

РЫНОК МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ. КОНКУРЕНТНАЯ БОРЬБА УСИЛИВАЕТСЯ

М.Гольцова

Понятия "смарт" и "подключаемый" наряду с модными современными приложениями Интернета вещей (IoT) и носимая электроника – основные факторы, способствующие развитию рынка микроконтроллеров (МК). Каждое новое приложение МК – интеллектуальная система с улучшенным взаимодействием с внешним миром. Во второй половине 2014 года было разработано множество систем IoT и носимых устройств на основе МК, и сейчас на рынке представлено большое количество новых изделий этих классов. Будущее рынка микроконтроллеров зависит от предпочтений, отдаваемых пользователями интеллектуальным и подключаемым устройствам, в том числе мобильным и носимым, предназначенным для Интернета вещей. Быстрому и успешному развитию рынка МК способствуют и создание специализированных схем, формирование всеобъемлющих экосистем, применение стандартных ядер. Сложившаяся в 2015 году ситуация благоприятствует развитию этих направлений.

Согласно уточненному варианту обзора McClean Report за 2015 год компании IC Insights, благодаря большому спросу на МК для смарт-карт и росту применения 32-разрядных устройств в системах, предназначенных для IoT, темпы отгрузок микроконтроллеров за рассматриваемый год ожидаются высокими – 33%. На рынок будет поставлено 25,4 млрд. МК. Правда, доходы от продаж увеличатся по сравнению с предыдущим годом лишь на 4% и составят 16,6 млрд. долл. Это обусловлено резким снижением цен на микроконтроллеры, в первую очередь, 32-разрядные микросхемы для приложений Интернета вещей. По прогнозам IC Insights, средняя цена продаж МК в 2015 году уменьшится на 21% до 65 центов за изделие, в 2016-м ожидается дальнейшее снижение цены еще на 14%. В период с 2014 по 2019 годы средняя

цена продаж МК будет падать при совокупных темпах немного меньше – 3,5%. Хорошая новость для покупателей – средняя цена продаж МК в 2019 году составит 0,72 долл. (рис.1).

Но, несмотря на снижение средних цен, доходы от продаж МК в 2016 году увеличатся на 7% до 17,7 млрд. долл., а объем отгрузок на мировой рынок – на 25% до 31,6 млрд. изделий.

"Выздоровливать" рынок МК начал в 2014 году после двухлетнего спада деловой активности в 2012 и 2013 годы. В 2012 году рынок МК сократился на 3% и незначительно вырос в 2013. Эксперты IC Insights объясняют уменьшение объема продаж МК в этот период снижением цен на них, в основном на 32-разрядные, и работами по устранению недостатков изделий, предназначенных для такого крупного сегмента рынка, как смарт-карты, а также задержкой

с открытием новых государственных программ по смарт-картам.

Объем отгрузок МК для смарт-карт, доля которых составляет около половины всех поставляемых на рынок контроллеров, после снижения в 2013 году на 22% увеличился в 2014 году на 25% и составил 9,2 млрд. схем. Доходы от продаж МК для смарт-карт в 2014-м увеличились на 16% до 2,6 млрд. долл. Правда, доходы в этом сегменте рынка составляют всего 20% от общих доходов от продаж МК из-за их малой средней стоимости. Благодаря ожидаемому вводу вместо кредитных карт американскими компаниями, банками, розничными торговцами и государственными учреждениями надежно защищенных микропроцессорных карт, объем отгрузок МК будет расти и достигнет 12,9 млрд. штук в 2015 году (рост на 41%) и 16,1 млрд. в 2016 (рост на 25%).

В 2015-м мировой объем отгрузок МК увеличится на 12% и при совокупных среднегодовых темпах прироста 7,9% в последующие пять лет достигнет 27,3 млрд. изделий (39 млрд. в 2020-м, по данным занимающейся исследованиями рынка компании Hexa Research, США). При этом, по оценке IC Insights, объем продаж МК на мировом рынке составит 19,5 млрд. долл. (совокупные среднегодовые темпы прироста в период 2014–2019 годы – 4,2%).

Крупнейший рынок МК сосредоточен в Азиатско-тихоокеанском регионе (АТР), на долю которого приходится 35% объема продаж и доходов от них. Вместе

с тем привлекает внимание существенное увеличение их применения в США. В период 2014–2020 годы ожидается, что максимальные темпы прироста рынка АТР составят 7,88%. Стимулирует активное развитие региона увеличение спроса на бытовую электронную аппаратуру и автомобили. Промышленность региона привлекает все больше внешних ресурсов, что в итоге способствует дальнейшему снижению цен на 32- и 16-разрядные МК.

