

# 8-БИТ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

## Жив Курилка!

Появление под фанфары новых поколений сверхпроизводительных процессоров, конечно, сразу привлекает внимание разработчиков. Но "рабочими лошадками" промышленных систем пока остаются скромные 8-бит микроконтроллеры (МК), о долготии которых говорят уже давно\*. И эти прогнозы оправдываются. Хотя, по оценкам большинства крупных аналитических фирм, в будущем продажи 8-бит МК в стоимостном выражении практически не изменятся, объем их отгрузок в натуральном выражении будет расти. Это объясняется в первую очередь появлением новых рынков сбыта – китайского рынка домашней бытовой техники, рынков медицинского оборудования, автомобильной электроники. Заказчики, конечно, приветствуют появление микроконтроллеров большей разрядности и проявляют к ним большой интерес, но во многих случаях по-прежнему предпочитают приобретать 8-бит устройства. Это, по мнению специалистов компании Microchip Technologies, лидера на мировом рынке 8-бит МК, объясняется так называемыми "прирастающими инновациями" этих устройств. Функциональные возможности и гибкость все более компактных и дешевых 8-бит микроконтроллеров существенно расширяются, что приводит к диверсификации их рынка. В каталогах ведущих производителей насчитывается до нескольких сотен 8-бит микросхем.

### ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА 8-БИТ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Согласно данным исследовательской компании Gartner Dataquest, на долю 8-бит МК приходится более 50% рынка процессоров в натуральном выражении. В ближайшее время, считают аналитики компании, такому положению микросхем этой разрядности ничего не угрожает. По сравнению с 16- и 32-бит устройствами 8-бит МК быстрее реагируют на требования производителей электронных систем к расширению функциональных возможнос-

\* Гольцова М. 8-бит микроконтроллеры. Ваши на все времена. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2003, №1 с.26–32; 2004, №6, с.50–56.

В.Майская

тей и стоят дешевле. По оценкам Gartner Dataquest, к концу 2007 года общая сумма имеющихся в продаже 8-бит микроконтроллеров составляла 5 млрд. долл., 16-бит микросхем – 4 млрд. долл. и 32-бит микроконтроллеров – 3 млрд. долл. Такая оценка рынка 2007 года совпадает и с данными компании STMicroelectronics, одного из крупнейших поставщиков 8-бит микросхем. Компания прогнозирует увеличение объема продаж таких микросхем за период 2007–2011 годы на 48%. Правда, по расчетам другого лидера рынка – компании Freescale Semiconductors, продажи 8-бит устройств в 2007 году составили 4,5–4,7 млрд. долл. и темпы их роста в дальнейшем будут незначительными.

Казалось бы, в современных условиях мирового экономического кризиса такие прогнозы не правомерны. Появление микросхем МК более высокой разрядности и большей производительности, стоимость которых постоянно снижается, должно привести к сокращению применения 8-бит устройств. И в ряде случаев это наблюдается. Но каждое улучшение МК большей разрядности, в частности 16-бит микросхем, ведет и к появлению все более совершенных дешевых 8-бит МК. Потребитель получает микросхемы с более высоким уровнем интеграции, расширенными функциональными возможностями и периферийными устройствами, с большим быстродействием. И все это по-прежнему по низкой цене. При этом следует учитывать не только низкую стоимость самих 8-бит МК, которая в последнее время все меньше отличается от быстро снижающейся стоимости 16- и 32-бит МК, но и экономическую выгоду, достигаемую в результате их применения. Как отмечает Эйден Митчелл, руководитель по управлению товарным производством группы микроконтроллерных решений компании Freescale, многих инженеров волнуют не столько основные параметры прибора, сколько возможность упрощения реализации разрабатываемой системы и совместимость МК с системой по разводке выводов.

Расход энергии МК контролируется хорошо известными в микроэлектронике методами: за счет применения транзисторов с малыми токами утечки, отключением питания различных блоков МК в нерабочем состоянии, снижением напряжения питания процессорных ядер. Большое внимание уделяется увеличению числа периферийных устройств 8-бит микросхем, что делает их



более привлекательными для разработчиков устройств, в которых ранее применялись специализированные микросхемы типа ASIC, ПЛИС или даже неэлектронные приборы.

Существенное преимущество 8-бит МК перед микросхемами большей разрядности – малые габариты, что особенно важно для портативных устройств, требующих специальных функций обработки. Возможность быстро и за небольшую цену расширить функциональные возможности системы весьма привлекательна. Все чаще в сотовых телефонах наряду с основным 32-бит МК, используется 8-бит микросхема, практически играющая роль дополнительного ядра процессора.

И, по мнению большинства промышленных обозревателей, наибольший спрос 8-бит МК найдут на развивающихся рынках электронных устройств, которым нужны дешевые устройства с требуемыми, пусть и не самыми высокими, характеристиками и простым подключением в систему. Разработчикам электронных систем приходится выбирать нужную микросхему из богатого ассортимента микросхем 8-бит МК с различными периферийными устройствами, низким энергопотреблением и параметрами, подтвержденными эталонными испытаниями. В итоге рынок 8-бит МК фрагментирован и горизонтален, а число фирм-заказчиков таких микросхем велико. Крупные поставщики 8-бит МК имеют свои ниши, на которых представлены "правильные" изделия. Это может объяснить, почему STMicroelectronics уделяет основное внимание выпуску микроконтроллеров с улучшенными характеристиками, Atmel активно рекламирует достоинства своих микроконтроллеров с AVR-архитектурой, а Microchip и Freescale продолжают развивать хорошо зарекомендовавшую себя технологию, которая, многим со стороны кажется устаревшей. И еще – 8-бит 8051 ядро по-прежнему служит основой многих МК.

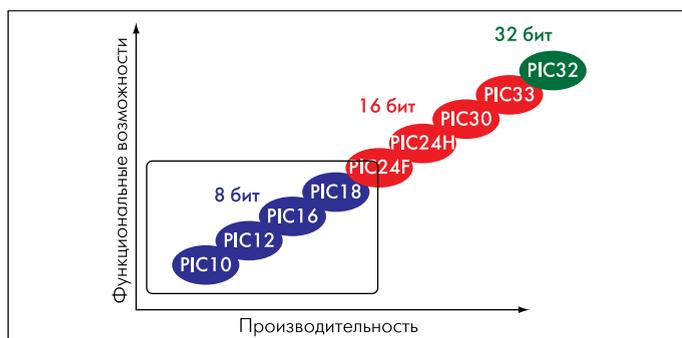
Разнообразие представленных на рынке МК нередко затрудняет потребителю выбор нужного устройства. На чем же остановиться заказчику? Какие 8-бит МК в последнее время выпустили поставщики на рынок?

