

# Концепт-микроконтроллер IPC@CHIP

Игорь Петров (г. Смоленск)

В начале прошлого года семейство IPC@CHIP пополнилось новыми моделями микроконтроллеров, поддерживающими возможность программирования на языках МЭК61131-3 в среде CoDeSys. В статье описаны концептуальные свойства микроконтроллеров семейства IPC@CHIP, определяемые наличием встроенных ОСПВ, Ethernet, TCP/IP, web-сервера и системы программирования МЭК61131-3. Автор анализирует возможности эффективного применения микроконтроллеров этого семейства с позиции прикладного программиста и показывает, что поддержка CoDeSys позволяет исключительно легко строить на основе IPC@CHIP интеллектуальные устройства, программируемые конечным пользователем.

## ВВЕДЕНИЕ

Вот уже три десятка лет мы наблюдаем за развитием микропроцессорной техники. Первые массовые кристаллы 8080 чрезвычайно быстро завоевали рынок. Трудно описать, насколько серьезно микропроцессор изменил принципы проектирования электронных устройств. Однако, необходимость значительной «обвязки» создавала массу сложностей и снижала надёжность устройств на микропроцессорах.

Следующим крупным технологическим прорывом стал микроконтроллер. Тактовый генератор, ОЗУ, ППЗУ, счётчики, таймеры, приёмник-передатчик UART и многие другие ресурсы переместились в один корпус. Идея собрать всё необходимое в одну микросхему была гениально проста. По мере развития периферии, встроенной в микроконтроллеры, на один вывод микросхемы стали претендовать до десятка устройств. Следующим шагом стало свободное конфигурирование и даже программирование внутренней структуры микросхемы.

Очевидно, при столь быстром развитии аппаратных средств неизбежно

но должны были столь же грандиозно измениться и средства программирования. Удивительно, но ничего подобного мы не наблюдаем.

Как и 20 лет назад, любое устройство на микроконтроллере требует «оживления». Прежде чем программист сможет приступить к решению основной задачи, он должен погрузиться в машинные коды, системные регистры, временные диаграммы и т.д. Практика показывает, что для любого нового типа контроллера этот этап самый сложный и долгий.

Не удивительно, что сегодня большой популярностью пользуются встраиваемые PC-совместимые компьютеры. Бесспорно, такое решение дороже, чем собственная плата на микроконтроллере, и не всегда удобно конструктивно. Но это даёт программисту возможность использовать огромное число готового программного обеспечения для типовых задач. Вместо низкоуровневых функций он получает набор прикладных функций (API) операционной системы. Ему не нужно более заниматься «изобретением велосипеда». В десятки раз сокращается время проектирования и улучшается качество ПО. Для аппаратчика это можно сравнить с переходом от проектирования схем на транзисторах к микроконтроллеру. Вместо нескольких кварталов мы тратим на разработку несколько недель. Вместо системных регистров мы говорим о возможности отображения данных в web. Встраиваемый PC даёт практическую возможность реализовать в устройствах технологии, присущие продуктам ведущих мировых компаний.

Подобные рассуждения приводят нас к концептуальной модели микроконтроллера нового поколения. Кроме широкого набора конфигурируемых аппаратных узлов, микроконтроллер обязан иметь столь же мощный набор готовых высокоуровневых программных модулей.

Понимая это, многие передовые компании изготавливают собственные процессорные «ядра» или модули, позволяющие им ежегодно разрабатывать и выпускать на рынок десятки новых продуктов. Нередко такие ядра делаются в виде заказных микросхем. Пока, за очень редким исключением, это закрытые изделия для собственного применения.

Первым открытым решением в этой области стала микросхема IPC@CHIP немецкой компании Beck IPC (см. рис 1). Первые образцы таких микросхем, выполненных по технологии ASIC, были представлены пользователям в ноябре 1999 [1].

На сегодняшний день IPC@CHIP – это уже семейство чипов с различными характеристиками. Число изделий, разработанных на базе IPC@CHIP, измеряется тысячами. Область применения простирается от сетевых коммутаторов и устройств телеметрии до промышленных контроллеров, приборов биометрической идентификации и систем технического зрения.

