

АППАРАТНЫЕ РЕШЕНИЯ ЧИПСЕТОВ Wi-Fi

Последние несколько лет являются настоящим бумом в сфере развития беспроводных технологий. Особенно эта тенденция актуальна для стандарта IEEE 802.11. В рамках этой статьи мы поговорим об аппаратных решениях для этой технологии. Наиболее пристальное внимание стоит обратить именно на тенденции развития элементной базы для построения устройств, работающих с интерфейсом Wi-Fi.

По аналитическим прогнозам, сделанным специалистами компании Cambridge Silicon Radio, к 2012 году объем выпускаемых устройств, имеющих "на борту" интерфейс Wi-Fi, превысит 700 миллионов штук. На рис.1 показана динамика следующих устройств:

- FeaturePhones – телефоны широкого применения, которые позволяют записывать голосовые файлы (т.е. все разговоры) сразу на носитель данных без специальных настроек и сложных программ.
- Smartphones – телефоны со встроенными операционными системами, т.е. карманные персональные компьютеры (дословно – "умный телефон").
- VOIP – Voice Over Internet Protocol, протокол, который кодирует стандартные голосовые сигналы по протоколу IP и позволяет передавать голос и данные по одной сети.
- PND – Personal Navigation Device, персональное навигационное устройство, в отличие от ПК или КПК с навигационным ПО, PND дешевле и проще в использовании.
- STB – Set Top Box, декодер, со стороны абонента декодирует поток данных и переносит его в аналоговый вид для просмотра на телевизоре, со стороны сети использует IGMP (Internet Group Management Protocol) для приема и отправки служебной информации в магистральную сеть.

- Home HiFi – Home High Fidelity, домашние кинотеатры, музыкальные центры и аппаратура, характеризующиеся широчайшим частотным и динамическим диапазоном.
- MP3 WiFi + BT – MP3 Wireless Fidelity + Business Technology.
- MP3 WiFi – MP3 Wireless Fidelity, беспроводные цифровые портативные устройства, совмещающие функции диктофона, FM-приемника, устройства записи звука и USB flash-

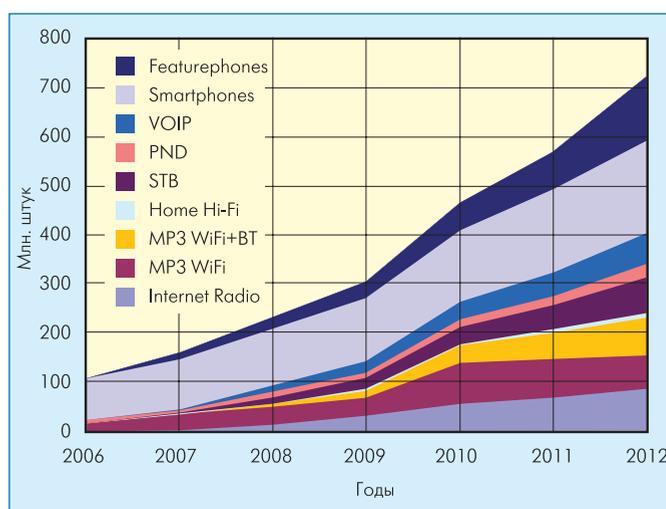


Рис. 1 Прогноз объемов чипсетов WLAN на рынке

накопителя, строго соответствуют общепринятым беспроводным стандартам.

- Internet Radio – радиоканалы, вещающие в Интернете.

В таблице приведены несколько подстандартов, описывающих протокол IEEE 802.11 на текущий момент. Такое обилие спецификаций вызвано историческим развитием технологии Wi-Fi. Перед разработчиками устройств, использующих эту технологию, остро стоит проблема совместимости оборудования, выполненного на различной элементной базе, выпускаемой с 1999 года. Например, сетевое оборудование, соответствующее версиям IEEE 802.11b и IEEE 802.11g совместимо друг с другом, но возникают проблемы совместимости с версией IEEE 802.11a.

В определенной степени проблему совместимости оборудования усугубило появление на рынке аппаратных решений "черновой" версии стандарта IEEE 802.11n. Специалисты в своем кругу называют ее термином pre-802.11n. С оборудованием, соответствующим "черновой" версии стандарта IEEE 802.11n, возникла парадоксальная ситуация. Будущий стандарт IEEE 802.11n находится еще на стадии согласования характеристик, а чипсеты с поддержкой его функций уже выпускаются производителями микросхем. Соответственно, вендоры, выпускающие сетевое оборудование и охочие до лакомого куса рынка, приступили к выпуску устройств, работающих в новом стандарте (рис.2). Следовательно, о совместимости оборудования "поколения pre-802.11n" в плане достижения максимальной пропускной способности можно говорить только в рамках решений, выпущенных одним производителем.