## MICROCHIP TECHNOLOGY

Компания Microchip Technology, согласно оценкам Gartner Group, занимает первое место в списке компаний с самыми высокими доходами на рынке 8-бит микроконтроллеров.

Microchip выпускает четыре семейства 8-бит МК – PIC10 (с простой базовой архитектурой PICmicro), PIC12, PIC16 (в основном с более сложной – mid-range – архитектурой) и PIC18 (с расширенными функциональными возможностями) (табл.1, рис.1). Какие же новые 8-бит МК этих семейств появились на рынке в последнее время?

В начале 2008 года компания Microchip выпустила первые два МК с базовой архитектурой и с флеш-памятью данных емкостью 64 байт. Возможно, появление этих микросхем и не является выдающимся достижением, но оно свидетельствует о тенденции непрерывного совершенствования 8-бит МК. Новые микросхемы МК серий PIC12F519 (в восьмивыводном корпу-



**Рис. 1. Семейства микроконтроллеров компании Microchip Technology**

се) и PIC16F526 (в 14-выводном корпусе) содержат внутренний тактовый генератор на частоту 8 МГц, таймер восстановления состояния прибора после останова, трехканальный 8-бит АЦП и до двух компараторов. Благодаря интеграции флеш-памяти и аналоговых функций конструкторы электронных систем получили эффективное средство хранения конфигурационных и калибровочных данных, счетчики или небольшие таблицы поиска без использования внешней энергонезависимой памяти. К тому же разработчики могут заменить дискретные аналоговые компоненты "цифровым разумом" микроконтроллера с возможностями репрограммирования. Новые МК поддерживают инструментальные средства MPLAB.

МК серий PIC12F519 и PIC16F526 служат базовыми компонентными блоками разнообразных систем: от устройств с батарейным питанием, источников питания, идентификационных меток, тостеров, кофемолок, электронных зубных щеток до интеллектуальных переключателей, систем безопасности, дистанционных систем включения/отключения, электронных насосов и т. п.

В начале 2008 года компания Microchip выпустила МК серий PIC16F72x/PIC16LF72x (маломощный вариант, рис.2) на рабочее напряжение 1,8–5,5 В (PIC16F72x) и 1,8–3,6 В (PIC16LF72x). Рабочий ток МК обеих серий равен 7 мкА при частоте 32 кГц и напряжении 2 В и 110 мкА при 1 МГц и 2 В. Ток в режиме ожидания – 60 нА. Объем флеш-памяти программ составляет 8К×14 слов, ОЗУ данных – 368 байт. В обеих сериях предусмотрено управление логическим вентилем таймера/счетчика 1, синхронизируемого внутренним генератором на частоту 32 МГц. Микросхемы содержат традиционную периферию выпускаемых компанией микроконтроллеров: АЦП (14-канальные 8-бит), два модуля захвата, сравнения, ШИМ (Capture, Compare, PWM – CCP), AUSART, последовательные интерфейсы SPI (ведущий/ведомый) и I<sup>2</sup>C (ведомый). Кроме того, в МК входит управляемый программной средой mTouch Sensing Solution емкостной сенсорный интерфейс, позволяющий отказаться от механических кнопок и переключателей. Модуль сенсорного интерфейса продолжает работать и в режиме ожидания МК. В МК предусмотрены встроенные средства отладки. Предлагаются и инструментальные средства программирования компании MPLAB IDE.

МК новых серий поставляются в 28-выводных корпусах SOIC, SSOP, QFN. Предназначены они для домашнего обо-

**Таблица 1. Основные характеристики 8-бит микроконтроллеров компании Microchip Technology**

| Семейство                             | Частота, МГц           | Шина интер-фейс (адрес/данные), бит | Ширина команды, бит | Рабочее напряжение ядра/порта В/В, В | Потребляемая мощность на максимальной частоте, мВт | Режимы выключения питания                           | Таймеры/ШИМ   |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--|---|---|
| PIC10                                 | 8                      | 12/8                                | 12                  | 2–5,5                                | 2  | Ожидания  | 8 бит   |
| PIC12                                 | 20                     | 14/8                                | 12, 14              | 2–5,5                                | 10   | Ожидания, режим индивидуального включения периферии | 8/16 бит захват/сравнение/ШИМ   |
| PIC16                                 | 20                     | 14/8                                | 12, 14              | 2–5,5                                | 30   | Ожидания, режим индивидуального включения периферии | 8/16 бит захват/сравнение/ШИМ   |
| PIC18FxxJ                             | 48                     | 16/8                                | 16                  | 2–3,6                                | 30   | Ожидания, режим индивидуального включения периферии | До пяти 10-бит ШИМ, пять 8/16-бит таймеров, сторожевой таймер, таймеры запуска, включения питания |
| PIC18, традиционные и серии PIC18FxxK | 40 или 48/64 (серия K) | 16/8                                | 16                  | 1,8–3,6 (серия K) или 2–5,5          | 60   | Ожидания, режим индивидуального включения периферии | До пяти 10-бит ШИМ, пять 8/16-бит таймеров, сторожевой таймер, таймеры запуска, включения питания |

рудования (блендеров, холодильников, посудомоечных машин); бытовой электроники (игрушек, мобильных телефонов, зарядных устройств, электрических бритв, пылесосов); промышленных систем (цифровых водонагревателей, систем безопасности, средств управления нагревом, вентиляцией и кондиционированием воздуха); автомобильной электроники (аудиосистем, дистанционного управления, подогрева сидений, управления освещением).

В конце 2008 года Microchip сообщила о разработке новых МК популярных средних (mid-range) семейств PIC12 и PIC16 с усовершенствованной архитектурой ядра, поддерживающей 14 дополнительных команд (в итоге – 49 команд). В ядро входит 16-уровневый аппаратный стек с дополнительными возможностями сброса. Периферийные устройства новых МК включают модуль программной среды mTouch Sensing Solution, драйвер ЖКИ, многочисленные АЦП и ШИМ-модули, таймеры и аналоговые компараторы. Емкость флеш-памяти программ составляет 56 Кбайт, ОЗУ данных – до 4 Кбайт. В результате возможна работа с более гибким и функциональным кодом, в том числе на языке Си.

