

# Обзор возможностей нового Wi-Fi модуля W24

компании Motorola

**Стремительное развитие современных технологий беспроводной передачи данных существенно влияет на методы проектирования систем связи. В компьютерных сетях в настоящее время широкое распространение получила технология Wi-Fi. Данная статья посвящена модулям компании Motorola для осуществления беспроводной связи в соответствии со стандартом IEEE 802.11b/g (Wi-Fi).**

Владимир Каулио, к. т. н.  
kv@efo.ru

## Введение

Все большую часть рынка коммуникаций занимают устройства для передачи данных без проводов. Беспроводные решения широко применяются как в сетях передачи данных, так и в отдельных системах: для передачи данных в измерительных и управляющих системах, аудио- и видеоинформации в системах защиты и безопасности, кодов в системах навигации, а также для выполнения многочисленных задач M2M (machine-to-machine) автоматизации. Использование технологии Wi-Fi (Wireless Fidelity) также является одним из популярных решений для организации беспроводного доступа в Интернет. Ширина полосы частот стандарта Wi-Fi составляет 2400–2483,5 МГц. Модуль W24 (рис. 1) поддерживает две модификации Wi-Fi стандарта — IEEE 802.11b и IEEE 802.11g. Мощность передатчика составляет 17 дБм (50 мВт) и 15 дБм (32 мВт) соответственно. Выбор режима работы модуля выполняется при подключении автоматически.

Стандарт IEEE 802.11 описывает общий протокол управления доступом к передающей среде (Media Access Control, MAC) и несколько физических уровней беспроводных локальных сетей. На MAC-уровне решаются задачи по определению занятости радиоканала и управлению физическим уровнем для осуществления передачи фреймов с данными. Рассмотрим отличия стандартов IEEE 802.11b и IEEE 802.11g на физическом уровне. В первом случае в модуле W24 реализованы следующие схемы модуляции: BPSK, QPSK, CCK, DSSS. Во втором — BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, OFDM [1].

BPSK (Binary Phase Shift Keying) — двоичная фазовая манипуляция, один из основополагающих методов беспроводной передачи информации, основанный на изменении фазы высокой несущей частоты в зависимости от значений двоичных разрядов передаваемого сигнала. QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) — квадратная фазовая манипуляция, она отличается от BPSK использованием 4 возможных сдвигов фазы для каждой пары двоичных разрядов. CCK (Complementary Code Keying) — кодирование с использованием комплементарных последовательностей, предназначено для

увеличения скорости передачи и помехоустойчивости.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation) — квадратурная амплитудная модуляция. Биты данных представляются путем изменения центральной частоты передачи, а также изменения амплитуды сигналов в дополнение к сдвигам фазы. Применяется для повышения скорости передачи. В частности, в 64-QAM используются 64 комбинации фазы и амплитуды для кодирования одного символа разрядностью 6 бит.

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) — расширение спектра методом прямой последовательности, применяется с целью уменьшения как внутренних, так и внешних помех. Несущая частота модулируется цифровым кодом со скоростью передачи битов намного большей, чем полоса частот информационного сигнала.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) — мультиплексирование с разделением по ортогональным частотам, заключается в распределении модулированного сигнала по нескольким несущим частотам. Вследствие этого удается увеличить скорость передачи и снизить влияние помех, связанных с многолучевым распространением [2].

Рассмотрим некоторые функции, реализованные на MAC-уровне. Сканирование — процесс поиска точки доступа. При пассивном сканировании производится анализ уровня сигнала по каждому из доступных каналов с целью выбора соединения с наилучшим качеством сигнала. Данная информация поступает от одной или нескольких точек доступа, которые посылают в широкополосном режиме пакет-маяк (beacon). Пакет-маяк содержит информацию о точке доступа, включая идентификатор зоны обслуживания (SSID — Service Set Identifier) и поддерживаемую скорость передачи данных. В случае активного сканирования новая точка сети посылает широкополосный запрос и получает немедленный ответ в виде beacon-пакета.