Ведущие поставщики микроконтроллеров на мировом рынке – Microchip Technology (в 2014 году лидировала по объему производству 8-разрядных МК), Renesas Electronics, Texas Instruments, Dallas Semiconductor, Atmel, Freescale Semiconductor, National Semiconductor, Fujitsu Semiconductor, STMicroelectronics, Samsung Semiconductor, Infineon Technologies, Zilog, Silicon Labs, Fairchild Semiconductor, Analog Devices и Intel.

Сейчас МК, производство которых сокращается или срок службы заканчивается, изготавливаются по технологии с 0,5-мкм проектными нормами, "зрелые" микросхемы МК – по 250- или 180-нм технологии, относительно новые изделия – по 130- и 90-нм процессам, новейшие МК – с 65- и 55-нм нормами. Проектные нормы разрабатываемых контроллеров составляют 40-нм и менее. При этом с ростом потребности в микросхемах со все меньшими размерами элементов более старые технологии "отмирают" из-за относительно больших затрат на производство МК,

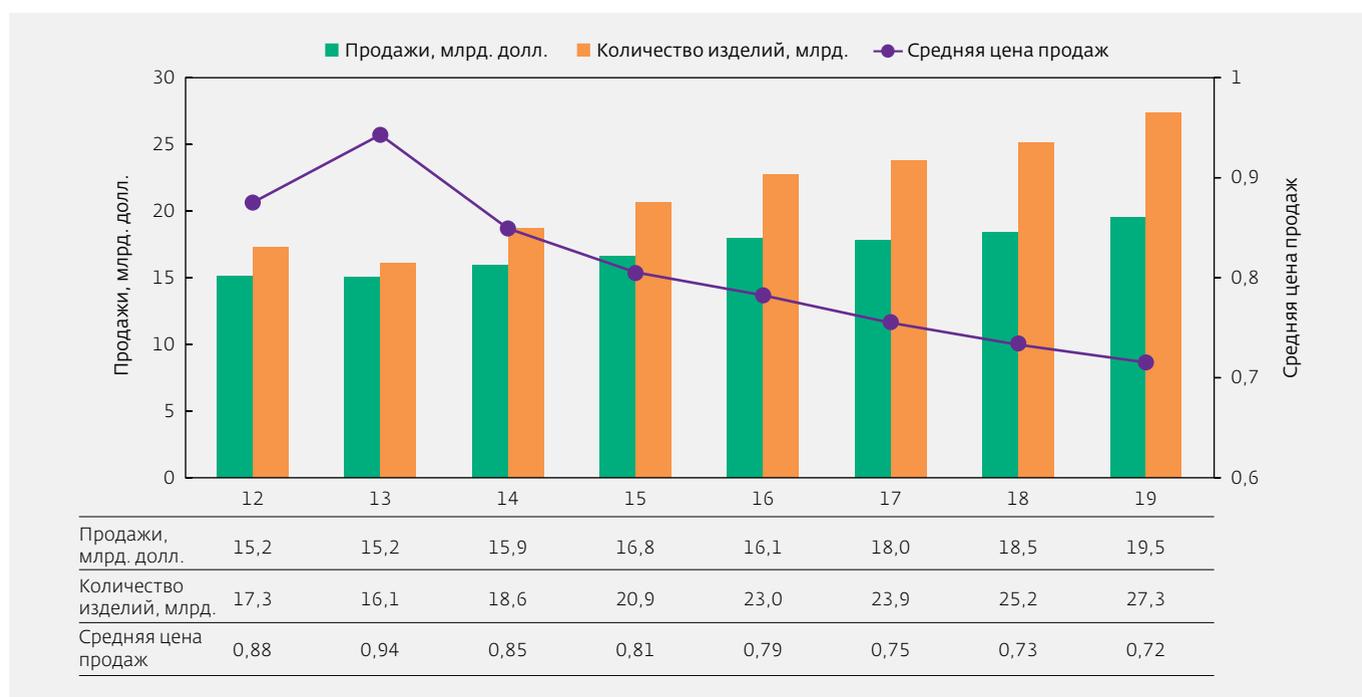


Рис.1. Рынок микроконтроллеров держится уверенно

спрос на которые падает. В результате 8-разрядные контроллеры могут быть заменены сопоставимыми по стоимости 32-разрядными с лучшей производительностью и меньшим энергопотреблением.