Вместе с тем, перспективы стандарта IEEE 802.11n на фоне предыдущих версий достаточно очевидны. Максимальная скорость передачи данных через радиоканал в два с половиной раза выше, чем таковая по витой паре сети 100BASE-T. Кроме того, существенно улучшены алгоритмы аутентификации самих устройств в сети.

За счет чего же удалось достичь таких результатов? Во всех радиочастотных узлах высокоскоростных модулей Wi-Fi используется технология MIMO (Multiple-Input, Multiple-output, рис.3). Она позволяет реализовать концепцию, при которой радиоканал передатчика разделяется на несколько

Версии стандарта IEEE 802.11 и некоторые параметры их протоколов

Версия стандарта	Частотные диапазоны, ГГц	Максимальная скорость передачи, Мбит/с
802.11a	5	54
802.11b	2,4	11
802.11g	2,4	108
802.11n (draft)	2,4 и 5	630*

*В окончательно утвержденной версии стандарта.



Рис.2 Устройства, работающие по протоколу IEEE 802.11n.

субканалов. Каждый из этих каналов транслирует поток данных на свою передающую антенну, тем самым увеличивая пропускную способность. Аналогично работает радиоприемная часть, где также применяется конструкция из нескольких антенн. Принятые ими сигналы усиливаются и обрабатываются своим радиоприемным трактом. С одной стороны, это существенно усложняет схемотехнику радиочастотной части, поскольку каждый из трактов приема/передачи будет содержать свою отдельную схему усиления и преобразования сигналов, а также отдельный АЦП. Но, с другой стороны, при текущем уровне развития микроэлектроники все приемопередающие тракты и большое количество обвязки (фильтры, разделительные трансформаторы, часть конденсаторов) выполняются непосредственно на кристалле. Такая конструкция повышает надежность ВЧ-блока и его защиту от электромагнитных помех за счет минимизации длины соединительных проводников.

Следующим шагом, направленным на увеличение скорости передачи данных, будет расширение полосы частот