Оптимизация кода программ и обработки МК с расширенным ядром позволила сократить кодовое пространство до 40% и повысить эффективность до 50% при сокращении числа циклов, затрачиваемых на выполнение операций. Кроме того, новые МК совместимы с существующими МК средних PIC-семейств. Таким образом, усовершенствованное ядро МК среднего семейства обеспечивает высокую производительность и дополнительные свойства МК PIC-семейств.

Поддержку компилирующих программ для устройств на основе усовершенствованного ядра предоставляют компании HiTECH Software, Custom Computer Services (CCS), microEngineering Labs и Byte Craft Ltd.

Выпуск микросхем новых серий с усовершенствованным ядром планируется на первый квартал 2009 года.

В 2008 году компания Microchip выпустила новую серию МК семейства – PIC18F13K50 и PIC18F14K50 (PIC18F1xK50 и мало-мощный вариант PIC18FL1xK50, рис.3), в которых предусмотрена поддержка встроенного интерфейса USB 2.0. Этому интерфейсу все чаще отдается предпочтение при подключении встроенных систем к внешнему миру. Предусмотрена возможность детектирования USB хоста, благодаря чему при его отключении МК может перейти в режим ожидания или любой другой режим малого энергопотребления. Помимо USB, в МК серии PIC18F1xK50 присутствует и традиционная для МК PIC18 периферия (табл.2). Новые МК выполнены на основе технологии NanoWatt (гибкой системы тактирования и встроенного программно переключаемого генератора), которая обеспечивает:

- уменьшение потребляемой энергии при исполнении команд на 90%;
- работу контроллера при блокировке ядра, но активной периферии, благодаря чему энергопотребление дополнительно уменьшается до 4% от потребления при нормальной работе;
- коммутацию без буферизации;
- минимальное энергопотребление модулей таймера 1 (1 мкА, 32 кГц, 1,8 В) и сторожевого таймера (2 мкА, 1,8 В).

Новые МК найдут самое широкое применение – от интеллектуальных систем управления до зарядных устройств с USB-интерфейсом.

### FREESCALE SEMICONDUCTOR

Компания Freescale Semiconductor – один из крупнейших поставщиков микроконтроллеров для автомобильной электрони-



| Последовательный, параллельный В/В                              | Система прерывания                          | АЦП, ЦАП  | Температурный диапазон, °С | Корпус   | Примечание   |
|---|---|---|----------------------------|--|--|
| 4 GPIO  | –   | Двухканальный 8-бит АЦП   | -40...125°С                | 6-выводной SOT-23<br>8-выводной PDIP 8-выводной 2×3 DFN                              | Внутрисистемное последовательное программирование, встроенный тактовый генератор, компаратор, АЦП, сброс по включению питания, внутренний источник опорного напряжения   |
| 6 GPIO  | 4–12-уровневые                              | До четырех каналов, 8/10 бит АЦП  | -40...125°С                | 8-выводные 2×3 DFN, MSOP/PDIP/SOIC, 4×4 DFN  | Внутрисистемное последовательное программирование, детектирование падения напряжения, сброс по снижению напряжения питания, встроенный тактовый генератор, компаратор, АЦП, внутренний источник опорного напряжения        |
| 12–53 GPIO, USART, I <sup>2</sup> C, SPI, LIN, USB              | 4–12-уровневые                              | 4–13 каналов, 8/10/12 бит, 8-бит ЦАП                                    | -40...125°С                | 14–64-выводной PDIP/SOIC/SSOP/PLCC/TQFP/MQFP/QFN                                     | Операционный усилитель, внутрисистемное программирование, детектирование падения напряжения, сброс по снижению напряжения питания, встроенный тактовый генератор, компаратор, АЦП, внутренний источник опорного напряжения |
| До 2 UART, SPI, I <sup>2</sup> C, USB 2.0, 21–68 GPIO           | 4-уровневые внешние, 18-уровневые вложенные | До 15 каналов, 10 бит. 100 Квыборок/с АЦП                               | -40...85°С                 | 28-выводной QFN/DIP, 40-выводной PDIP, 44-выводной QFN/TQFP, 64/80/100-выводной TQFP | Внутрисистемное последовательное программирование, детектирование падения напряжения, сброс по снижению напряжения питания   |
| До 2 UART, SPI, I <sup>2</sup> C, CAN 2.0B, USB 2.0, 23–68 GPIO | 4-уровневые внешние, 18-уровневые вложенные | АЦП до 16 каналов, 10 бит. 30–200 Квыборок/с или 12 бит и 50 Квыборок/с | -40...125°С                | 18/20/28/44/64/80-выводной DIP/SOIC/TQFP/SDIP/QFN                                    | Внутрисистемное последовательное программирование, детектирование падения напряжения, сброс по снижению напряжения питания   |

ки, а также "мозгов" бытовой техники, домашнего оборудования, промышленных, сетевых и беспроводных систем. На долю компаний Freescale, Renesas и NEC приходится 60% рынка МК для автомобильных систем. По оценкам фирмы Strategy Analytics, доходы компаний, представленных на этом рынке, в 2015 году составят 7,6 млрд. долл. Но сегодня компания Freescale стремится не только сохранить лидирующее положение на рынке автомобильной электроники, но и расширить свое присутствие в секторе промышленных встраиваемых систем управления. На базе накопленного опыта в области сетевого оборудования компания рассчитывает удовлетворить и растущие требования автоматизированных средств мониторинга и управления технологическими процессами, устанавливаемых на новых и действующих предприятиях. Эти тенденции отразились на номенклатуре МК, выпущенных в последнее время.

В 2007 году компания Freescale нарушила традиции миграции микроконтроллеров, представив первые совместимые по выводам, периферийным модулям и средствам отладки 8- и 32-разрядные микроконтроллеры платформы Flexis\*.

В 2008 году линейка МК семейства Flexis дополнена двумя парными членами (рис.5):

- MC9S08JM60 (8-бит микросхема) и MCF51JM128 (32-разрядная микросхема), оснащенные аппаратной поддержкой USB, модулями аппаратного шифрования и генерации случайных чисел, контроллерами CAN;
- MC9S08ACxx и MCF51AC256/128 для "крупного" бытового оборудования (холодильников, электрических плит, кофеварок и т.п.) и промышленных систем.