Следует отметить, что по мере уменьшения геометрии элементов (до 40-нм и менее) объем памяти блока обработки данных увеличивается и, очевидно, флеш-память следующего поколения МК составит 32 Кбайт. Стандартный объем памяти может достичь 8 Мбайт.

Однако минитюаризация элементов МК не приведет к обязательному значительному снижению их стоимости. С уменьшением геометрии возрастают проблемы проектирования систем, усложняется разработка программного обеспечения. При проектировании систем на основе схем с субнанометровыми геометриями конструктор должен разбираться в вопросах регулирования энергопотребления на радиочастотах, ВЧ, УВЧ и СВЧ. Потребуется применение более эффективного печатного монтажа.

В настоящее время все чаще в микросхему МК встраивается радиочастотный интерфейс, что позволяет снизить себестоимость системы, а также затраты на ее разработку и занимаемую площадь печатной платы. Важной тенденцией 2014 года стала интеграция в микросхему МК беспроводного устройства или модуля. Ожидается, что в будущем объединение в одном приборе с искусственным интеллектом микроконтроллера, РЧ-интерфейса и сенсора будет способствовать освоению новых приложений МК. И здесь возникает вопрос: микроконтроллер какой разрядности следует применять, 8- или 32-разрядный? Как правило, предпочтение отдается 32-разрядным МК, поскольку сейчас множество производителей поставляют на рынок дешевые микроконтроллеры с ядрами ARM Cortex. Но 8-разрядные схемы активно совершенствуются и на рынке представлены весьма эффективные ядра микроконтроллеров этого класса.

8-РАЗЯДНЫЕ МК ПРОТИВ 32-РАЗЯДНЫХ [1] 8-разрядные микроконтроллеры

Грядущая кончина 8-разрядных МК, которая неоднократно предсказывалась на протяжении последнего десятилетия, – ошибочный прогноз относительно развития электронной промышленности. Производительность современных 8-разрядных МК достигает 100 MIPS – невообразимый несколько лет назад показатель для таких схем. Но это не единственный важный показатель. Реальный мир вокруг нас – аналоговый, и электронные системы нуждаются в устройствах аналоговой и смешанной обработки данных, желательных реализуемых в одной микросхеме с цифровыми блоками. Необходимо также

обеспечивать связь с внешним миром, и ядро должно эффективно взаимодействовать с другими компонентами системы. Сегодня эти проблемы в основном решены для 8-разрядных МК, которые все еще живы и здоровы. Благодаря интеграции как аналоговой, так и цифровой периферии во многих распространенных приложениях стали применять 8-разрядные МК. Эти приборы, как правило, с 8051 архитектурой хорошо известны проектировщикам систем, облегчая, ускоряя и удешевляя решение задач проектирования и разработки создаваемых устройств.

По оценке компании IHS, благодаря низкой стоимости (до менее 50 центов), небольшим габаритам, сверхмалому энергопотреблению, низким расходам на программное обеспечение и простоте конструкции доля доходов от продаж 8-разрядных МК вплоть до 2018 года будет равна примерно трети ежегодного объема рынка МК. Продажи в сегменте 8-разрядных МК в 2015 году составят 7 млрд. долл., в 2018-м – 7,8 млрд. долл.

Ведущие поставщики 8-разрядных МК – Microchip и Atmel. В опубликованном аналитической компанией Gartner рейтинге поставщиков 8-разрядных МК на мировой рынок 2014 года Microchip Technology вновь заняла первое после того, как в 2010 году ее потеснила компания Renesas Electronics, образованная в результате слияния деловой активности в области микроконтроллеров и микропроцессоров трех японских полупроводниковых гигантов: NEC, Hitachi и Mitsubishi. В итоге по объему производства 8-разрядных МК Renesas в 2010 году превзошла Microchip на 41%. Продолжая инновационные программы по микроконтроллерной технологии, Microchip сумела вернуть себе лидерство на мировом рынке 8-разрядных МК и теперь по объему продаж таких микросхем на 10,5% опережает Renesas [2].