В модуле W24 предусмотрено 3 различных конфигурации каналов: Европа — 13 каналов, США — 11 каналов, Япония — 14 каналов. W24 может работать в двух режимах: Infrastructure Station Mode (рассмотренный выше) и Ad-Hoc Station



Рис. 1. Внешний вид модуля W24

Mode (режим неплановой сети — Independent Basic Service Set, IBSS). Во втором случае ответственность по распределению beacon-пакетов распределяется между всеми точками.

W24 поддерживает два режима аутентификации: стандартный, основанный на проверке WEP-ключа (Wired Equivalent Privacy), и продвинутый — WPA2 (Wi-Fi Protected Access), основанный на применении симметричного алгоритма блочного шифрования AES (Advanced Encryption Standard). Аутентификация — одна из основополагающих категорий информационной безопасности, гарантирующая обеспечение подлинности путем проверки соответствия субъекта и того, за кого он себя выдает. В модуле W24 предусмотрены также механизмы защиты данных с использованием алгоритмов SHA (Secure Hash Algorithm, основная задача хеширования состоит в достижении наибольшего изменения выходного значения хеш-функции при незначительном изменении исходных данных) и 3DES (Data Encryption Standard, тройное применение стандартного алгоритма DES для увеличения длины ключа с 56 до 168 бит).

Открытость стандарта Wi-Fi позволяет различным пользователям, применяющим разные платформы, работать в одной и той же беспроводной локальной сети, что является довольно существенным фактором для беспроводных локальных сетей общего доступа. Благодаря этому, модули Wi-Fi обладают преимуществом по сравнению с модулями, использующими другие технологии беспроводной передачи данных. Разрабатывая систему на базе модуля

W24, нет необходимости создавать специальное устройство для сопряжения с персональным компьютером (ПК) или другим стандартным мобильным устройством (карманный ПК, коммуникатор, мобильный телефон).

## Сетевые сервисы W24

Модуль W24 включает web-сервер, который предназначен для взаимодействия по протоколу HTTP 1.0/1.1 независимо от основного процессора. Это позволяет системным разработчикам создавать web-приложения, в которых задачи взаимодействия, конфигурации и управления системой могут выполняться через Интернет с использованием стандартного web-интерфейса. Разработчики компании Motorola реализовали возможность хранения в памяти чипа двух web-сайтов. Первый сайт прозрачен для W24, так как служит для его конфигурации и обслуживания. Второй сайт загружается в модуль для непосредственного использования. Сайт может содержать html-страницы с перекрестными ссылками, ссылки на внешние страницы, а также рисунки, диаграммы, Java-апплеты и т. п. Специальные средства дают возможность разработчику осуществлять доступ к внутренним переменным приложения непосредственно из web-страниц.