Цель выпуска МК с поддержкой USB – помочь разработчи-

кам реализовывать USB-соединения в разнообразных бытовых и промышленных устройствах. МК MC9S08JM60 выполнен на базе усовершенствованного ядра HSS08 с рабочей частотой 48 МГц, частота шины составляет 24 МГц. Микросхема содержит флеш-память программ емкостью до 60 Кбайт и 4-Кбайт СОЗУ данных, а также полноскоростной USB-трансивер с ОЗУ емкостью 256 байт, который позволяет быстро модернизировать и стандартизировать последовательные средства связи. В число периферийных устройств входят 12-канальный 12-бит АЦП, аналоговый компаратор, 16-бит двух- и шестиканальный таймеры, модули поддержки стандартов последовательных интерфейсов SCI (8 и 16 бит), I<sup>2</sup>C, два SPI, 8-бит блок выработки запроса на прерывание с клавиатуры (рис.4). Модули SCI позволяют обнаруживать отключение последовательного интерфейса обмена данными LIN и тем самым упрощают разработку широко используемой в автомобильной электронике LIN-системы. Для снижения стоимости и сокращения сроков разработки Freescale предлагает исчерпывающие руководства по применению МК семейства Flexis, исходный код для USB комплекта и пакет программных средств USB-Lite компании CMX Systems. Новые МК семейства Flexis предназначены для промышленных систем управления младшего уровня с высокими требованиями к надежности и связности (систем управления освещением, контрольно-измерительного оборудования, медицинского оборудования мониторинга).

МК компании Freescale серии JM обеспечивают гибкую экономически эффективную связность по принципу "включай и работай" (Plug-and-Play) различным системам – устройствам передачи данных, системам управления освещенностью, контрольно-измерительному оборудованию, медицинской аппаратуре контроля состояния пациента, панелям безопасности и контроля доступа.

\*Соколов М. Новое поколение 8- и 32-разрядных микроконтроллеров с ультранизким энергопотреблением. См. наст. номер, с.36–39.

