШИМ-вывод для управления, например, бесколлекторными двигателями постоянного тока. Такие двигатели начинают использоваться в тех устройствах, где прежде применялись двигатели переменного тока: в стиральных машинах, холодильниках, кондиционерах, вентиляторах и др. Для работы с бесколлекторными двигателями можно задействовать и другую периферию контроллеров LPC1100. Выводы GPIO можно гибко конфигурировать в качестве входов для внешних прерываний и использовать для получения данных о направлении

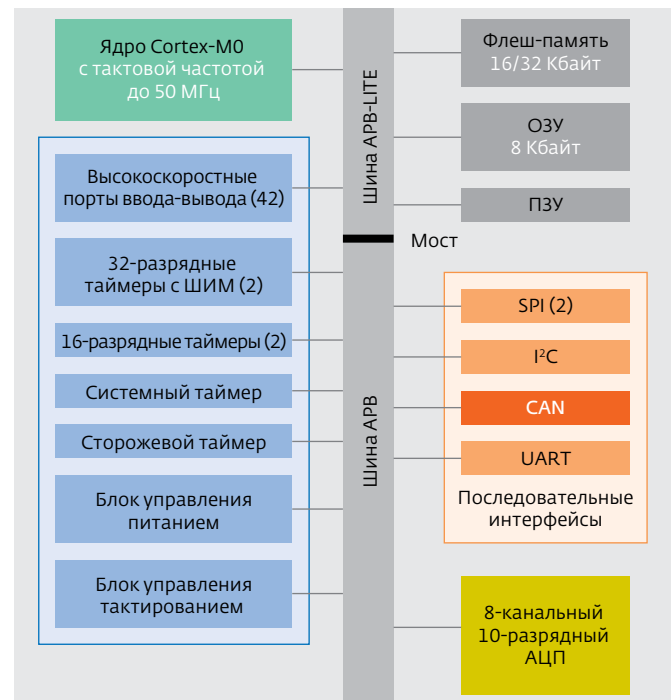


**Рис.1.** Результаты измерений производительности некоторых микроконтроллеров по системе CoreMark (тестирование на специальной подборке алгоритмов, максимально нечувствительных к платформе): тест 1 – арифметические операции (сложение, умножение и деление) над 8-разрядными числами; тест 2 – копирование двумерных массивов 16-разрядных чисел; тест 3 – арифметические операции над 32-разрядными числами; тест 4 – перемножение матриц

вращения ротора. А с помощью 10-разрядного АЦП можно измерять ток и напряжение в обмотках двигателя.

Для тех приложений, где важен малый размер микроконтроллера, предлагается модель LPC1102 в 2x2-мм корпусе WLCSР с внутренней флеш-памятью объемом 32 Кбайт и ОЗУ – 8 Кбайт. Типичные области применения этой модели – миниатюрные телеметрические датчики, которые могут использовать высокую вычислительную мощность микроконтроллера LPC1102 для предварительной обработки входных данных и для обмена данными на больших расстояниях при помощи универсального асинхронного приемопередатчика (UART), совместимого со стандартом RS-485.

Микроконтроллеры часто используют для мостового соединения одного интерфейса с другим. Интерфейсы микроконтроллеров серии LPC1100 допускают различные варианты



**Рис.2.** Блок-схема микроконтроллеров серии LPC1100

такого применения. Данные можно пересылать на LPC1100 по шине USB или CAN, затем обрабатывать и отправлять через интерфейс SPI. Микроконтроллеры позволяют также реализовать мост между шиной CAN и интерфейсом RS-485. В приложениях регистрации данных информацию можно сохранить на карту SD, переслать на микроконтроллер через SPI, а затем через USB – на ПК.

Для микроконтроллеров LPC1100 доступны развитые средства отладки, которые позволяют снизить стоимость создания конечных устройств на их основе. Отладочное оборудование и программные средства поставляются многими производителями, а сама компания NXP предлагает недорогой набор начального уровня, в который входят отладчик, целевая плата и среда разработки на базе Eclipse.

Компания NXP выпускает еще одно устройство на базе Cortex M0 – интегральную микросхему для измерения мощности EM773. Она применима, например, в системах учета электроэнергии.

Вскоре должны появиться новые микроконтроллеры семейства LPC1100 с дополнительной памятью и периферийными устройствами. Они позволят еще больше расширить круг целевых приложений этого семейства. ●