

Д. А. РОМАШКО, И. П. СТЕЦКО,  
С. Г. ТЕРЕШКО, П. В. ФРОЛОВ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СХЕМ КЛАССА «SYSTEM-ON-A-CHIP» ПРИ СОЗДАНИИ ПОРТАТИВНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

Современный этап развития измерительной техники характеризуется стремлением к миниатюризации средств измерения. Это позволяет расширить область их применения, повысить удобство и мобильность. Важными характеристиками для портативных устройств являются достаточно высокая производительность средств обработки измерительной информации и вывода на экран обработанных данных, малое энергопотребление, поддержка различных цифровых интерфейсов.

В последнее время в цифровой технике все большую популярность приобретает новый, перспективный класс приборов, получивших название «система-на-кристалле», или System-on-a-Chip, сокращенно – SoC. Приборы этого класса содержат на едином кристалле интегрированные процессор, некоторый объем памяти, ряд периферийных устройств и интерфейсов, – практически полный набор аппаратных средств, необходимых для решения разнообразных вычислительно-управляющих задач, в частности, для организации цифрового ядра измерительной системы. Интеграция всех основных узлов на одной системно-ориентированной микросхеме обеспечивает повышение производительности, снижение энергопотребления, уменьшение цены конечного изделия в целом, что способствует решению задачи создания портативных измерительных устройств.

Как правило, интегральные схемы класса SoC состоят из трех основных цифровых системных блоков: процессор, память и логика. Процессорное ядро реализует поток управления, однозначно устанавливая последовательности выполнения операций обработки данных каждой из управляющих программ и задавая один из возможных алгоритмов работы всей схемы. Память используется для хранения кода программы процессорного ядра и данных. Логика используется для реализации специализированных аппаратных устройств обработки и прохождения данных, системных интерфейсов [1]. Наличие в SoC трех перечисленных блоков делает ненужным как применение набора отдельных ИС, так и реализацию интерфейсов связи между ними.

Однокристалльное конфигурируемое или программируемое решение является предпочтительным еще и потому, что ряд SoC микросхем допускает оперативное изменение своей внутренней аппаратной структуры и конечного предназначения как на этапе производства, так и непосред-

ственно в проекте, например, в полевых условиях. Такие компоненты принято относить к группе изделий системного уровня интеграции и именовать Configurable System on a Chip, сокращенно CSoC.

SoC могут быть реализованы на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) традиционных архитектур. Такое решение является в принципе приемлемым, однако, поскольку основу функционирования большинства систем составляют потоки данных и управления, реализация системного уровня интеграции на ПЛИС общего назначения будет неэффективной альтернативой, проигрывать в стоимости и производительности конечного изделия, при этом простое увеличение емкости ПЛИС не решает проблему.

Более предпочтительным выглядит использование специализированных SoC микросхем, базирующихся на микропроцессорном ядре. Покажем это на примере реализации в таком подходе универсального вычислительно-управляющего модуля портативного измерительного прибора. На рис. 1. изображена структура микроконтроллера EP7312 семейства

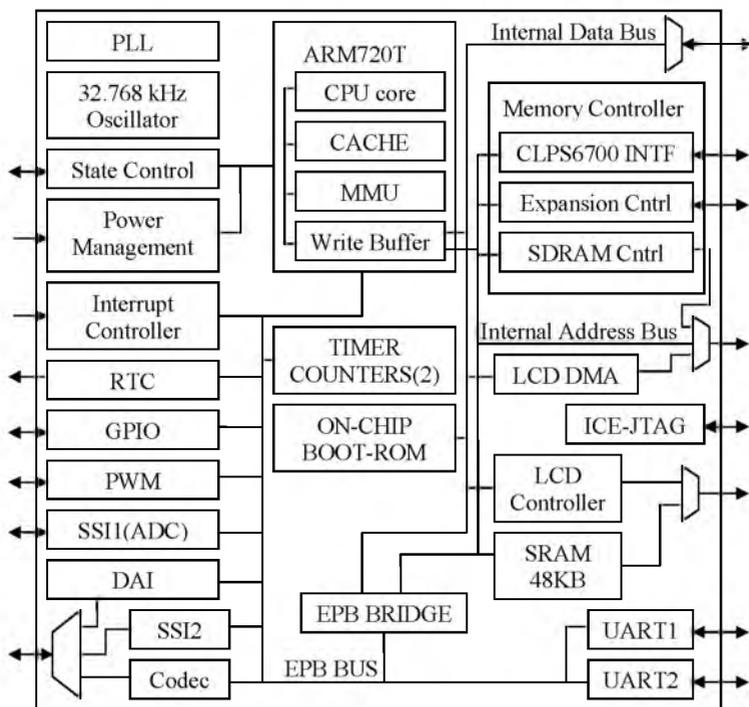


Рис. 1. Структурная схема микроконтроллера EP7312

Maverick фирмы Cirrus Logic, относящегося к классу SoC систем [2].

Прежде всего, микроконтроллер EP7312 обладает достаточно большой вычислительной мощностью, его процессорное ядро ARM720T, работающее на частоте 74 МГц, по производительности примерно эквивалентно процессору Intel Pentium, работающему на частоте 100 МГц.

Набор интегрированных периферийных устройств микроконтроллера EP7312 включает в себя:

- схему PLL для управления тактовой частотой;
- встроенное загрузочное ПЗУ;
- встроенное статическое ОЗУ емкостью 48 Кбайт;
- контроллер синхронной динамической памяти;
- часы реального времени;
- контроллер прерываний;
- контроллер памяти и интерфейса;
- контроллер ЖКИ;
- два таймера;
- два последовательных порта;
- средства поддержки отладки (JTAG);
- порты ввода/вывода общего назначения;
- последовательный порт для АЦП;
- последовательный цифровой аудио интерфейс.