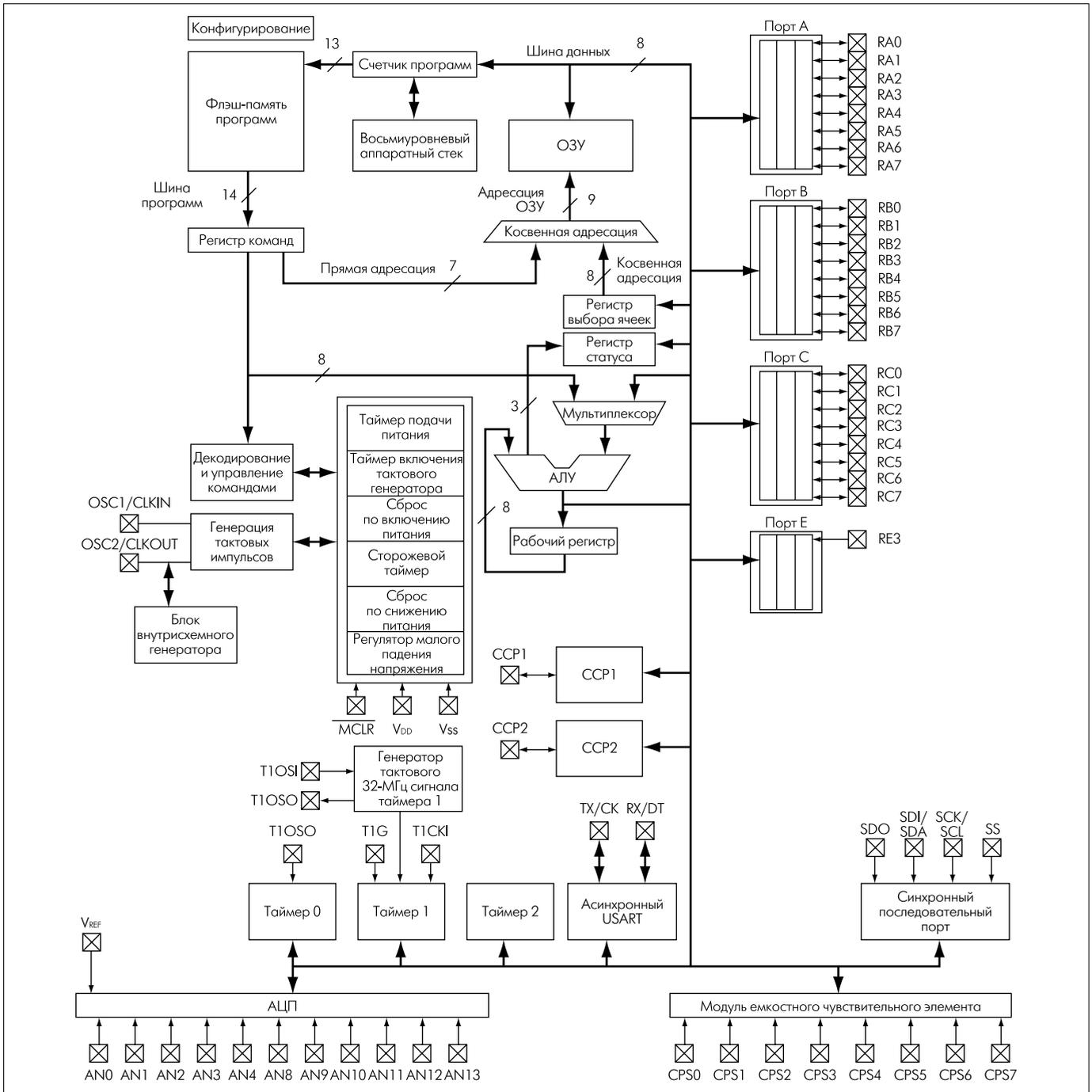


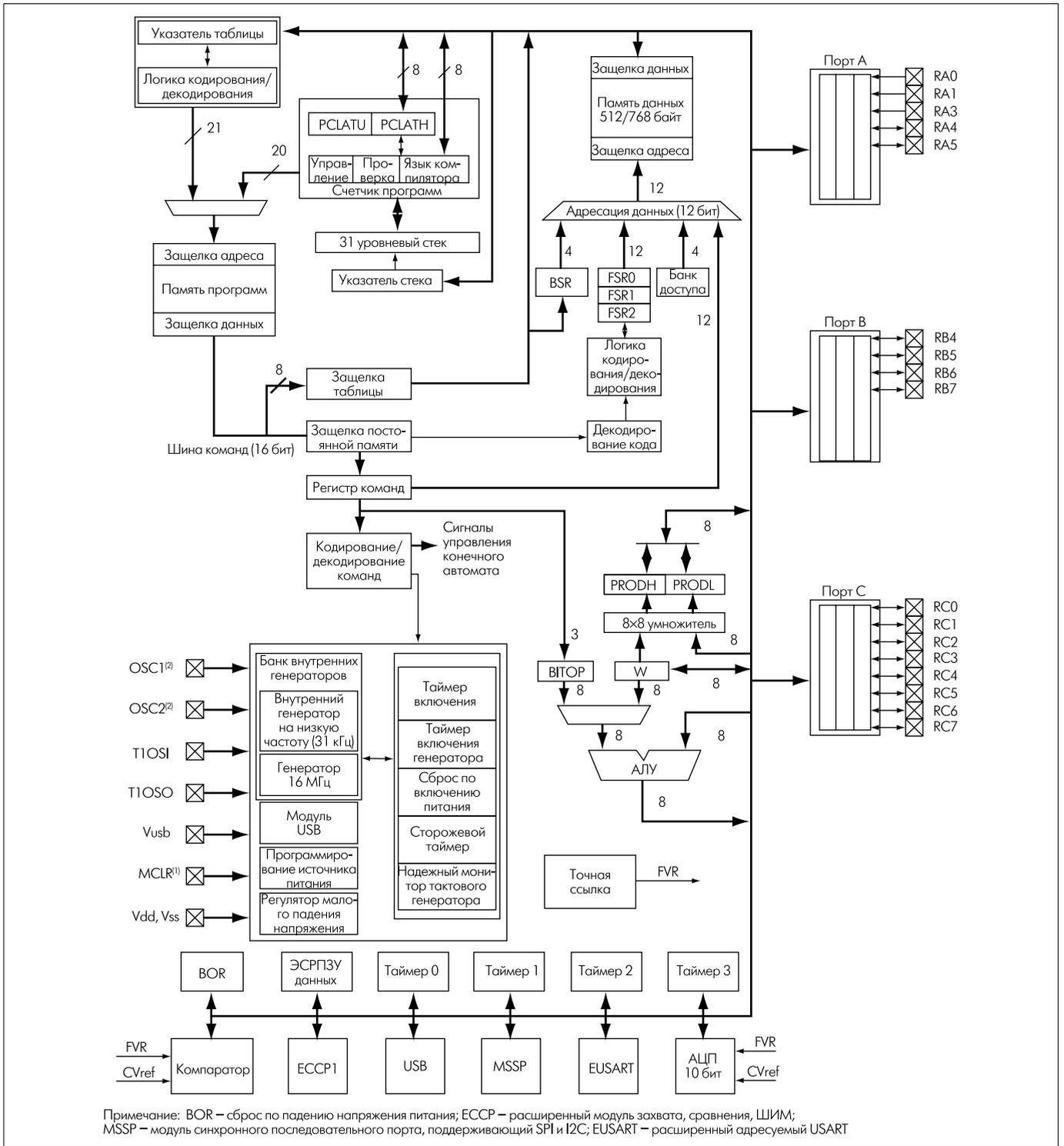
Рис.2. Блок-схема МК серий PIC16F72x/PIC16LF72x

В третью группу МК семейства Flexis S08AC входят пять 8-бит микросхем: MC9S08AC128/96/60/48/32. При их проектировании ставилась задача получения высокой электромагнитной совместимости и стойкости к электромагнитным помехам, а также задача сокращения числа внешних компонентов, сложности и стоимости систем, используемых в крупногабаритном бытовом оборудовании, за счет повышения уровня интеграции микросхем. Объем флеш-памяти микросхем серии, выполненных на базе ядра HC08 с рабочей частотой до 40 МГц и быстродействием шины 20 МГц, составляет от 32 до 128 Кбайт, объем ОЗУ – до 8 Кбайт. Микросхемы содержат большое число аппаратных и программных средств защиты,

обеспечивающих целостность системы, ее надежность и безопасность, а именно:

- блоки контроля функционирования с возможностью сброса и работы от независимого внутрисхемного тактового генератора;
- модуль вычисления циклического избыточного кода;
- детектор низкого напряжения с возможностью предупреждения и сброса или прерывания;
- блоки сброса по выявлению недопустимого кода операции, сброса по включению.

В число периферийных устройств микросхем серии входят: 10-бит 16-канальный АЦП с температурным датчиком (время пре-



**Рис.3. Блок-схема МК серии PIC18F1XK50/PIC18FL1XK50**

образования 2,5 мкс); два модуля SCI, поддерживающие протокол LIN 2.0; два SPI (ведущие или ведомые); I<sup>2</sup>C с поддержкой широкоспектрального режима (быстродействие до 100 Кбит/с); один двух- и два шестиканальных таймера с ШИМ; 8-бит блок выработки запроса на прерывание с клавиатуры. Монтируются МК в 80- и 44-выводные плоские корпуса типа LQFP и 64-выводной QFP.

МК серии S08AC128/96/60/48/32 поддерживаются богатым инструментарием разработки, к которому относятся гибкая и экономически эффективная оценочная плата DEMOACKIT с до-

черными платами 8- и 32-разрядных МК серии AC. Возможно использование среды разработки CodeWarrior Development Studio for Microcontrollers v.6.1. Режим фоновой отладки микросхем серии позволяет оценивать систему без вмешательства в ее работу и эмуляцию "на лету".