8-разрядные МК компании Microchip под маркой PIC отличаются уровнем производительности, низкой стоимостью, высокой степенью интеграции аналоговых и цифровых периферийных устройств и малыми габаритами. По утверждению специалистов компании, ими достигнуто лучшее в промышленности соотношение цена/рабочие характеристики. Минимальный ток в режиме ожидания PIC МК, изготавливаемых по технологии экстремально низкого энергопотребления (eXtreme Low Power, XLP), не превышает 9 нА, в активном режиме – 30 мкА/МГц. В результате срок службы батареи может превышать 20 лет.

В июле 2015 года Microchip подтвердила право на лидерство на рынке 8-разрядных МК, выпустив два новых семейства PIC МК: PIC16F18877 и PIC16F1579 с усовершенствованной инновационной независимой от ядра периферией (Core-Independent Peripherals, CIPs) и "разумными" аналоговыми блоками, благодаря

которым новые микросхемы по функциональности превосходят традиционные 8-разрядные МК.

В семейство PIC16F1579 входят четыре микросхемы с флеш-памятью емкостью до 2 Кбайт, поставляемые в корпусах с 14–20 выводами. МК семейства – первые PIC-контроллеры с четырьмя 16-разрядными ШИМ-модулями, каждый из которых оснащен независимыми таймерами и многочисленными режимами вывода (синхронные, асинхронные и др.) и способен оптимизировать точность, эффективность работы и стойкость к электромагнитным помехам. МК обмениваются данными через последовательные интерфейсы по протоколам LIN (для МК, используемых в электронных автомобильных и промышленных системах) и DMX (для МК средств освещения), позволяя создавать разумные удаленные устройства, элементы которых контактируют с хост-компьютером.

Встроенные в схему 10-разрядный АЦП, 5-разрядный ЦАП, источники опорного напряжения и компараторы могут быть соединены для получения замкнутой цепи обратной связи. При этом не нужны дополнительные выводы и площадь печатной платы или опции для выполнения других функций, требуемых приложением. Универсальный АЦП может быть использован для реализации командных кнопок или маркеров с помощью емкостной технологии измерений компании mTouch.

В семейство PIC16F18877 (рис.2) входят 10 МК с флеш-памятью емкостью до 56 Кбайт, поставляемые в корпусах с числом выводов от 8 до 40. МК семейства – первые контроллеры со встроенным АЦП, выполняющим функции накопления, усреднения, НЧ-фильтрации и сравнения с опорными данными без участия программных средств. Они выполнены по доработанной XLP-технологии, позволившей сократить энергопотребление схемы в режимах покоя и активности. И еще – это первые МК с возможностью блокировки неиспользуемых периферийных модулей и отключения их от шины питания или дерева синхронизации, то есть с возможностью исключать просачивание мощности.

Благодаря разумным взаимосвязанным CIPs, выполняющим требуемые функции самостоятельно без участия ядра, новые МК найдут широкое применение в потребительской электронике, IoT, носимых устройствах и системах, к которым предъявляются особые требования в части технической безопасности. При этом они позволят упростить проектирование системы и снизить стоимость необходимой памяти. МК обоих семейств предусматривают возможность выбора выводов периферии, обеспечивая гибкое выполнение соединений печатной платы и минимизируя электромагнитные и перекрестные помехи [3].