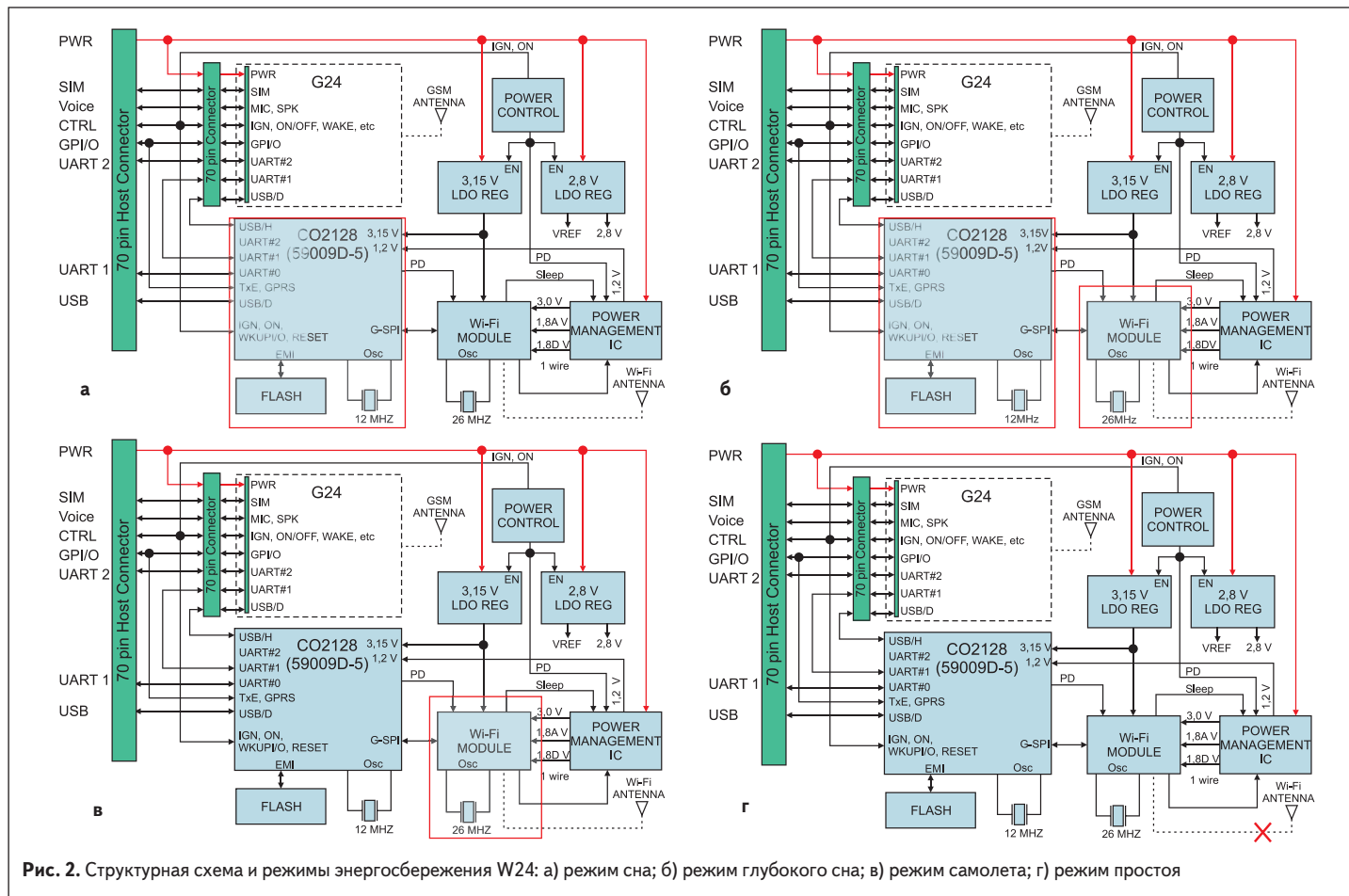
W24 позволяет организовать ограничение доступа для просмотра и изменения конфигурационных параметров с помощью запроса пароля. Для этого используется команда AT+iRPG (Remote Parameter Group/Password). Паролем можно защитить возможность обновления программного обеспечения модуля, а также доступ к web-сайту.

Существует возможность организации режима SerialNET, который расширяет локальное асинхронное последовательное соединение путем организации TCP/UDP-канала для передачи данных по беспроводной локальной сети или Интернет. Основная цель — предоставить устройствам, которые обычно используют последовательный интерфейс, доступ по сети без изменений протокола транзакций. В соответствии с данным требованием режим SerialNET определяет набор служебных параметров, задающих природу устанавливаемого сетевого соединения. Таким образом, модуль W24 служит маршрутизатором (router) между последовательным портом устройства и сетью. При этом обеспечивается режим полнодуплексной связи. Переход в режим SerialNET осуществляется с помощью команды AT+iSNMD. Предварительно следует задать параметры последовательного соединения: скорость передачи, количество бит данных в пакете, паритет, количество стоповых битов, тип управления потоком.

W24 поддерживает протоколы ftp, telnet, SSL3/TLS1, а также управление с использованием удаленного доступа. Подробная информация содержится в [3].

## Режимы работы W24

Разнообразие устройств различных производителей ставит перед современным разработчиком непростую задачу. Необходимо выбрать оптимальное решение, отвечающее требованиям по скорости обмена и потреблению энергии. Потребление тока в выключенном режиме



(off mode) составляет 0,1 мА. Рассмотрим способы включения и режимы энергосбережения модуля W24.