Микросхема IPC@CHIP построена на базе 186-го процессора и оснащена встроенной многозадачной ОСПВ. Сильнейшим плюсом микросхем IPC@CHIP является наличие в них встроенного контроллера Ethernet с поддержкой стека TCP/IP и встроенного web-сервера. По сути IPC@CHIP – это промышленный компьютер (IPC), сжатый в корпус одной микросхемы (CHIP).

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕМЕЙСТВА IPC@CHIP

В семейство IPC@CHIP входят 5 моделей микросхем: SC11, SC12, SC13, SC11-IEC и SC13-IEC. Конструктивно они одинаковы. Основные характеристики микроконтроллеров семейства приведены в таблице. Внешняя



Рис. 1. Микро-ЗВМ IPC@CHIP

шина у IPC@CHIP 8-разрядная, мультиплексированная. Она применяется для подключения CompactFlash-карты или внешних периферийных устройств. До 14 выводов доступны индивидуально как входы или выходы. Двухканальный универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART) поддерживает управляющие сигналы RS232: CTS и RTS. Интерфейсы I<sup>2</sup>C и SPI реализованы программно на любых свободных выводах. Модели SC12 и SC13 имеют встроенный Ethernet-контроллер IEEE 802.3. Для работы в сети на витой паре необходим внешний трансформатор и разъём RJ45.

Микросхемы SC11-IEC и SC13-IEC аналогичны SC11 и SC13. Индекс IEC говорит о том, что данные микросхемы поставляются с лицензией на систему исполнения CoDeSys (см. ниже).

Для модели SC11 характерны применения, не требующие сетевых функций. Однако она достаточно широко применяется и как web-сервер, подключаемый по протоколу двухточечной связи PPP (Point-to-point protocol) через проводной или сотовый модем.

В сравнении с опытом программирования различных семейств микроконтроллеров, IPC@CHIP удивляют тем, насколько просто с их помощью решаются сложнейшие задачи. Например, чтобы построить на микросхеме IPC@CHIP устройство, способное собирать данные с приборов по интерфейсу RS232, накапливать их в файл и отображать в web, нужно дооснастить кристалл SC13 преобразователем MAX232 и Ethernet-трансформатором FS23. Это всё! Для отображения данных прикладной задачи на компьютере не нужно писать никакой программы – достаточно иметь Internet Explorer.

На сайте Beck IPC (www.beck-ipc.com) можно найти несколько десятков примеров, включающих схемы и исходные тексты программ. В их числе компактный web-сервер, коммуникационный контроллер, контроллер для систем интеллектуальных зданий с управлением от инфракрасного дистанционного пульта, поддержка MODBUS, CAN и многое другое.

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕМЕЙСТВА IPC@CHIP

Встроенная ОСРВ включает файловую систему, загрузчик и монитор задач, стек TCP/IP, web-сервер, прикладной интерфейс приложений (API) и

многое другое. Пользователь может установить один из шести вариантов многозадачной операционной системы реального времени IPC@CHIP RTOS, обладающей возрастающим набором функций. Максимально полный вариант (см. рис. 2) реализован на SC13-IEC с поддержкой TCP/IP, PPP-сервером и клиентом, системой исполнения CoDeSys. IPC@CHIP RTOS построена на базе MS DOS и совместима с ней сверху вниз. Прикладные программы, созданные для DOS, будут работать и в ОСРВ. Основные дополнения IPC@CHIP RTOS – это многозадачность и поддержка стека TCP/IP.

Весьма привлекательной характеристикой микроконтроллеров IPC@CHIP является наличие web-сервера. Создание собственного миниатюрного устройства, оснащённого встроенным web-сервером, для микроконтроллеров IPC@CHIP является типовой задачей. Программирование такого прибора сводится к соединению с ним по FTP и загрузке нужных HTML-страниц. Динамические элементы можно реализовать через интерфейс CGI (Common Gateway Interface), написав CGI-приложение. Через FTP происходит и «прошивка» прикладной программы на встроенный flash-диск. Удалённый отладчик позволяет проводить символьную отладку в среде программирования Borland C++. Благодаря ОСРВ достигается полностью прозрачная возможность применения одного и того же текста приложения для любого микроконтроллера семейства IPC@CHIP.

Всё системное ПО и ряд инструментальных средств семейства IPC@CHIP доступны на сайте Beck IPC бесплатно.