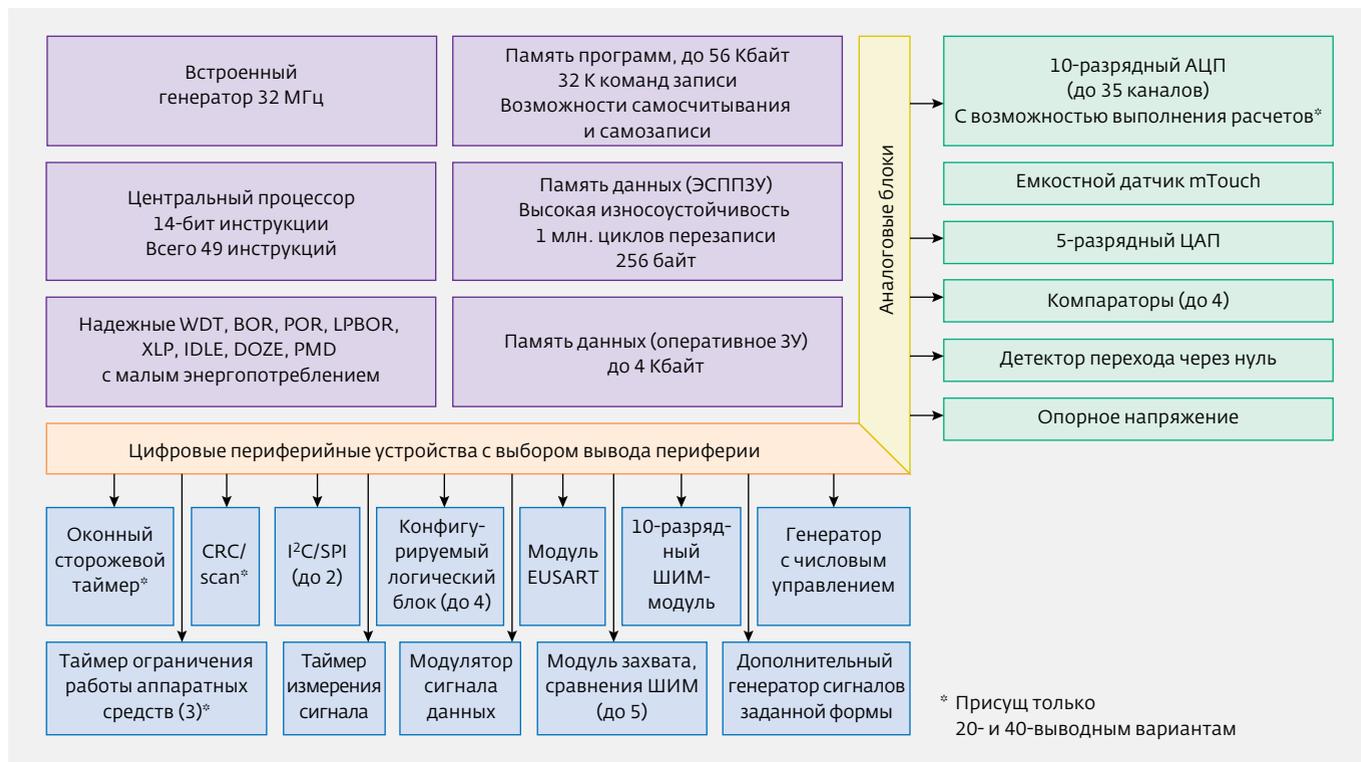


Рис.2. Блок-схема МК PIC16F18877

Новое семейство 8-разрядных МК EFM8 для сверхэнергоэффективных, малогабаритных приложений IoT в феврале 2015 года выпустила и компания Silicon Labs, крупный производитель экологически чистых МК для подобных средств. МК семейства построены на основе быстродействующего 8051 ядра (максимальная рабочая частота до 50 МГц)

с конвейерной организацией, энергоэффективных прецизионных периферийных аналоговых и усовершенствованных коммуникационных блоков, перспективной координатной архитектуры, обеспечивающей аналоговое и цифровое мультиплексирование, что позволяет упростить структуру печатной платы и соединения входных-выходных выводов. В семейство EFM8 Bee (обозначение Bee, пчелка, указывает конкретные рабочие характеристики, энергопотребление и производительность контроллеров платформы EFM8) входят следующие три серии МК (рис.3), параметры которых рассчитаны на выполнение особых требований разработчика и приложений:

- EFM8BB (Busy Bee – трудолюбивая пчелка) с частотой ядра 25 МГц и флеш-памятью емкостью 2–16 Кбайт. Микросхемы серии содержат 12-разрядный АЦП и два аналоговых компаратора, обеспечивающие динамическую конфигурацию входных сигналов, встроенный генератор на частоту 24,5 МГц, трехканальный модуль ШИМ/защиты и критической сигнализации, четыре 16-разрядных универсальных таймера, последовательные интерфейсы UART, SPI и SMBus/I²C. Предназначены для блоков управления задающих устройств (в игрушках, вентиляторах и инструментах), источников питания, зарядных устройств аккумуляторов, бытовой электроники;
- EFM8SB (Sleepy Bee – ленивая пчелка) – экологически чистые МК с наименьшими на сегодняшний день значениями потребляемого тока: в режиме ожидания 50 нА при полном сохранении данных в памяти и регистрации провала напряжения, в активном режиме 150 мкА/МГц на частоте 24,5 МГц. Время активации МК составляет 2 мкс при потребляемом токе менее 1 мкА, благодаря чему исключается необходимость применения переключателей электропитания. Частота ядра составляет 24,5 МГц. Емкость флеш-памяти – от 2 до 64 Кбайт. МК серии перспективны для систем с сенсорным экраном, IoT и промышленных систем с батарейным питанием, требующих энергоэффективных интерфейсов пользователя;