По утверждению специалистов компании, МК серии S08AC семейства Flexis позволяют разработчикам оптимизировать характеристики создаваемых систем и выполнять все более жесткие требования к их производительности и стоимости. Электро-

**Таблица 2. Характеристики модулей, входящих в МК серии PIC18F1XK50/PIC18FL1XK50**

| Характеристики                           | PIC18F13K50   | PIC18FL13K50 | PIC18F14K50 | PIC18FL14K50 |
|--|---|--------------|-------------|--------------|
| Регулятор малого падения напряжения      | +   | -            | +           | -            |
| Память программ<br>объем, байт команд    | 8К<br>4096  |              | 16К<br>8192 |              |
| Память данных, байт                      | 512   |              | 768         |              |
| Рабочая частота, МГц                     | DC-48   |              |             |              |
| Источники прерываний                     | 30  |              |             |              |
| Порты ввода/вывода                       | Порты А, В, С   |              |             |              |
| Таймеры                                  | 4   |              |             |              |
| Расширенные модули захвата/сравнения/ШИМ | 1   |              |             |              |
| Последовательные интерфейсы              | Модуль синхронного последовательного порта, расширенный USART, USB  |              |             |              |
| АЦП                                      | Десятиканальный, 10 бит   |              |             |              |
| Сброс (и задержки)                       | Сброс по включению питания, сброс по падению напряжения, команда сброса, наполнение стека, опустошение стека, сторожевой таймер |              |             |              |
| Набор команд                             | 75 и 83 расширенного набора   |              |             |              |
| Корпус                                   | 20-выводной PDIP, SSOP, SOIC  |              |             |              |

магнитная совместимость и высокая стойкость к электромагнитным помехам при напряжении питания 5 В, встроенные аппаратные и программные средства позволяют выполнять требования стандарта IEC60730 класса В относительно безопасности систем автоматического управления, используемых в крупногабаритном бытовом оборудовании.

МК серии S08AC перспективны для применения в средствах управления двигателями и сопряжения человек-машина крупного домашнего оборудования, такого как стиральные машины, сушилки, холодильники, посудомоечные машины. МК семейства отвечают и требованиям, предъявляемым промышленными устройствами, — от заводских систем автоматизации до средств управления нагревом, вентиляцией и кондиционированием воздуха.

В портфель 8-бит МК семейства S08, предназначенных для бытовых, промышленных и автомобильных систем вошли дешевые МК серии S08SH на напряжение питания 2,7–5 В. Это первые маловыводные контроллеры семейства S08 с внутрисхемным тактовым генератором на частоту 20 МГц. В МК этой серии расширены аналоговые блоки (имеется аналоговый компаратор, работающий в режиме ожидания при отключенных тактовых генераторах и стабилизаторе напряжения в ждущем режиме, и 16-канальный 10-бит АЦП со встроенным датчиком температуры). Предусмотрены поддержка последовательных интерфейсов SCI, SPI, I<sup>2</sup>C, возможность группировки выводов с целью повышения нагрузочной способности и широкий выбор вариантов конфигураций памяти. Предназначены МК семейства для универсальных бытовых и промышленных устройств: блендеров, фенов, питаемых от источника

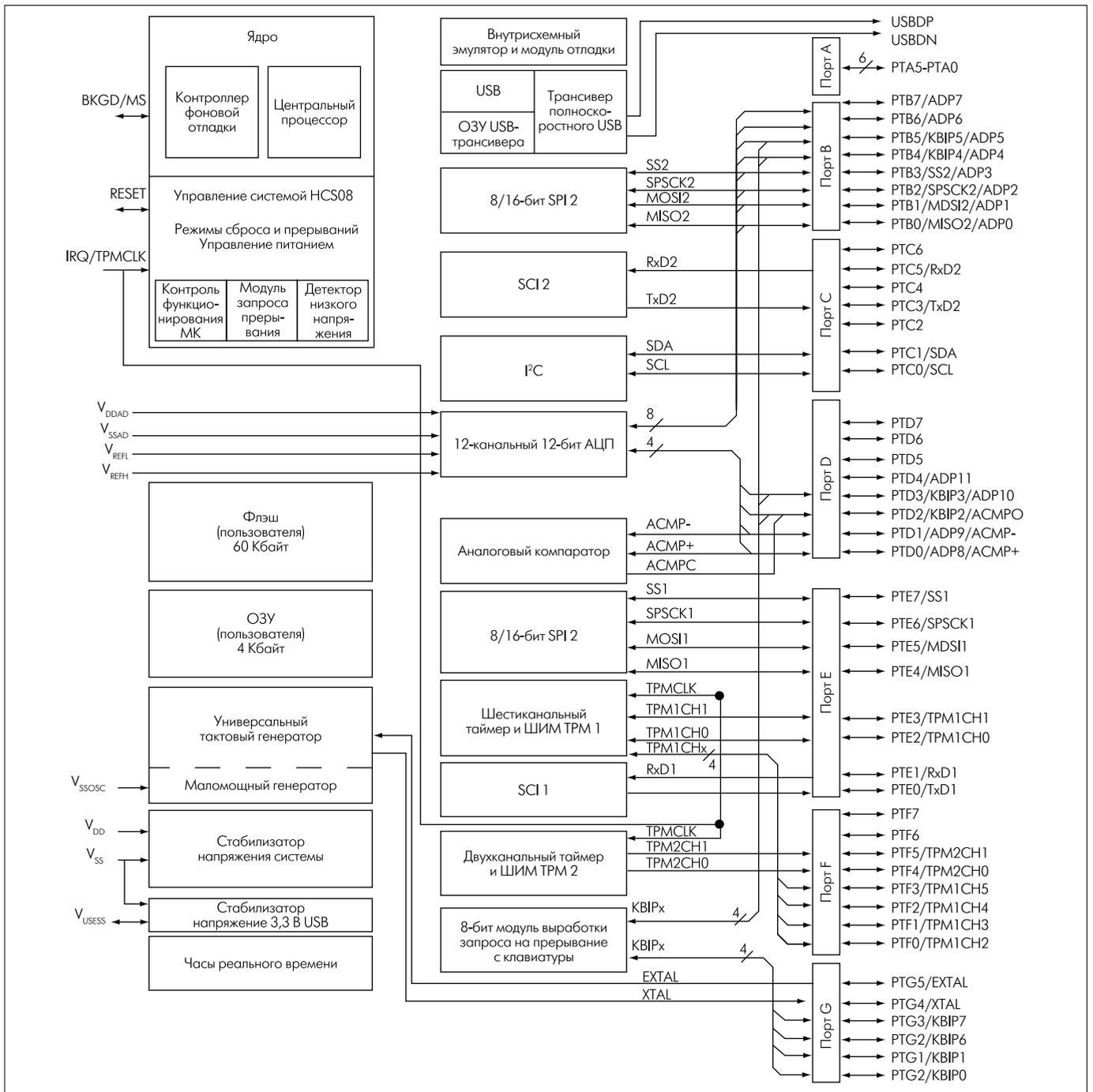
переменного тока, изделий широкого потребления, механизированных инструментов, средств пожарной сигнализации, небольшого домашнего оборудования, систем безопасности.