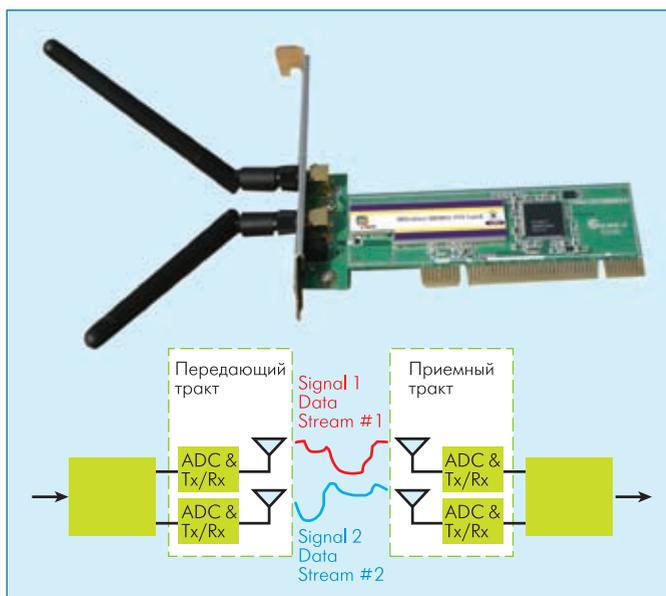


Рис.3 Принцип работы MIMO (один из вариантов) приемопередающего устройства

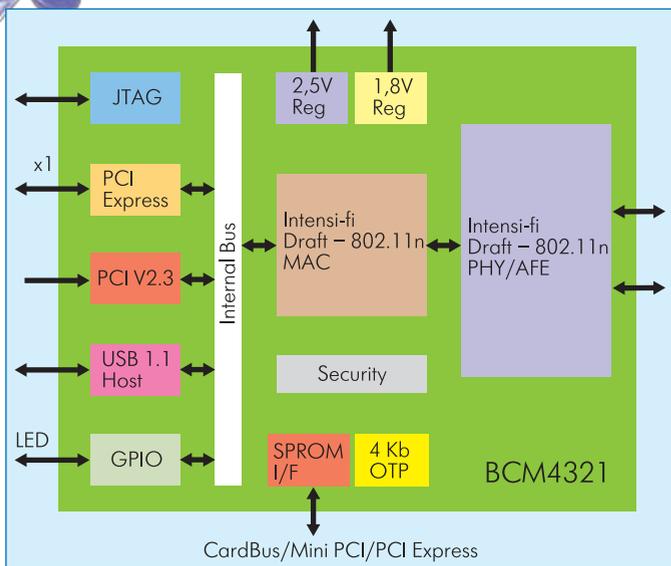


Рис.4 Структурная схема микросхемы BCM4321

самых каналов, в которых транслируются данные, от 20 до 40 МГц. Для совместимости устройств, работающих в стандарте IEEE 802.11n с аппаратурой предыдущих версий Wi-Fi, будут поддерживаться оба режима работы. Каналы будут различаться шириной полосы частот и будет возможность переключения между ними. Но, в конечном итоге, новая версия Wi-Fi вытеснит решения предыдущих формаций.

Новый стандарт IEEE 802.11n появится в ближайшем будущем. А что же имеется на данный момент? Можно отметить несколько сегментов рынка, на которые ориентируются производители микросхем, реализующих беспроводный протокол IEEE 802.11. Один из них, по-видимому, наиболее многочисленный. В него вошли устройства, призванные работать в составе компьютерной техники в качестве модулей Wi-Fi. Устройства эти либо интегрированы прямо на материнскую плату, либо используются в виде карт расширения. Другой сегмент – это чипсеты, ориентированные на применение в мобильных устройствах и другой портативной технике с малым потреблением энергии. Еще один сегмент – это специализированные устройства с расширенной функциональностью. Они реализуют не только беспроводную технологию передачи данных, но и ряд других задач, специфичных для использования в сетевом оборудовании (например, функции сетевого моста).

Среди компаний, удовлетворяющих потребности первого сегмента рынка, лидерами являются такие компании, как Intel, Broadcom, Atheros, Cambridge Silicon Radio. Наборы микросхем, выпускаемые этими компаниями, ориентированы на работу с аппаратными средствами компьютера. Они поддерживают работу с шинами PCI, USB и PCI-Express, которая становится все более популярной.

Рассмотрим типовую блок-схему микросхемы MAC-контроллера BCM4321 от компании Broadcom (рис.4). Видно, что функционально она поддерживает все вышеуказанные интерфейсы, а протокол USB обеспечивается между компьютером и его внешними устройствами даже в режиме хоста. На этой

микросхеме реализована вся аппаратная часть модуля Wi-Fi, в том числе интерфейсный контроллер, аппаратный блок, реализующий работу в сети, другие узлы и даже линейные стабилизаторы напряжения (за исключением трактов приемопередатчиков и схем обработки высокочастотного сигнала). Радиочастотные функции берет на себя микросхема BCM2055. Фактически, всего на двух микросхемах мы получаем готовую сетевую карту, реализующую интерфейс Wi-Fi (рис.5).

Разработчики компании Cambridge Silicon Radio пошли еще дальше. Они выпустили одночиповое решение под названием Uni-Fi (рис.6). На одном кристалле находятся как MAC-контроллер, так и радиочастотная часть. Помимо этого, "изюминкой" чипа Uni-Fi является функция "Bluetooth Coexistence", обеспечивающая возможность взаимодействия с внешним контроллером стандарта Bluetooth. Поводом для появления подобной функции является конфликт, возникающий при одновременной работе приемников и передатчиков в трансиверах Wi-Fi и ВЧ-модулях Bluetooth в диапазоне частот 2,4 ГГц – появляются сбои при приеме сигнала, возникают "битые" пакеты данных. Функция "Bluetooth Coexistence" позволяет разнести по времени работу передатчиков в модулях Wi-Fi и Bluetooth*.



Рис.5 Микросхемы компании Broadcom

Но наиболее "классическим" вариантом построения сетевой карты можно назвать чипсет AR5002X от компании Atheros, содержащий две микросхемы. Микросхема AR5212 – мультипротокольный MAC-контроллер, обеспечивающий работу с шинами PCI и PCMCIA, в том числе и в режиме прямого доступа к памяти (DMA), разгружающей центральный процессор от задач обмена данными между AR5212 и чипсетом самого компьютера (рис.7). Помимо организации интерфейса с компьютером она обеспечивает функции baseband-процессора, управляющего непосредственно передачей данных на физическом уровне. Функции же радиочастотной части беспроводной сетевой карты берет на себя микросхема AR2112, работающая в двух диапазонах частот: 2,3–2,5 ГГц и 4,9–5,85 ГГц. Она построена на базе КМОП-технологии и содержит полные тракты приема/передачи ВЧ-сигнала. В ее состав входят маломощные входные усилители и мощные выходные усилители. По заявлению разработчиков микро-

*На сайте компании CSR (www.csr.com) приведена принципиальная схема беспроводного модуля WLAN-Bluetooth.