### ЭВОЛЮЦИОННЫЕ КОМПЛЕКТЫ

Самым быстрым и удобным способом освоения работы с микроконтроллерами семейства IPC@CHIP является использование эволюционной платы DK50 (см. рис. 3) или комплекта разработчика DK51.

Плата DK50 в основном применяется для создания прототипов и опытных партий устройств и содержит следующие узлы:

- два интерфейса RS232 (COM и EXT),
- интерфейс 10/100 Мбит/с Ethernet (разъём RJ45) с индикатором трафика,
- интерфейс IDE с разъёмом под Compact Flash-диск и индикатором работы,



Рис. 2. Архитектура RTOS IPC@CHIP, реализованная в SC13-IEC



Рис. 3. Эволюционная плата DK50

- восемь дискретных выходов со светодиодами индикаторами,
- восемь дискретных входов со светодиодами индикаторами,
- магистраль расширения с четырьмя программируемыми сигналами выбора устройства (16-байтное пространство ввода/вывода на каждый),
- кнопки для сброса и прерывания по аварии питания,

### Основные характеристики микроконтроллеров семейства IPC@CHIP

Характеристика	SC11	SC12	SC13
Процессор	BECK186	AMD 186ED	BECK186
Тактовая частота, МГц	40	20	40
Ethernet	Нет	10BaseT	10/100BaseT
Последовательные каналы	2 UART, IIC, SPI		
Программируемые I/O	14 PIO		
Внешняя шина	8 бит Intel AD-Bus		
Входы прерываний	6		
DMA	2		
Аппаратные таймеры	2		
Сторожевой таймер	1		
Напряжение питания, В	5		
Потребляемый ток, мА	250	180	300
Flash, Кб	512		
ОЗУ, Кб	512		
Температурный диапазон, °C	0...70		
Корпус, мм	DIL32 (22 × 44 × 9,5)		



Рис. 4. CoDeSys для IPC@CHIP

- 2 программируемых светодиодных индикатора,
- монтажное поле для прикладных (пользовательских) расширений.

Напряжение питания платы DK50 – от 12 до 30 В постоянного тока. Потребляемая мощность не превышает 3,5 Вт. Установленный на плате 5 В DC/DC-преобразователь позволяет использовать его для питания пользовательских расширений (до 400 мА).

Комплект DK51 поставляется в пластиковом кейсе, включающем:

- плату DK50,
- сетевой источник питания (24 В, 0,75 А),
- нуль-модемный соединительный кабель RS232,
- микросхему SC13-IEC,
- Borland C++,
- CoDeSys и комплект целевой адаптации для IPC@CHIP (см. ниже).

Использование микросхемы SC13-IEC обеспечивает максимальные возможности прикладного программирования. Пользователь может написать прикладную программу на языке C++ или построить ПЛК, программируемый на языках МЭК61131 в среде CoDeSys.

Для начала работы с DK51 пользователю нужно только установить на свой компьютер программное обеспечение и подключить кабель связи.

Документация включена в эволюционные наборы, а также доступна на сайте Beck IPC. Здесь же можно найти принципиальные схемы и исходные тексты многочисленных примеров применения.

## CoDeSys

Возможности программирования предлагаемых IPC@CHIP и так исключительно широки. Что же ещё? Допустим, мы изготовили некий прибор на IPC@CHIP. Однако задачи у всех конечных пользователей несколько отли-

чаются. Им необходима возможность самостоятельно конфигурировать или даже программировать наше изделие. Нередко возникают задачи интеграции приборов в АСУ ТП, поддержки полевой магистрали, стыковки с системой диспетчерского/супервизорного управления и сбора данных (SCADA), базами данных и т.д.

Лучшее решение – это использование системы программирования МЭК61131-3, общепринятой для промышленных программируемых контроллеров [2]. Это позволяет предельно упростить системное ПО, выбросить все самодельные конфигураторы и снять все ограничения для пользователя. Поддержка программирования конечным пользователем в визуальной среде (схематически показано на рис. 4) – это очень серьезное конкурентное преимущество.

Но огромная проблема в том, что любая система МЭК-программирования требует адаптации (привязки) к аппаратуре индивидуального (т.е. нашего) прибора. Процесс этот не быстрый и достаточно дорогой. Можно, конечно, подобрать максимально простую и дешёвую систему начального уровня. Но специалисты Beck IPC не захотели идти на компромиссы. Они решили использовать комплект CoDeSys компании Smart Software Solutions (3S). Это мощнейший комплекс, штатно предлагаемый для программирования ПЛК собственного производства ведущими европейскими компаниями. CoDeSys активно развивается, причём в сторону промышленных систем высшего класса [3].