Наличие встроенного контроллера синхронной динамической памяти позволяет подключать к процессору до четырех банков памяти объемом до 256 мегабит каждый. Несмотря на то, что внешняя шина процессора работает на частоте не более 36 МГц, использование контроллера синхронной динамической памяти позволяет вдвое повысить производительность процессора при работе с внешней памятью программ благодаря тому, что выборка данных из памяти для заполнения полной линейки кэш-памяти производится блоками по 16 байт, при этом выборка одного 32-разрядного слова при ширине шины 32 бит занимает один такт. Для снижения энергопотребления системы в целом, контроллер автоматически переводит подключенную к нему динамическую память в режим автоматической регенерации при переходе процессора в режим покоя.

На базе микроконтроллера EP7312 было предложено следующее схемотехническое решение для портативной измерительной системы (рис. 2). Систему можно условно разделить на три крупных модуля: вычислительный модуль, модуль управления и отображения и измерительный модуль. Между модулями показаны интерфейсы: И1 – связь вычислительного модуля и модуля управления и отображения, И2 – связь с из-

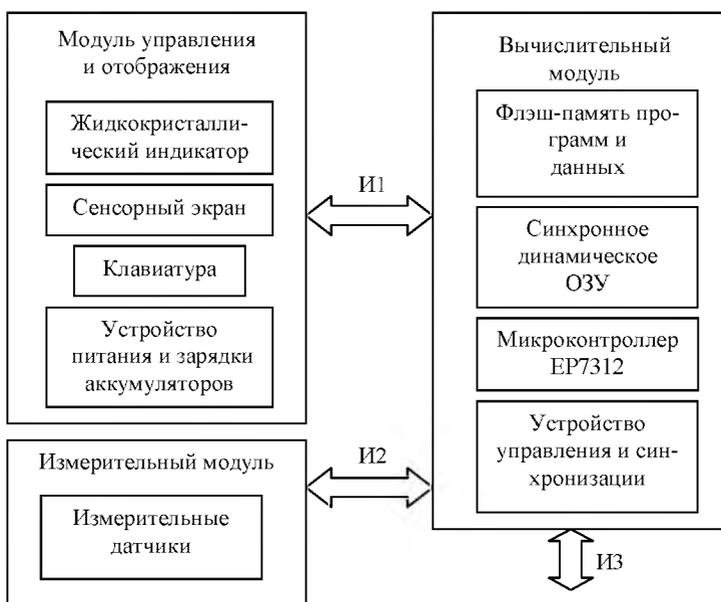


Рис. 2. Блок-схема портативного измерительного устройства

мерительным модулем, ИЗ – интерфейс с персональным компьютером, в частности, USB и RS232.

Вычислительный модуль содержит в себе устройство управления, синхронизации и другие необходимые элементы для получения и обработки измерительной информации от произвольных измерительных модулей. Он выполнен на ПЛИС семейства ACEX фирмы Altera. Такое решение, по сравнению с использованием микросхем CSoC, сегодня представляется более предпочтительным с точки зрения цены, производительности и универсальности. Оно позволяет проводить быструю модернизацию модуля управления и отображения в зависимости от специализации измерительного прибора.

В описываемой структуре измерительной системы обеспечивается возможность одновременного подключения нескольких измерительных модулей с вычислительным модулем по параллельному интерфейсу И2. Это позволяет организовать в одном конструктиве измерительный комплекс. Важной характеристикой является наличие связи измерительной системы с персональным компьютером по интерфейсу ИЗ, что предос-

твляает широкие возможности для сохранения результатов измерений и их последующей обработки.

Модуль управления и отображения предназначен для задания режимов работы, конфигурирования и отображения обработанных данных от измерительных модулей на жидкокристаллическом индикаторе.

При проектировании портативного измерительного устройства немаловажную роль играет наличие встраиваемой операционной системы, что позволяет говорить об универсальности и многофункциональности прибора. Процессорное ядро ARM7TDMI, используемое в микроконтроллере, появилось достаточно давно, поэтому для него существует ряд операционных систем с поддержкой необходимой периферии.

Одной из таких многоплатформенных операционных систем является Linux [3]. К преимуществам Linux относятся его бесплатное распространение в исходных текстах, отсутствие лицензионных отчислений с готовых продуктов, наличие необходимых драйверов клавиатуры, жидкокристаллического индикатора, сенсорного экрана и т.д. Все это и определило выбор используемой встроенной операционной системы в пользу Linux.

В настоящее время существует множество средств разработки для процессоров с ядром ARM, среди которых наибольшей функциональностью обладают:

- ARM Software Development Toolkit и ARM Developer Suite;
- GNU open source GCC Tool Set.

Последний пакет представляет особый интерес, поскольку включает в себя компилятор C++, линкер и отладчик. Кроме того, он распространяется в исходных текстах, в соответствии с условиями GNU Public License, что расширяет возможности и гарантирует надежность разработок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Кривченко И.* Системы на кристалле: общее представление и тенденции развития // Компоненты и технологии. 2001. № 6. С. 48–52.
2. *Герасимов Ю., Сигаев А.* Микроконтроллеры EP73xx семейства Maverick фирмы Cirrus Logic // Компоненты и технологии. 2001. № 1. С. 58–60.
3. *Скотт М.* Ядро Linux в комментариях: Пер. с англ. К.: Издательство «Диасофт», 2000. 488 с.