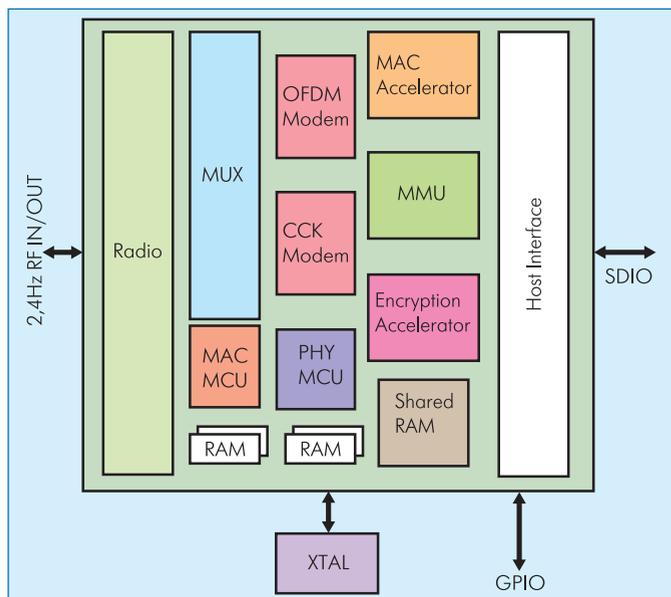


Рис.6 Структура чипа Uni-Fi компании CSR

схема содержит на кристалле все фильтры промежуточной частоты и большую часть полосовых радиочастотных фильтров. Отметим, что при создании ВЧ-блока на базе этой микросхемы внешние кварцевые генераторы и ПАВ-фильтры не используются.

Таким образом, мы видим тенденцию к сокращению количества дискретных компонентов в радиочастотных устройствах. Причем, эта тенденция затронула не только такую сферу, как ВЧ-трансиверы в WLAN-модулях, но и более широкий круг ВЧ-техники. Уже достаточно давно компании Linear Technology и Mini-Circuits в ВЧ-микросхемы прямо на кристалл интегрируют катушки индуктивности и развязывающие трансформаторы. Подобные решения обеспечивают улучшенную устойчивость к электромагнитным помехам и позволяют уменьшить разброс параметров самих микросхем, используемых в ВЧ-трактах. Такой подход сводит к минимуму настройку радиочастотного тракта, что позволяет сделать аппаратное решение максимально доступным по цене для конечного потребителя. Следовательно, беспроводные технологии станут еще более массовыми.

Помимо сугубо "компьютерной" техники, технология Wi-Fi представляет немалый интерес для портативной техники в качестве интерфейса для связи между самими устройствами и благодаря скоростному мобильному Интернету. Это актуально для смартфонов, но еще в большей степени это актуально для таких устройств, как медиа-плееры и цифровые фотоаппараты, имеющие "на борту" носители информации на флэш-памяти и даже винчестеры. Проводной USB не всегда удобен для периферийных устройств из-за привязки пользователя портативного устройства к компьютеру, а беспроводной стандарт Wireless USB находится в начальной фазе внедрения и отладки. Поэтому оптимальным решением будет являться оснащение подобной техники интерфейсом Wi-Fi.

Производители микросхем предлагают решения для реализации этой задачи. Например, микросхема STLC4550, вы-

пускаемая компанией STMicroelectronics, ориентирована на применение в мобильной электронике и отличается минимальным энергопотреблением. В одной микросхеме размером 8x8 мм находится весь радиочастотный тракт, синтезаторы частоты, высокоскоростные конвертеры, baseband-контроллер, управляющий процессом передачи данных через радиоканал. Функции взаимодействия с внешним процессором, а также шифрование данных выполняет интегрированный в схему MAC-контроллер с ядром ARM9. Для обмена данными между STLC4550 и внешним CPU используется последовательный интерфейс SPI либо SDIO (рис.8). Поскольку микросхема ориентирована на применение в мобильных устройствах, где не редкость использование беспроводного протокола Bluetooth, в ней применена технология, подобная "Bluetooth Coexistence". Она обеспечивает одновременную и бесконфликтную работу радиочастотных трансиверов Wi-Fi и Bluetooth. Для экономного расходования энергии батарей мобильного устройства в схеме используется развитая система управления питанием. Она содержит все линейные стабилизаторы напряжения и переводит узлы с высоким энергопотреблением в спящий режим при отсутствии передаваемого сигнала. В отличие от решений других производителей, в микросхеме STLC4550 часть ВЧ-блока (коммутаторы, разделительные трансформаторы) вынесена за пределы микросхемы. Вместе с тем, одночиповое решение весьма привлекательно для разработчиков портативной техники, так как позволяет создавать мобильные устройства с поддержкой беспроводного интерфейса IEEE 802.11.