Рис.3. МК семейства EFM8

- EFM8UB (Universal Bee – универсальная пчелка) – 8-разрядный МК с самым передовым в промышленности USB-подключением. Частота ядра – до 50 МГц, емкость флеш-памяти – 8–64 Кбайт. В микросхему входят встроенный высокоточный генератор, блок восстановления синхронизации и встроенная USB-шина с предельной скоростью обмена данными (full-speed). Новые МК с энергоэффективной USB-шиной позволяют сократить потребляемую USB энергию до 90%. Наличие встроенного модуля регистрации зарядного устройства аккумулятора позволяет снизить стоимость материально-технического обеспечения системы, а высокий уровень интеграции периферии и малые габариты герметизированных МК – существенно сократить стоимость и сложность предоставления USB-подключения персональным медицинским устройствам, носимой электронике, средствам связи, игрушкам, системам дистанционного управления и термостатом [4].

Как уже отмечалось, увеличению отгрузок МК способствует высокий спрос на 32-разрядные микросхемы и другие однокристалльные устройства, способные обрабатывать данные множества сенсоров и беспроводных систем, а также обеспечивать подключения к Интернету вещей. Согласно оценкам компании IC Insights, в 2015 году продажи МК, входящих в сеть Интернета вещей, возрастут на 16% и составят 504 млн. долл. при увеличении отгрузок на 40% до 431 млн. единиц. Ожидается, что в 2019 году в мире будет насчитываться около 1,4 млрд. соединенных между собой МК (8-, 16- и 32-разрядных), составляющих сеть Интернета вещей. Для сравнения в 2014-м насчитывалось 306 млн. таких МК [5].

32-разрядные микроконтроллеры

Известно, что для обработки данных одного или небольшого числа датчиков, установленных в умном доме (в термостате или системе контроля положения двери – открыта или закрыта?), достаточно 8-разрядного контроллера. Однако, если данные поступают от прибора, встроенного в систему контроля пункта доступа на охраняемый объект, для обеспечения требуемых

Характеристики МК семейства SAM G на основе ядра ARM Cortex-M4

Характеристика	SAM G51	SAM G53	SAM G54	SAM G55
Поддержка операций с плавающей запятой	-	+	+	+
Объем флеш-памяти, Кбайт	256	512	512	512
Объем оперативной памяти, Кбайт	64	96	96	176
Рабочая частота, МГц	48	48	96	120
Периферия	Периферийные коммуникационные элементы, АЦП			
Интерфейс последовательной шины	I ² S и PDM			

безопасности, конфиденциальности и нужных расчетов, зачастую требуются 32-разрядные МК. Аналогично, такие носимые медицинские приборы, как манжеты для измерения кровяного давления или глюкометры, для обработки данных сенсора оснащаются 8-разрядным МК, в то время как при необходимости передавать данные через межсетевой интерфейс нужен 32-разрядный контроллер. То же самое характерно и для промышленных и коммерческих приложений.

Важную роль при переходе от 8-разрядных МК к 32-разрядным играют низкая цена и высокие характеристики схем на основе ядер ARM Cortex. Согласно прогнозам аналитической компании Semicast Research, отгрузки ARM-ядер для МК, предназначенных для Интернета вещей, в 2018 году составят 12 млрд. схем (в 2010-м их было поставлено менее 3 млрд., в 2006-м – менее 1 млрд.). Таким образом, совокупные темпы годового прироста отгрузок МК на основе ARM-ядер в 2010–2018 годы составят 32%, против 11% темпов прироста подобных МК систем на кристалле.

К одним из новейших МК для Интернета вещей относятся микроконтроллеры семейства SAM G на основе ARM Cortex-M4 с поддержкой операций с плавающей запятой, которые компания Atmel анонсировала в начале 2014 года. В семейство входят полностью совместимые, вплоть до корпусов, четыре серии – SAM G51, SAM G53, SAM G54 и SAM G55. МК предназначены для высокопроизводительных систем со сверхнизким энергопотреблением – до 100 мкА/МГц в активном режиме и менее 7 мкА в режиме глубокого сна с сохранением данных в оперативной памяти (пробуждение из режима глубокого сна занимает менее 3 мкс до выполнения первой инструкции в активном режиме). Микросхемы оснащены богатым набором периферийных устройств, в том числе 12-разрядным АЦП и блоком прямого доступа к памяти, отличаются оптимальным соотношением объемов оперативной и флеш-памяти – до 176 и 512 Кбайт соответственно (см. таблицу). Заключены контроллеры в компактный корпус WLCSР размером 3×3 мм с числом выводов 49 или 100.