Но, конечно, компания Freescale пополнила и свой портфель 8-бит МК для автомобильных систем. Это серия микроконтроллеров S08LG32, в которую вошли пять микросхем, предназначенных для приборной панели и средств управления нагревом, вентиляцией и кондиционированием воздуха автомобилей простейшей базовой комплектации. В микросхему контроллера входит ЖКИ-драйвер, обеспечивающий отображение до 296 сегментов (конфигурация ЖКИ 8×37 или 4×41). Кроме того, они отличаются электромагнитной совместимостью и стойкостью к электромагнитным помехам. Напряжение питания большинства представленных на рынке 8-бит МК с ЖКИ-драйверами для бытового и промышленного оборудования составляет 3 В, но автопроизводители требуют микросхемы на напряжение 5 В. Поэтому МК серии S08LG32 рассчитаны на питание 5 В. МК выполнены на основе процессорного ядра HCS08 на частоту до 40 МГц, емкость флеш-памяти составляет до 32 Кбайт, ОЗУ — до 2 Кбайт. В число периферийных устройств входят 12-бит АЦП (до 16 каналов), модули интерфейсов SCI (два), SPI, I<sup>2</sup>C, 8-бит модуль таймера с конфигурируемыми входами тактового сигнала, двух- и шестиканальные таймеры с ШИМ. Диапазон рабочих температур МК — от -40 до 85°C или от -40 до 105°C.

МК серии S08LG32 предназначены в первую очередь для автомобилей, производимых в Индии и Китае, где особенно остро требуются 8-бит устройства, которые позволяют гарантировать высокое качество и надежность электронных систем без удорожания автомобиля. А по данным Общества автопроизводителей Индии, в стране более 80% автомобилей имеют простейшую базовую комплектацию.

Массовое производство МК серии S08LG32 планировалось на второй квартал 2008 года. Тогда же должна была появиться и демонстрационная панель DEMO9S08LG32 (с МК MC9S08LG32 в 80-выводном корпусе LQFP).

Помимо МК серии S08LG32 компания выпустила три серии 8-бит МК для встраиваемых устройств с ЖКИ, имеющих ограничения по стоимости и потребляемой энергии. Это МК серий S08LL, RS08LA и RS08LE. МК последних двух серий выполнены на основе ядра RS08, представляющего собой вариант процессора S08, разработанного для приборов с малым числом выводов. ЖКИ-драйвер МК всех трех L-семейств управляет стандартными ЖКИ на напряжение 3 и 5 В. Внутрисхемный драйвер поддерживает до восьми кабельных укладок, что позволяет управлять большим числом сегментов ЖКИ меньшим числом штырьковых контактов и в результате уменьшить стоимость и сложность системы. МК S08LL16 работает в режиме малой потребляемой мощности, возможны два режима ожидания с низким энергопотреблением, время возврата в активное состояние составляет 6 мкс, потребляемый ток — от 1,3 до 6,1 мкА. МК семейств LA и LE с драйвером восьмисегментного ЖКИ и встроенным генератором тока характе-



**Рис.4. Блок-схема микроконтроллера MC9S08JM60**

ризируются функциональными возможностями системы на кристалле. МК серий S08LL, RS08LA и RS08LE разработаны с целью снижения стоимости, сложности и энергопотребления устройств управления светодиодной подсветкой, используемой в ЖК-экранах телевизоров и плоскопанельных мониторов. Разработка велась в рамках программы компаний Freescale Semiconductor и Samsung Electronics по созданию эффективных и безопасных для окружающей среды светодиодных светильников. Кроме того, МК этих серий могут найти применение в портативных устройствах с батарейным питанием, например в термостатах, счетчиках, охранных системах, портативных медицинских устройствах (глюкометрах, тонометрах, измерителях содержания кислорода в крови).

### STMicroelectronics

Компания STMicroelectronics в начале 2008 года раскрыла подробности новой платформы 8-бит МК STM8, которая, по утверждению ее разработчиков, позволит достичь заметного улучшения производительности МК и их экономической эффективности. Новая платформа реализована на основе высокопроизводительной ячейки 8-бит процессора и расширенной периферии. МК изготавливаются по запатентованной компанией 130-нм флеш-технологии.

Разработчики указывают следующие основные свойства МК с гарвардской архитектурой ядра платформы STM8:

- 32-бит интерфейс памяти и трехуровневый конвейер. В результате операция в среднем выполняется за 1,6 цикла при

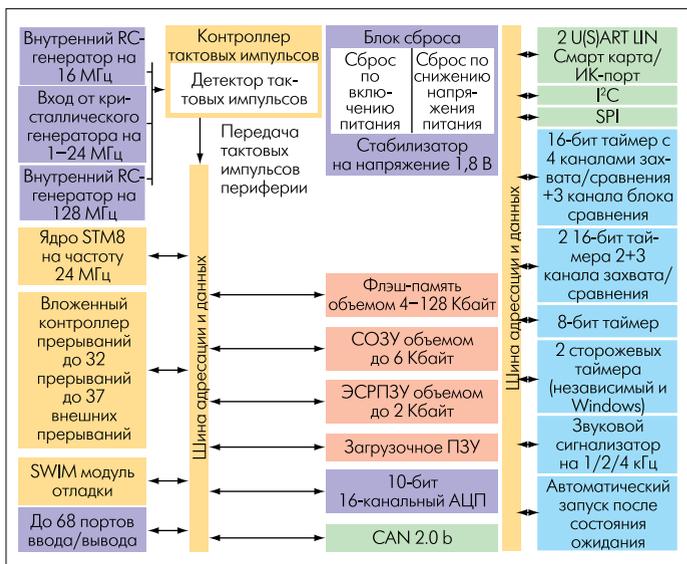


Рис.5. Блок-схема платформы STM8

максимальной производительности 20 Mips;

- 16-бит индексный регистр и указатель стека, что позволяет увеличить плотность кода и скорость при обработке таблиц;
  - 16-Мбайт линейное адресное пространство, благодаря чему при страничной организации памяти объемом более 64 Кбайт отсутствуют потери;
  - совершенствование операций указателя стека для лучшей поддержки программирования на языке Си и систем, работающих в реальном времени;
  - улучшенные процедуры адресации, что также важно для поддержки программирования на языке Си, повышения плотности и эффективности кода;
  - введение новых команд, приведших к повышению скорости исполнения арифметических операций.
- К технологическим новшествам относятся:
- применение ЭСРПЗУ данных с возможностью одновременного считывания и записи. В результате отсутствует комп-