Кроме интеграции Wi-Fi в компьютеры и мобильные телефоны существует еще одно бурное направление, где будут широко применяться наборы микросхем с функциями WLAN. Речь идет о чипсетах Wi-Fi с широкой функциональностью, ориентированных на применение в сетевом оборудовании. Примерами такого оборудования являются "обычные" точ-

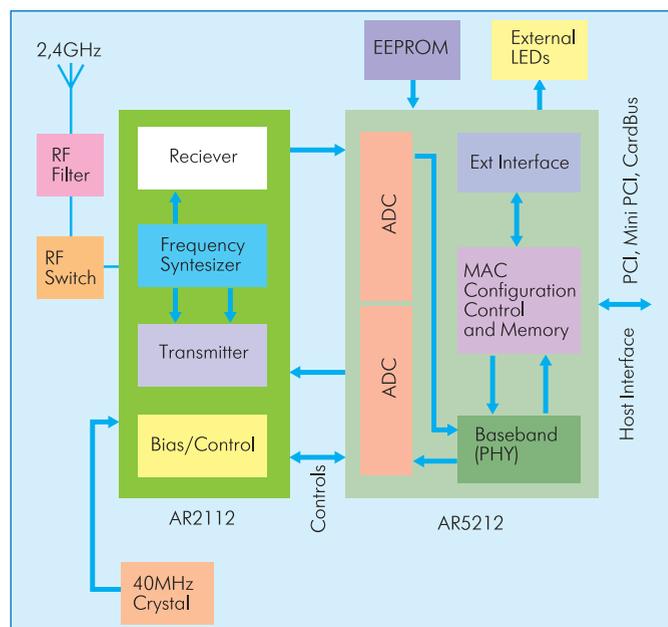


Рис.7 Структурная схема чипсета AR5002 компании Atheros

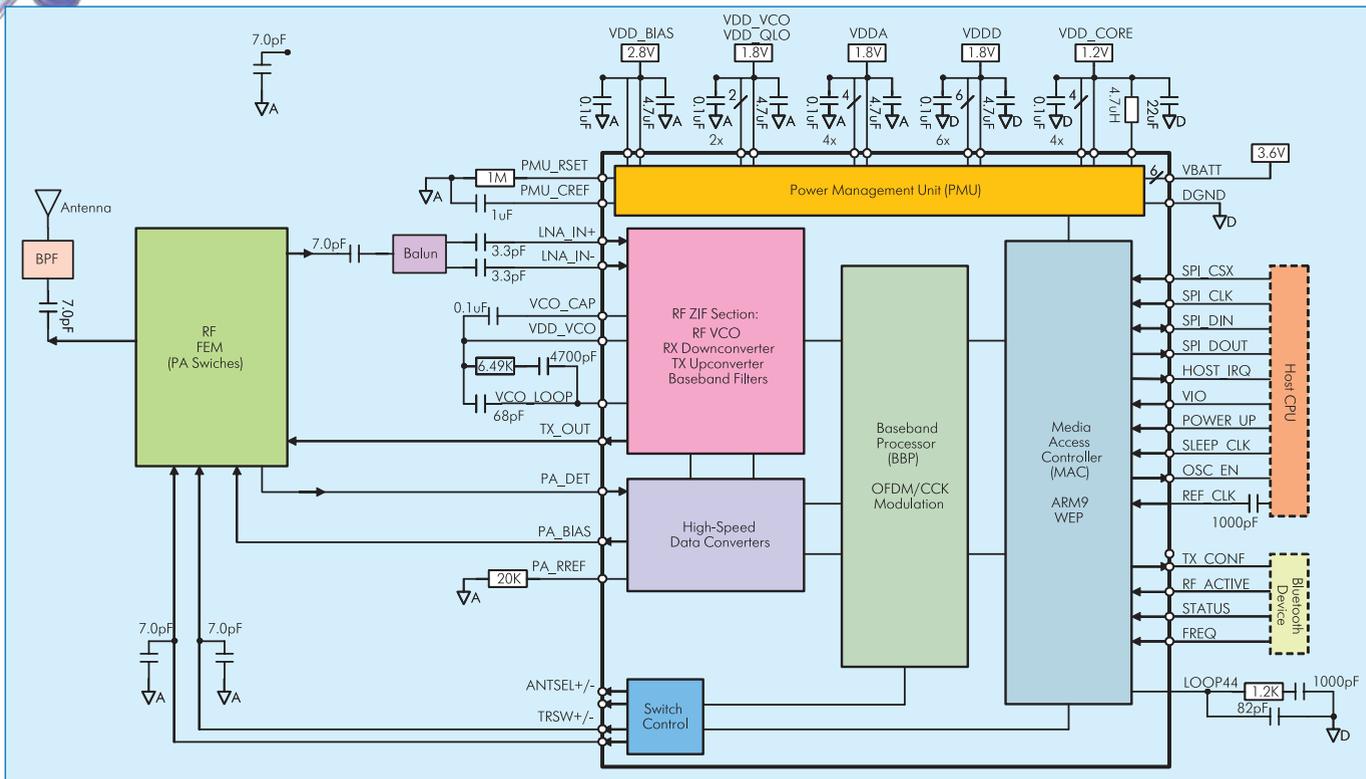


Рис.8 Структурная схема "мобильного" чипсета на базе микросхемы STLC4550

ки доступа Wi-Fi, сетевые свичи и маршрутизаторы с WLAN. Наиболее известны на этом поприще компании Broadcom, Marvell, Atheros. Состав аппаратной части чипсетов определяется задачами, решаемыми устройством. Например, для создания "всего лишь" точки доступа, разработчик может остановиться на относительно простых конфигурациях, содержащих две – три микросхемы. Такой чипсет должен реализовать базовую функцию устройства, позволяющую обмениваться данными с компьютером и осуществлять прием и трансляцию пакетов данных через эфир. Примером такого чипсета является AR5008, выпускаемый компанией Atheros (рис.9).

Схемы чипсетов усложняются по мере увеличения функциональности разрабатываемых устройств. Такими являются чипсеты для WLAN, ориентированные на применение в сетевом оборудовании. Проектируются они на базе специализированных микросхем уровня System-on-chip, содержащих