Новые МК предназначены для приборов с батарейным питанием Интернета вещей, в том числе для носимых гаджетов (фитнес-браслетов, смарт-часов), а также для систем управления набором сенсоров, средств оказания медицинских услуг, аудиоустройств.

Интерес вызывает сообщение компании Toshiba Electronics Europe о расширении семейства TXZ МК на основе ARM Cortex, предназначенных для приборов Интернета вещей и систем межмашинной коммуникации. Микроконтроллеры семейства TXZ создавались из расчета обеспечения малого энергопотребления за счет проектирования МК семейства TX в соответствии с методологией компании, разработанной для TZ серии прикладных процессоров семейства ArP Lite, отвечающих требованиям Интернета вещей. МК выполнены по процессу формирования встроенной флеш-памяти с помощью 65-нм технологии логических схем. По утверждению разработчиков, энергопотребление новых микроконтроллеров сокращено на 60% по сравнению с функционально эквивалентными изделиями.

Семейство TXZ3 открывают МК серии TMPM3H, включающей 30 моделей на основе ядра ARM Cortex-M3. Модели отличаются миниатюрными корпусами с числом выводов от 32 до 100, наличием флеш-памяти

емкостью 32–128 Кбайт и стандартной периферии. Ожидается, что энергопотребление новых МК составит менее 100 мкА/МГц. Отгрузки образцов планируется начать во втором квартале 2016 года.

В дальнейшем компания намерена выпустить две линейки МК на основе ядра Cortex-M4F – одну с повышенной производительностью и вторую с пониженным энергопотреблением. Начата разработка МК со встроенной энергонезависимой памятью с многократно программируемыми одноуровневыми ячейками памяти с поликремниевыми затворами транзисторов, изготавливаемой по 130-нм технологии. Эти МК, отгрузки опытных образцов которых намечено на четвертый квартал 2015 года, должны способствовать снижению стоимости систем управления электродвигателями и электропитанием.

Японский производитель активно обновляет и расширяет ассортимент своих МК. До 2017 года он планирует выпустить 180 новых моделей, до 2018 – еще 120 [6].

Следующая волна инноваций, которая, по-видимому, накроет мир, охваченный цифровой связью или "взаимосвязанный мир" (connected world), – промышленный Интернет вещей (Industrial Internet of Things, IIoT)*.

Помимо умных часов и фитнес-браслетов дальновидные предприниматели рассматривают возможность реализации IIoT в мире сложных механизмов. Успешное развитие IIoT должно повлиять на экономику, рынок труда и, в целом, на будущее мира. И процесс пошел. По прогнозу консалтинговой компании MarketsandMarkets, рынок промышленного Интернета вещей за период с 2014 по 2020 год возрастет на 8,15% и составит 319,62 млрд. долл. [7].

Правда, хотя компании проявляют интерес к промышленному IIoT, работы находятся на начальной стадии.

* Промышленный Интернет вещей известен как Промышленный Интернет и Индустрия 4.0 (Industrial Internet and Industry 4.0), предусматривающая полный цикл разработки прибора, обеспечения канала поставок, массового производства, реализации и обслуживания заказчика. Индустрия 4.0 или четвертая промышленная революция получила свое название от инициативы 2011 года, возглавляемой бизнесменами, политиками и учеными, которые определили ее как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию "киберфизических систем" (Cyber-Physical Systems, CPS) в заводские процессы. Другими словами, Индустрия 4.0 – производственное понятие, эквивалентное ориентированному на потребителей "Интернету вещей", позволяющее формировать сеть машин, не только производящих товары с меньшим количеством ошибок, но и способных изменять промышленные шаблоны в соответствии с необходимостью, оставаясь высоко эффективными.

Производителям приходится осмотрительно выбирать и искусно обращаться с комплексным изделием, рассматривать технические затруднения, выявлять недостатки в обмене информацией и в функциональной совместимости микросхем, а также работать с ближайшими партнерами для устранения проблем.