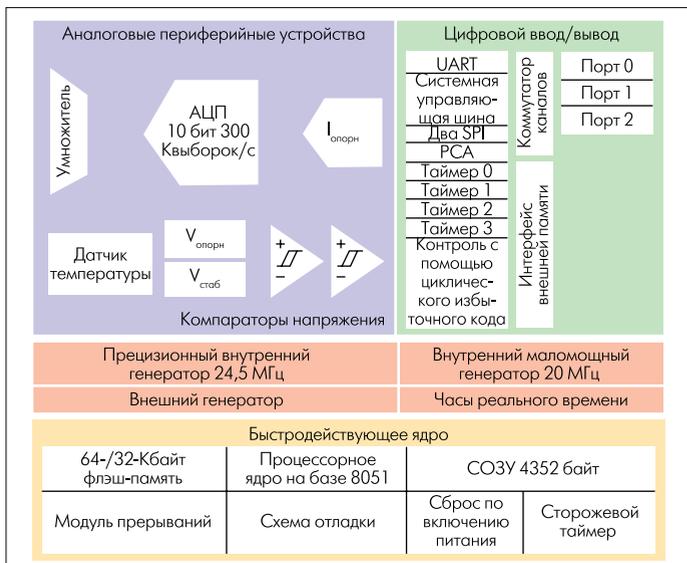


Рис.6. Блок-схема микроконтроллера C805F9xx

рометация эмулируемых электрически стираемых данных. Исключено нарушение целостности данных. Кроме того, возможность одновременного считывания и записи позволяет лучше управлять разработкой и сопровождением системы программного обеспечения;

- флеш-память программ объемом до 256 Кбайт, монтаж в корпусах с числом выводов до 128, работа при температуре до 145°C;
- широкий диапазон рабочих напряжений: 1,66–5,5 В, благодаря чему семейства МК новой платформы могут найти широкое применение, в том числе в автомобильной электронике, промышленных, бытовых системах и устройствах с батарейным питанием;
- модульное исполнение многочисленных устройств, что позволяет реализовывать конструкции с высоким быстродействием, сверхнизким энергопотреблением, высоким уровнем интеграции и аналоговыми функциями;
- отработанная технология, обеспечивающая высокую стойкость микросхем к внешним воздействиям и возможность отказаться от применения внешних устройств защиты;
- многочисленные внутренние источники тактовых импульсов в сочетании с разумным управлением этими источниками и периферией, что существенно снижает потребляемую мощность и вносимые помехи;
- совместимость семейств платформы STM8 с модульными наборами периферийных устройств, благодаря чему расширяются возможности применения МК в различных системах и сокращается время выхода на рынок.

И уже в середине 2008 года компания STMicroelectronics объявила о поставке опытных образцов 8-бит МК семейства STM8S, выполненных на основе ядра STM8 и предназначенных для промышленных систем. В новых МК реализованы все достоинства платформы STM8 (рис.5). Объем флеш-памяти МК этого семейства составляет 4–128 Кбайт. Помимо средств обеспечения робастности и надежности (двух сторожевых таймеров, системы обеспечения целостности тактовых импульсов и т.п.) в МК семейства предусмотрены возможности программирования при его работе, четыре режима ожидания с пониженным энергопотреблением. Последнее особенно важно для МК, используемых в домашнем оборудовании и портативных медицинских устройствах с батарейным питанием.

МК семейства STM8S поставляются в различных корпусах – LQFP с числом выводов от 32 до 80, QFN с числом выводов от 20 до 48 и 20-выводных TSSOP.

По утверждению компании, новые STM8 МК найдут самое широкое применение – от автомобильных систем до небольшого домашнего и медицинского оборудования.

**SILICON LABORATORIES**

Silicon Laboratories – поставщик высокопроизводительных микроконтроллеров с насыщенной периферией 8051-стан-



дарт. И рассматривая последние достижения в области 8-бит МК, нельзя не упомянуть впервые появившийся на рынке МК компании семейства C805F9xx, рассчитанный на напряжение питания 0,9 В и тем самым способный работать от одной батареи. Новые МК выполнены на основе процессорного ядра с производительностью 25 Mips МК семейства также содержат встроенный высокоэффективный повышающий DC-DC-преобразователь, способный обеспечить до 65 мВт для питания как микроконтроллера, так и других компонентов. Кроме того, в микросхему входят флеш-память объемом 64 Кбайт; ОЗУ объемом 4 Кбайт; 10-бит АЦП (быстродействие 300 Квыборок/с) со встроенным источником опорного напряжения, обеспечивающим быстрый (2 мкс) выход в рабочий режим; встроенный стабилизатор напряжения с малым падением напряжения; "разумный" модуль реального времени SmartClock и встроенные тактовые генераторы (рис.6). Изготовлены МК по КМОП-технологии.

Благодаря инновационному блоку управления питанием ток, потребляемый МК в активном режиме, равен 170 мА/МГц, а в режиме ожидания не превышает 50 нА.

Семейство C8051F9xx характеризуется не только высокой производительностью при экономичном энергопотреблении, но и компактным корпусом, в котором размещают-

ся микросхемы с большим набором функций. МК семейства C8051F9xx выпускаются в 24-выводном корпусе QFN размером 4×4 мм, 32-выводном QFN размером 5×5 мм и 32-выводном LQFP размером 7×7 мм.

Компания предоставляет полный, недорогой и профессиональный инструментальный набор разработки. В него входят интегрированная среда разработки (IDE), целевая плата, кабели и источник питания, а также средство оценки срока службы батареи (Silicon Labs Power Battery Life Estimator). Последнее представляет собой инструментальное средство с графическим интерфейсом пользователя, предоставляющее информацию о типичных характеристиках разрядки батареи, а также редактируемую пользователем таблицу, что позволяет оптимизировать создаваемую потребителем систему на базе нового низковольтного/экономичного МК.

---

Несмотря на утверждение Джоффа Лийза, генерального директора подразделения МК продукции компании NXP, что в недалеком будущем на рынке 8-бит МК останется один-два победителя, перспективы рынка этих микроконтроллеров обнадеживают. Крупные компании, разрабатывающие и выпускающие 8-бит микросхемы, уверены, что совершенствование новых поколений микроконтроллеров обеспечит дальнейший рост их рынка. ○