на кристалле собственное процессорное ядро. Часто они используют внешнюю оперативную память для хранения данных и работают с данными, передаваемыми через LAN. Подобные сетевые микросхемы (их также называют "сетевые процессоры") выполняют такие функции как маршрутизация, фильтрация, учет трафика, функции сетевого моста, работа с несколькими сетевыми интерфейсами одновременно.

Создатели подобных решений не стали "изобретать велосипед" и тратить массу времени на создание "с нуля" кардинально новых алгоритмов работы с пакетами данных. Сетевые процессоры работают под управлением операционной системы реального времени, которая в выключенном состоянии находится во flash-ПЗУ, а при включении загружается в оперативную память и выполняет функции управления и

обработки сетевого трафика. В подавляющем большинстве случаев в качестве операционной системы реального времени используют компактную версию Linux, режее – VxWorks. Причины такого выбора достаточно очевидны: Unix-системы в плане работы со многими сетевыми протоколами имеют колоссальный инструментарий. Непростые задачи по маршрутизации, анализу трафика, его фильтрации и часть задач файрволла (межсетевого экрана) решаются достаточно изящно при помощи операционной системы реального времени. Она позволяет разработчику техники на базе WLAN сосредоточиться на собственных радиотехнических задачах и минимизировать время выхода готового изделия на ры-