Как правило, затраты на адаптацию контроллера под систему программирования такого уровня окупаются только при производстве нескольких сотен изделий. Важнейшим достоинством IPC@CHIP является специальная технология, позволяющая очень просто и бесплатно адаптировать CoDeSys для индивидуальных приборов. Даже если планируется изготовить единичный образец, применение CoDeSys становится возможным и рентабельным.

Делается это так: проектируется собственное устройство на SC1x-IEC. Запускается на PC специальная программа (IEC Platform Builder) и в ней определяется число, типы входов/выходов прибора и ряд допол-

нительных опций. Она автоматически генерирует необходимые файлы конфигурации для CoDeSys и шаблоны низкоуровневых функций на языке Си, выполняющих обращение к нашей аппаратуре. Далее дописываем данные функции, компилируем и компоуем их с системой исполнения CoDeSys SP для IPC@CHIP. В итоге мы получаем исполняемый файл CoDeSys SP, адаптированный специально для нашего прибора.

При изготовлении каждого прибора необходимо загрузить на встроенный диск IPC@CHIP нашу систему исполнения и прописать её автоматический запуск в файле загрузки (autoexec.bat). Пользователи получают в комплекте с прибором CD. Их задача – только установить CoDeSys с диска и подключить кабель связи (RS232 или Ethernet). Конечный пользователь приобретает прибор с готовой и настроенной системой программирования МЭК61131-3 в комплекте, которую не нужно дополнительно лицензировать.

Прошедшей осенью на выставках ПТА-2005 в Москве и SPS/IPC/Drivers в Нюрнберге были представлены два новых члена семейства Beck IPC@CHIP. Это микросхемы SC123 и SC143. Их отличает значительное увеличение числа выводов (корпус PBGA177), расширенный температурный диапазон (–25...+85°C), увеличенное в 2,5 раза быстродействие, поддержка CAN, USB, JTAG. Существенно увеличена встроенная память (ОЗУ 8 Мб, flash 8 Мб для SC143 и 2 Мб для SC123).

В целом IPC@CHIP является активно развивающейся концептуальным микроконтроллером, имеющим чрезвычайно расширенные средства программирования. Насколько данный путь окажется перспективным, покажет время.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Однокристалльный веб-сервер отправляет электронные письма, факсы и SMS-сообщения. МКА. 2002. № 3.
2. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приёмы прикладного проектирования. Под ред. В.П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
3. Петров И.В. CoDeSys 3.0 – новый уровень инструментов программирования ПЛК. СТА. 2005. № 2.



## HF-Front-End-модуль для 802.11n

Фирма SiGe Semiconductor представляет HF-Front-End-модуль для версии стандарта IEEE 802.11n. Модуль SE2545A10 включает две двухполосные приёмопередающие цепи. Спецификация IEEE 802.11n предусматривает для беспроводных соединений улучшение по дальности действия и пропускной способности, причём сохраняется совместимость с имеющейся WLAN-инфраструктурой.



Модуль SE2545A10 является HF-Frontend-модулем, состоящим из двух полных двухполосных приёмопередающих цепей ( $2 \times 2,4$  ГГц Tx,  $2 \times 5$  ГГц Tx,  $2 \times 2,4$  ГГц Rx и  $2 \times 5$  ГГц Rx), которые требуются для работы в режиме MIMO (Multiple Input, Multiple Output). По данным производителя, модуль заменяет до 60 дискретных компонентов, так как все части схемы между трансивером и антенной размещены в единственном корпусе CSP (Chip-Scale Package).

Модуль SE2545A10 имеет выходную мощность 18 дБм в режиме 802.11b, 17 дБм в режиме 802.11g и 15 дБм в режиме 802.11a. Модуль SE2545A10 не содержит свинец и поставляется в корпусе CSP (Chip-Scale Package) размером  $10 \times 14 \times 1,1$  мм.