Но, тем не менее, на рынке уже можно найти МК для промышленного IIoT. Так, компания Spansion в четвертом квартале 2014 года добавила 96 микросхем к семейству FM432-разрядных МК на основе ядра ARM Cortex-M4F. Микроконтроллеры семейства предусматривают выполнение функций цифровой обработки сигнала и обработки данных с плавающей запятой. Они содержат богатый набор встроенных периферийных устройств для реализации совершенных интерфейсов человек-машина (HMI) и межмашинного обмена данными (M2M). Емкость флеш-памяти достигает 2 Мбайт, оперативной памяти – 256 Кбайт. Рабочая частота МК составляет 200 МГц, рабочее напряжение 2,7–5,5 В, потребляемая энергия – 0,4 мА/МГц, ток в режиме ожидания – 1,5 мкА. Сочетание флеш-памяти и буфера предварительной выборки обеспечивает работу без цикла ожидания на частоте 72 МГц. МК содержит блоки поддержки Ethernet, CAN и USB 2.0, три многофункциональных таймера и соответствующее число квадратурных декодеров, а также до трех высокоскоростных 12-разрядных АЦП, которые можно активировать синхронно со временем преобразования 0,5 мкс. Новые МК семейства находят самое широкое применение – от средств автоматизации производства и офисов, промышленного IIoT до умных измерительных систем, цифровых камер и многофункциональных принтеров [8].

* * *

Борьба за рынок между 32- и 8-разрядными микроконтроллерами далека от завершения, у каждой архитектуры есть пространство приложений, где она обеспечивает высокие показатели. Так, для приложений, требующих значительных вычислительных ресурсов, сборки и переноса пакетов данных, у 32-разрядных МК явное преимущество. Рост их популярности не удивителен. Эти многофункциональные МК удовлетворяют требованиям множества различных приложений, что и объясняет их выбор при проектировании следующих поколений систем со встраиваемыми МК. Разработчики осознали, что такие сложные приборы предоставляют нужные вычислительные ресурсы, богатую периферию и простой доступ к всевозможным средствам проектирования и библиотекам. Многие 32-разрядные МК выполнены на основе пользующихся большим успехом ядер компании ARM. В результате разработчики систем получили доступ

к приборам вторых поставщиков и представленному на рынке тестовому оборудованию и инструментарию проверки надежности.

В то же время во многих приложениях с малым энергопотреблением, не предусматривающих решение числовых задач большого объема и "просыпающихся" периодически для проверки данных датчиков и принятия решения на их основе, целесообразно применять 8-разрядные схемы. Современные МК прошли длинный путь по решению проблем быстродействия, латентности, адресного пространства и возможности программирования, присущих исходной 8051-архитектуре. Поскольку 8-разрядные МК последних поколений предоставляют ядру процессора многие быстродействующие периферийные устройства, они становятся привлекательными для применения в разнообразных встраиваемых проектах. И, конечно, сегодня существуют приложения, где размеры и набор функций 8-разрядных МК обуславливают их выбор в противовес 32-разрядным.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Эйлэнд А.** Выбор микроконтроллера – 8- или 32-разрядный? // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2015. № 5. С. 74.
2. Press Release. Microchip reclaim MCU leadership. – www.electronicsspecifier.com/around-the-industry/microchip-reclaim-mcu-leadership.
3. Press Release. Microchip Adds Two New PIC® MCU Families With Core-Independent Peripherals That Enable Functions for a Broad Range of Applications. – www.microchip.com/pagehandler/en-us/press-release/two-new-pic-mcu-families-with.html.
4. Silicon Labs Rolls out Next-Generation 8-Bit Microcontrollers for the IoT Age. – <http://news.silabs.com/press-release/product-news/silicon-labs-rolls-out-next-generation-8-bit-microcontrollers-iot-age>.
5. **Gina Roos.** Microcontroller Market Continues to Strengthen. – www.emittsolutions.com/section/market-analysis/market_analysis_microcontroller.html.
6. **Prophet G.** Cortex-M-based MCUs aim for low power and connected-device designs. – www.electronics-eetimes.com/en/cortex-m-based-mcus-aim-for-low-power-and-connected-device-designs.html?cmp_id=7&news_id=222925846.
7. www.marketsandmarkets.com/PressReleases/industrial-internet-of-things.asp.
8. Spansion 32-bit ARM Core MCUs. – www.spansion.com/Products/microcontrollers/32-bit-ARM-Core/Pages/Default.aspx.