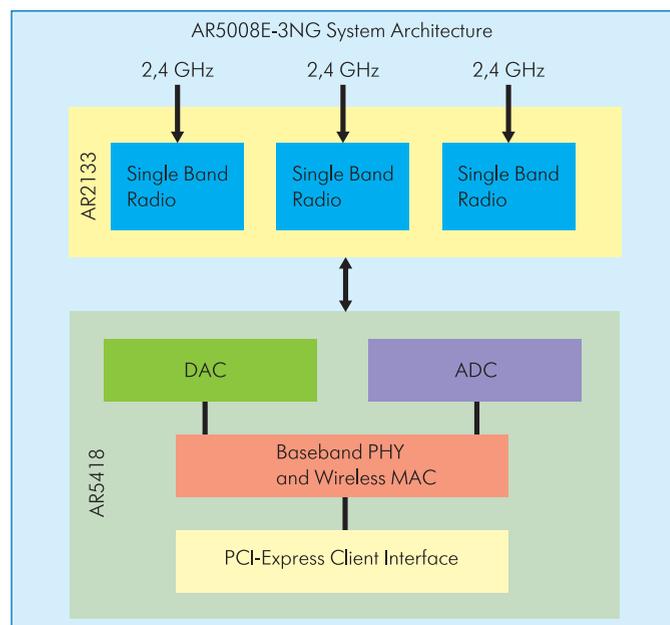


Рис.9 Структура чипсета AR5008

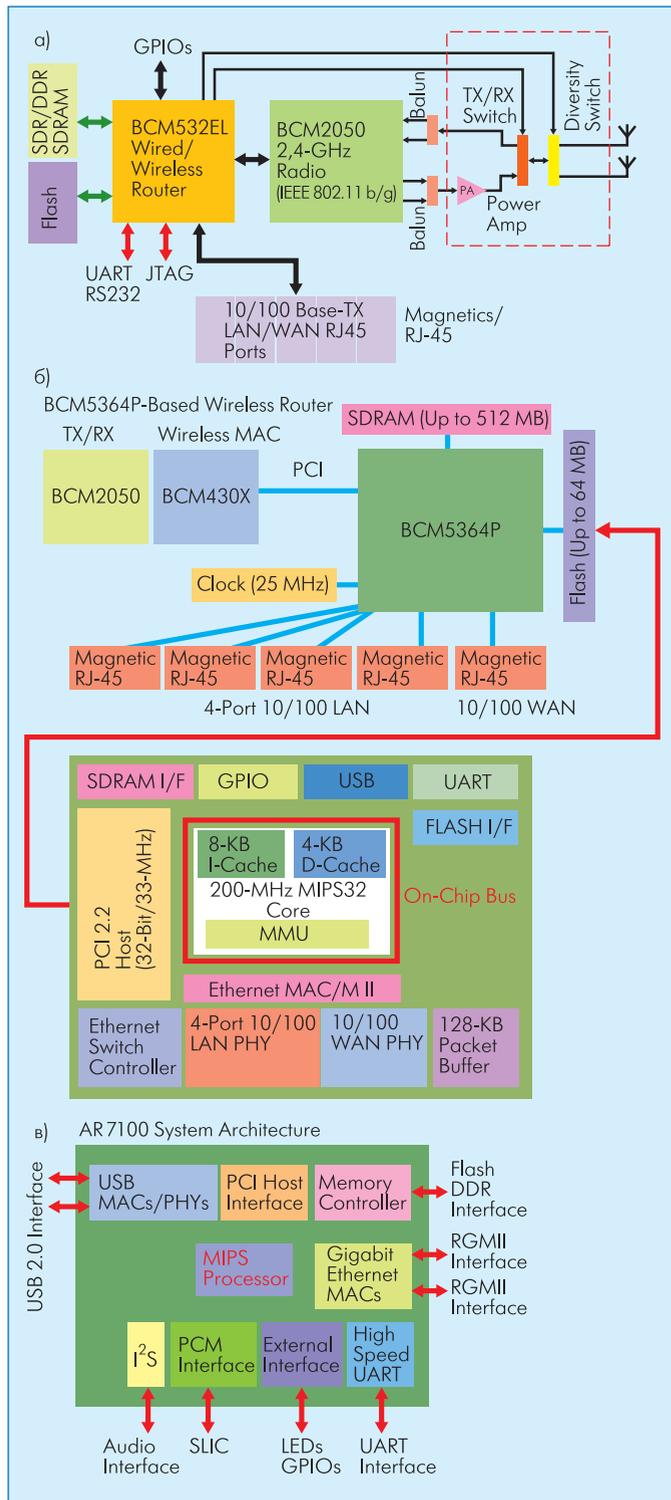


Рис.10 Структура сетевого процессора на базе BCM5352 (а), BCM5364 (б) и AR7100 (в)

нок. Как пример подобного сетевого процессора можно назвать BCM5352 (рис.10а) и BCM5364 (рис.10б) от компании Broadcom и AR7100 (рис.10в) от компании Atheros. Производители сетевого оборудования чаще предпочитают Linux в качестве операционной системы (рис.11), поскольку это позволяет избежать лицензионных выплат и снижает цену конечного изделия, создавая условия для того, чтобы Wi-Fi-инфраструктура получила широкое распространение.

На вышеописанной элементной базе возможна реализация широкого спектра сетевых устройств для компьютерной,