[www.sige.com](http://www.sige.com)

## Двухпротокольные трансиверы с защитой от электростатических разрядов

Компания Intersil представляет семейство двухпротокольных трансиверов с Single- и Dual-портом. Чипы обеспечивают защиту от электростатических разрядов ESD (ElectroStatic Discharge) и расположены в корпусе QFN. В семейство микросхем



входят две модели Dual-Port-IC (ISL81334 и ISL41334) и две модели Single-Port-ICs (ISL81387 и ISL41387). Каждый трансивер обеспечивает ESD-защиту 15 кВ (HBM) и позволяет свободный выбор подключения через RS232 или RS485/RS422.

Все четыре версии работают от напряжения 5 В, обеспечивают скорость передачи данных 20 Мбит/с, Flow-Through-Pinouts для разводки печатных плат и дифференциальное выходное напряжение 2,7 В (VOUT) в сетях RS485/422. Модули ISL41334 и ISL41387, имея меньшую скорость передачи, обладают большей функциональностью и Edge-Rate-опциями для решений, критичных по электромагнитной совместимости.

[www.intersil.com/interface](http://www.intersil.com/interface)

## Зарядное устройство Li-Ion-аккумуляторов на два входа с синхронным понижающим преобразователем 600 мА

Компания Linear Technology представляет микросхему LTC3550-1. Это Power-management-решение для переносных устройств. Элемент содержит зарядное устройство Li-Ion-аккумуляторов на два входа, а также синхронный понижающий преобразователь. Все это размещается в 16-выводном корпусе DFN размером  $3 \times 5$  мм.

Линейное зарядное устройство автоматически принимает решение о подходящем источнике энергии для эффективной зарядки аккумулятора: от сетевого адаптера или через USB-порт. Такой независимый режим работы облегчает создание системы зарядки, так как для опознавания подключенного источника энергии не требуется внешнего микропроцессора. При применении алгоритма тока или постоянного напряжения этот зарядный элемент способен обеспечивать зарядный ток до 950 мА в режиме работы от сетевого адаптера или до 500 мА по шине USB. В обоих случаях максимальное отклонение от заданного напряжения составляет  $\pm 0,6\%$ .

[www.linear.com](http://www.linear.com)

## Аналоговые переключатели от Austriamicrosystems

Компания Austriamicrosystems объявила о выпуске аналоговых переключателей AS1741, AS1742 и AS1743 в компактных корпусах SOT23 с 8 выводами. По словам коммерческого директора Вальтера Мосхаммера, новые переключатели занимают на 40% меньше места на плате, чем аналогичные устройства, оснащенные 8-выводными корпусами MSOP.

Время переключения уменьшено на 40% при улучшенной монотонности сопротивления в открытом состоянии и согласовании каналов. Благодаря полосе пропускания 130 МГц эти устройства пригодны для работы с видеосигналами и другими высокоскоростными потоками данных. Широкий диапазон напряжений питания (1,6...3,6 В) обеспечивает высокую гибкость. Все цифровые логические входы совместимы с 1,8 В CMOS. Устройства способны переключать токи до 250 мА.

Уменьшение необходимой площади на плате на 6 мм<sup>2</sup> при переходе от корпуса MSOP ( $5 \times 3$  мм) к SOT23 ( $3 \times 3$  мм) делает эти устройства пригодными для использования в системах, работающих на батареях, например, в сотовых телефонах, MP3-, CD/DVD- и видеоплеерах, цифровых камерах и карманных компьютерах.

[www.e7e.ru](http://www.e7e.ru)

## Новый биполярный транзистор от Zetex

Новый биполярный транзистор ZXTC2045E6 от Zetex Semiconductors содержит два дополнительных транзистора n-p-n и p-n-p. Он предназначен для переключения мощных МОП-транзисторов, а также биполярных транзисторов с изолированным затвором в источниках тока.

Поддерживая импульсный ток до 5 А, ZXTC2045E6 гарантирует быструю зарядку и разрядку емкостей управляющих электродов, что помогает повысить производительность. Отдельные эмиттерные выводы также позволяют разработчикам независимо выбирать номиналы резисторов для более точного управления циклами зарядки и разрядки.

Транзистор помещен в корпус SOT236, занимающий место на плате площадью 9 мм<sup>2</sup> при высоте 1,3 мм. Это поможет уменьшить габариты всей системы и увеличить плотность рассеиваемой мощности. Номинальное напряжение составляет 40 В, а коэффициент усиления 300.

[www.e7e.ru](http://www.e7e.ru)