Напряжение питания модуля W24 составляет 3,3–4,2 В. При подаче напряжения на модуль W24 начинает работать схема управления питанием. Анализируются линии IGN (контакт 51) и ON\_N (контакт 53) [4]. Максимальное напряжение на линии «зажигания» (ignition) составляет 16 В, как и у GSM-модулей G24 [5]. Таким образом, управление включением модуля может осуществляться напрямую при включении автомобиля. Другой способ — управление внешним микроконтроллером или кнопкой. Для этого используется линия ON\_N. Она предназначена для управления сигналами, не превышающими 3,6 В. Переход в режим off mode из активного состояния может быть выполнен и программным способом, командой AT+iMRST, по аналогии с командой для модема G24 [6].

Sleep (рис. 2а) — режим, в котором отключены прикладные интерфейсы, но продолжает функционировать Wi-Fi. Потребление тока — 9–12 мА. Для перехода W24 в различные режимы энергосбережения служит команда AT+iPSE. Deep Sleep (рис. 2б) — отключение радиочастотного интерфейса и отсутствие анализа Wi-Fi сети. Переход в данный режим осуществляется, если не найдена точка доступа Wi-Fi. W24 периодически активизируется для повторного поиска и выполнения регистрации. В случае обнаружения точки доступа W24 выходит из режима Deep Sleep. Потребление тока — 4–6 мА.

Airplane (рис. 2в) — интерфейсы W24 активизированы, но радиочастотный блок отключен с целью исключения влияния дополнительных помех на системы связи управления воздушным судном. Потребление тока — 45–60 мА.

Idle (рис. 2г) — включены все интерфейсы и радиочастотный блок, функционирует Wi-Fi, но нет активной передачи данных. Данный режим устанавливается по умолчанию после включения модуля в рабочее состояние и успешного обнаружения точки доступа. Потребление тока — 125–150 мА.

Tx (режим беспроводной передачи) — данный режим можно назвать активным, поскольку именно в нем потребляется наибольшее количество энергии. По окончании передачи данных модуль возвращается в предыдущий режим (Sleep или Idle). Потребление тока — 190–250 мА. В случае совместного использования модулей W24 и G24 потребление тока может возрастать до 900 мА, пиковое значение тока в этом случае может достигать 2 А, например при подключении модема G24 к GSM-сети.

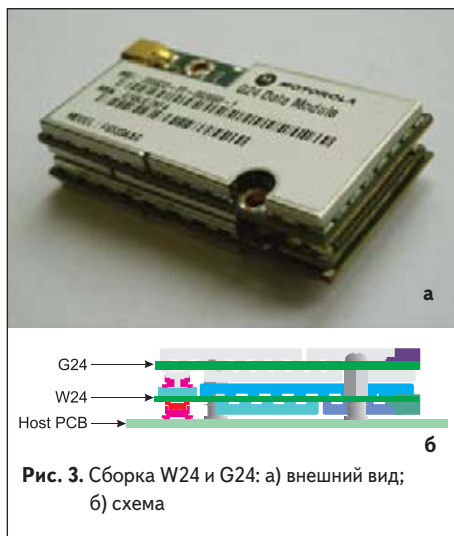
## Архитектура и интерфейс W24

Модуль W24 построен на базе чипсета беспроводной сети Wi-Fi Marvell 88W8686 802.11b/g. Цифровой блок модуля W24 (рис. 2) содержит: микроконтроллер, интерфейсы USB/UART, 1 Мбайт флэш-памяти и цифровые линии ввода/вывода. Цифровые линии служат, в частности, для индикации обнаружения коллизий с Bluetooth. Тактирование микроконтроллера выполняется с помощью кварцевого резонатора частотой 12 МГц. Радиочастотный блок тактируется кварцевым резонатором частотой 25 МГц

и включает следующие компоненты: усилитель высокочастотного аналогового сигнала, приемопередатчик, схему управления, антенный разъем, согласующий преобразователь, а также MAC-процессор и энергонезависимую память.