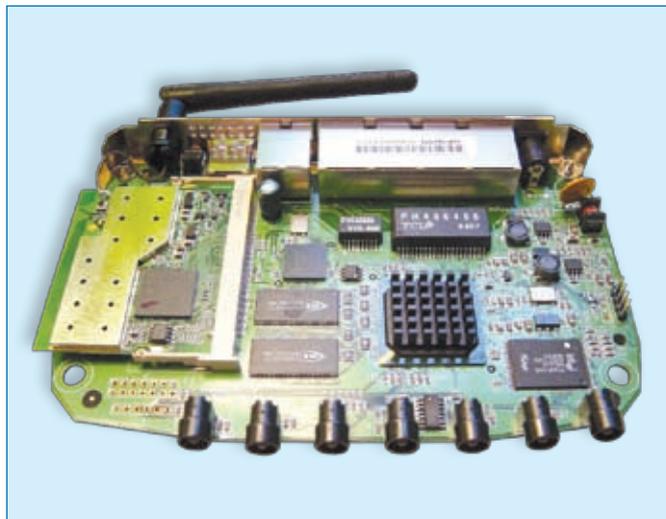


Рис.11 Плата роутера с Linux на борту

телекоммуникационной и промышленной техники. Технология Wi-Fi проникает в другие области техники и может раскрыть свои новые возможности подобно тому, как MPEG и flash-память проникли в сферы аудиовизуальной и бытовой техники и в корне изменили представление об их возможностях. Определенные предпосылки на сегодняшний день существуют. Это и рост числа устройств, обрабатывающих и хранящих цифровую информацию, и переход телевидения и радио с аналоговой формы вещания на цифровую. Еще одной из предпосылок можно считать наличие большого количества различных цифровых устройств: мультимедийные плееры, цифровые фотоаппараты, портативные компьютеры, приборы спутниковой навигации и другие.

На данный момент все это обилие устройств соединяется с компьютером либо друг с другом через шину USB. Значительно реже встречаются интерфейсы Bluetooth и IrDA. Часто каждое устройство имеет собственный тип разъема для подключения и нередко собственный протокол обмена данными. Такая картина встречается, например, у мобильных телефонов. Возникают препятствия для обмена данными между устройствами и головная боль у служб технической поддержки. В качестве альтернативы кабелю можно использовать инфракрасный порт, но он неустойчиво работает в условиях сильной солнечной засветки, и расстояние передачи данных не превышает одного метра. Более надежный радиочастотный



интерфейс Bluetooth замечательно работает в любых условиях, а самая последняя его спецификация Bluetooth 2.0+EDR позволяет достигать максимальных скоростей обмена данными в 2,1 Мбит/с. В целом это неплохо, но несоизмеримо со скоростью обмена данными, которую обеспечивает WLAN. По мере роста объема информации скорость обмена будет иметь решающее значение. Несомненно, что на сегодняшний день стоимость реализации Wi-Fi-интерфейса в устройстве будет стоить дороже, чем установка контроллера с поддержкой шины USB и соответствующего разъема. Но по мере развития электроники и снижения себестоимости полупроводниковых решений эти цифры станут сопоставимы, и, быть может, мы скоро увидим Wi-Fi в каждом MP3-плеере.

ИСТОЧНИКИ

1. <http://www.3dnews.ru/communication>
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
3. <http://ieee802.org/11/>
4. <http://www.minicircuits.com/>
5. <http://www.extremetech.com/>
6. <http://broadcom.com/products/Wireless-LAN>
7. http://atheros.com/pt/wlan_core.htm
8. <http://www.csr.com/products/unifirange.htm>
9. <http://www.intel.com/support/wireless/wlan/>
10. <http://focus.ti.com/docs/solution/folders/print/383.html>

Первое в мире однокристалльное решение для IEEE 802.11n от компании Broadcom

Первое в мире однокристалльное решение для IEEE 802.11n от компании Broadcom

В конце сентября на Global Wi-Fi Summit компания Broadcom анонсировала первое в мире однокристалльное решение для 802.11n. Новая СБИС BCM4322, входящая в семейство Intensi-fi, – это не только наиболее эффективное по стоимости решение в мире 802.11n. Это первый Wi-Fi-продукт, обеспечивающий скорости обмена свыше 200 Мбит/с. BCM4322 производится по КМОП-технологии с разрешением 65 нм и интегрирует на одном кристалле телекоммуникационный (baseband) процессор, контроллер MAC-уровня, ВЧ-модули, в том числе и усилитель мощности для реализации режима MIMO 2×2. Благодаря высокой степени интеграции, обеспечиваемой 65-нм технологией, себестоимость СБИС BCM4322 снизилась на 40%, а мощность потребления – на 50% по сравнению с предыдущим поколением СБИС. СБИС поддерживает все предшествующие Wi-Fi-стандарты IEEE 802.11a/b/g, а также и 802.11n draft 2.0.

Новая СБИС предназначена для внедрения в широкий спектр сетевых устройств – от маршрутизаторов и DSL-шлюзов до принтеров и ноутбуков. Благодаря малым размерам ее легко интегрировать в изделия потребительской электроники – от телевизоров до видеокамер

По материалам компании Broadcom