

МИКРОКОНТРОЛЛЕР K1986VE21U КОМПАНИИ "МИЛАНДР" ДЛЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Ю.Сахно, М.Павлюк, М.Какоулин

Современные цифровые технологии позволяют создавать удобные, эргономичные, точные и энергоэффективные приборы различного назначения. Функции, которые еще недавно считались экзотикой, сейчас воспринимаются как естественные и их отсутствие уже вызывает недоумение. Задача разработчика – создать электронное устройство, максимально удовлетворяющее современным требованиям потребителя. Это в полной мере относится к современным цифровым (интеллектуальным) счетчикам электроэнергии, которые вытесняют своих аналоговых конкурентов. Популярность цифровых счетчиков обусловлена большим разнообразием микроконтроллеров, используемых в устройствах управления, их гибкостью и многофункциональностью, достигаемым программными средствами без дополнительных материальных затрат на аппаратуру и резким снижением их стоимости. Кроме того, к достоинствам микроконтроллерного управления счетчиками электрической энергии относятся высокие точность и надежность, а также снижение стоимости счетчиков. Вот почему интересен 32-разрядный RISC-микроконтроллер K1986VE21U для трехфазных счетчиков расхода электроэнергии ЗАО "ПКК "Миландр".

Сегодня наиболее широко применяются трехфазные счетчики электроэнергии на микросхемах семейств 71M6533 и MSP430F471X компаний Teridian и Texas Instruments, соответственно.

Принципы построения модуля преобразования аналогового сигнала в цифровой (АЦП) – основного отличительного блока микроконтроллеров, предназначенных для счетчиков электроэнергии, – различны. Микросхема 71M6533 содержит встроенный модуль – "черный ящик", который выдает уже готовые измеренные значения тока, напряжения, мощности и других характеристик. Структуру модуля определяют набор параметров и калибровочные коэффициенты. Недостаток микросхемы – невозможность регулировки работы модуля. Опыт показывает, что часто

возникает необходимость коррекции полученных результатов (фильтрации, коррекции нелинейности и др.), что затруднительно выполнить из-за низкой производительности основного ядра микросхемы.

Диаметрально противоположный принцип заложен в семейство микросхем MSP430F471X. Разработчик счетчика получает на выходе АЦП микросхемы результаты измерений напряжения на входах. Программным способом они преобразуются в ток, напряжение, мощность и другие параметры. Казалось бы, у разработчика полная свобода действий, но и в этом случае есть большие минусы: сложность встроенных программных средств поддержки, что увеличивает вероятность ошибок счетчика; повышенные требования к ресурсам микроконтроллера.

Модуль АЦП микроконтроллера K1986BE21Y по своим характеристикам занимает "золотую середину" между рассмотренными выше устройствами. Разработчик может гибко настраивать модуль АЦП с учетом своих потребностей, получать в свое распоряжение как исходные измеренные значения напряжений на входах, так и готовые значения тока, напряжения, мощности и энергии. При этом основная нагрузка ложится на аппаратный модуль, а ядро микроконтроллера свободно для выполнения других задач. В то же время при необходимости производительность ядра легко позволяет преобразовывать полученные результаты без ущерба для остальных функций счетчика.

Основные особенности интеллектуальных счетчиков – обмен большим объемом информации через интерфейсы связи, учет большого числа параметров, формирование различных структур данных. В связи с этим к микроконтроллеру, на базе которого строится счетчик, предъявляются повышенные требования, особенно к производительности ядра и объемам флеш- и оперативной памяти.

Микроконтроллер K1986BE21Y выполнен на основе ядра ARM Cortex-M0, максимальная тактовая частота которого составляет 36 МГц, объем встроенной энергонезависимой флеш-памяти программ – 128 Кбайт, встроенного ОЗУ – 16 Кбайт. Память программ загружается через интерфейсы SWD и UART. Большие объемы флеш-памяти и ОЗУ позволяют реализовывать: различные протоколы обмена

данными, всевозможную обработку измеренных значений.

Основные достоинства ядра Cortex-M0 – 32-бит разрядность, низкое энергопотребление при высокой производительности, умножение за один такт. На фоне этого, Teridian и Texas Instruments не могут предложить ничего конкурентоспособного (см. таблицу). Рассматривать же микроконтроллер компании Teridian, в котором используется морально устаревшее 8-бит ядро 8051, в качестве основы интеллектуального счетчика, вообще невозможно.