В состав W24 входит 8-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), анализирующий напряжение на аналоговом входе. Реализован следующий принцип срабатывания: при повышении/понижении заранее заданных уровней происходит индикация с помощью линий GPIO. Задаются значения параметров ADCL (Low) и ADCD (Delta). Если текущее значение напряжения превышает сумму ADCL+ADCD, то сигнал на цифровой линии, указываемой в параметре ADCP, принимает значение 1. Если измеряемое значение ниже ADCL, то сигнал устанавливается равным 0. Параметр ADCT (Time) задает интервал срабатывания выходного сигнала АЦП. С помощью команды AT+iRP19 имеется возможность немедленного считывания результата преобразования.

Модуль W24 может использоваться отдельно или совместно с GSM/GPRS-модемом G24(J) в виде компактной сборки — стекковая конфигурация (рис. 3). Для соединения с хост-платой применяется 70-контактный разъем [7], расположенный в нижней части модуля. Второй 70-контактный разъем расположен в верхней части модуля W24, он аналогичен разъему на хост-плате и необходим для соединения с модемом. Размер Wi-Fi модуля: 45,2×24,4×7,25 мм.



W24 содержит 3 независимых интерфейса: UART1, UART2, USB 2.0. Первичный последовательный порт UART1 имеет 8 линий и предназначен для передачи команд AT+i и Wi-Fi данных, а также для связи с модулем G24 и обновления программного обеспечения. Данный порт поддерживает стандартные значения настроек скорости передачи данных от 2400 до 230 400 бит/с, а также высокоскоростные — 1; 1,5 и 3 Мбит/с.

Пропускная способность модуля W24 зависит от типа используемого интерфейса и ограничений, которые накладывают механизмы защиты. При организации обмена данными по интерфейсу UART скорость обмена данными при отключенной защите составляет 400 кбит/с (upload) и 1000 кбит/с (download),

при включенной защите — 100 и 300 кбит/с. W24 также имеет интерфейс USB 2.0 Full Speed без поддержки функций HOST/HUB, который может быть использован для связи с ПК. В стековой конфигурации данный интерфейс может быть задействован для обмена данными между W24 и G24. Для этой цели предусмотрена команда AT+iHIF.

Использование интерфейса USB и отключение защиты обеспечит одинаковую скорость приема/отправки беспроводных данных, равную 800 кбит/с. Включение механизмов защиты приводит к скоростям, которые аналогичны при использовании порта UART.

## Вывод

В статье рассмотрены основные технические характеристики и конструктивные особенности Wi-Fi модуля W24. Уделено внимание набору web-сервисов. Отмечены возможности совместного использования модулей W24 с GSM/GPRS-модемами G24. Наличие различных режимов энергосбережения в модуле W24 позволяет минимизировать потребление энергии. С другой стороны, сравнительно высокая скорость передачи данных по Wi-Fi интерфейсу обеспечивает возможность использования модуля в приложениях для передачи изображений, а также аудио и видео в режиме реального времени. Поддержка современных протоколов защиты информации со стороны W24 обеспечивает безопасность передаваемых данных. Модуль W24 компании Motorola рекомендуется применять как в совместных решениях с GSM/GPRS-модемами G24, так и отдельно под управлением стандартных AT+i команд, а также совместно с модемом G24-J под управлением Java. Тестирование модулей W24 и G24 удобно производить с помощью отладочного средства «W24 Developer Kit», которое разработано специально для поддержки совместного использования W24 и G24 [9].

## Литература

1. W24 Wi-Fi Module. Short Technical Specification. May, 2008.
2. Гейер Дж. Беспроводные сети. Первый шаг / Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.
3. Motorola W24 Developer's Guide. AT+i Commands Reference Manual, Technical information. May, 2008.
4. Motorola W24 Developer's Guide. Module Hardware Description, Technical information. May, 2008.
5. Motorola G24 Developer's Guide. Module Hardware Description, Technical information. December 31, 2007.
6. Motorola G24 Developer's Guide. AT Commands Reference Manual, Technical information. December 31, 2007.
7. Molex connector 529910808 Pattern Dimension. Molex Inc. April, 2004.
8. Каулио В. В. Методы и средства разработки мидлетов для GSM-модемов G24-J компании Motorola // Беспроводные технологии. 2008. № 3.
9. Motorola W24 Developer's Guide. Developer's Kit, Technical information. May, 2008.