Отметим еще характеристики, которые выгодно отличают микроконтроллер K1986BE21Y от конкурентов:

- 14 32-бит регистров аварийного сохранения данных в батарейном домене, которые позволяют полностью исключить потерю последних показаний накопленной энергии при отключении питания, воздействии импульсных помех и т.п.;
- блок подсчета CRC с изменяемым полиномом уменьшает нагрузку на ядро контроллера, увеличивает скорость обмена данными по интерфейсу;
- реализованная в батарейном домене функция контроля выхода COV_DET, которая позволяет контролировать вскрытие крышки клеммной колодки счетчика даже в выключенном состоянии;
- малогабаритный корпус LQFP64, благодаря которому упрощается конструкция счетчика и топология его печатного узла, что особенно

Основные характеристики микроконтроллера K1986BE21Y и микросхем конкурентов

Параметр	K1986BE21Y	71M6533	MSP430F471X
Напряжение питания, В	2,2–3,6	3–3,6	1,8–3,6
Разрядность микроконтроллера, бит	32	8	16
Тип ядра	ARM Cortex-M0	8051	RISC
Максимальная частота, МГц	36	10	16
Размер флеш-памяти, Кбайт	128	128	116
Размер ОЗУ, Кбайт	16	4	8
DMA	+	–	+
Разрядность АЦП	24	24	16
Регистры аварийного сохранения, бит	14×32	8×8	–
Корпус	LQFP64	LQFP100	QFP100

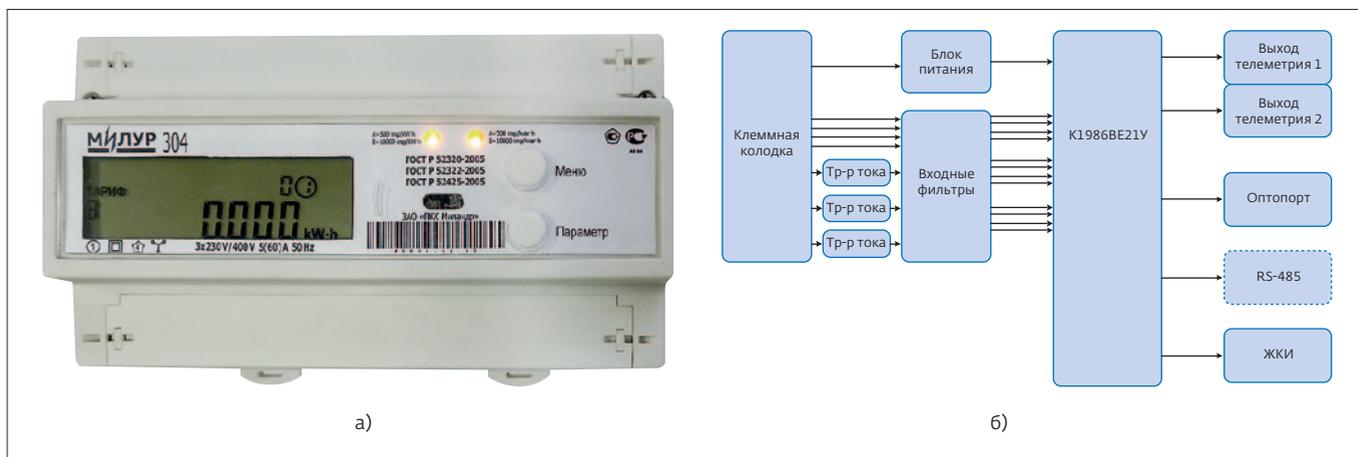


Рис. Счетчик электроэнергии Милур 304: а – внешний вид; б – функциональная блок-схема

актуально для счетчиков, устанавливаемых на DIN-рейку.

Необходимо также отметить наличие последовательного отладочного интерфейса SWD – можно сказать, самого удобного сегодня инструмента для разработчика. Этот интерфейс отладки позволяет значительно сократить время и соответственно снизить стоимость разработки встроенного программного обеспечения.

В настоящее время на основе микроконтроллера K1986BE21U разработан трехфазный счетчик электроэнергии Милур 304 (см. рисунок). Применение микроконтроллера позволило:

- реализовать одноплатную конструкцию счетчика, пригодного для установки на DIN-рейку благодаря малым габаритам микроконтроллера и небольшому числу необходимых внешних компонентов;
- выполнять сложные математические преобразования измеренных значений в реальном времени;
- формировать и передавать через интерфейсы большие объемы данных;
- контролировать вскрытие крышки клеммной колодки в выключенном состоянии.

Возможно несколько модификаций счетчика, отличающихся классом точности; значениями базового (номинального) и максимального тока; вариантом подключения к сети (непосредственно или через трансформатор); отсутствием или наличием интерфейса связи RS-485.

В настоящее время заканчивается сертификация счетчика Милур 304. Он соответствует ГОСТ Р 52320: при измерении активной энергии по класса точности 1 – ГОСТ Р 52322 или по классу точности 0,5S – ГОСТ Р 52323

(в зависимости от модификации), при измерении реактивной энергии по классу точности 1 или 2 – ГОСТ Р 52425.

Подробную информацию о микроконтроллере K1986BE21U можно найти на сайте фирмы производителя – ЗАО "ПКК "Миландр".