

# Энергоэффективный Wi-Fi-модуль A6501

для мобильных устройств и «Интернета вещей»

**В статье рассматриваются модули серии A650X производства компании AirM2M. Приведены основные характеристики различных представителей семейства, предложены варианты использования устройств в различных режимах.**

**Денис Можайков**  
Denis.Mozhaikov@euroml.ru

**Эдуард Тихонов**  
Tihonov@euroml.ru

**Сергей Дронский**

**В**ажнейшее преимущество беспроводной связи — большая гибкость в размещении оборудования и перемещении его по мере изменения задач и потребностей. В настоящее время возможность беспроводного подключения и управления составляет основу технологии «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT). Беспроводные устройства, установленные в удаленных и труднодоступных местах, можно контролировать и перенастраивать дистанционно. Во всех этих применениях важную, если не определяющую, роль играют низкая стоимость модуля, малые размеры, небольшое энергопотребление, различные режимы энергосбережения. Все эти факторы существенно влияют на принятие решения о возможности использовать такой модуль, уйти от ограниченный проводных интерфейсов и одновременно добавить новое качество устройству.

Конечно, в большинстве случаев при небольших размерах и малом энергопотреблении у подобных устройств есть свой минус — относительно невысокая скорость связи. Но в тех областях, где, в основном, используются описываемые в статье беспроводные модули, высокая скорость передачи не требуется. Хотя скорость последовательного интерфейса 900 кбит/с и скорость Wi-Fi-соединения 54 Мбит/с позволяют, по мнению авторов, передавать даже видео вполне приемлемого качества.

## Новый модуль A6501 от компании AirM2M

Компания «ЕвроМобайл» начала поставки в Россию Wi-Fi-модуля A6501, произво-

димого фирмой AirM2M. Модуль входит в семейство A650X, состоящее на текущий момент из трех моделей, и предназначен для энергоэффективных (в том числе портативных с батарейным питанием) устройств с поддержкой Wi-Fi.

Отличительные черты этого семейства и модуля A6501, в частности:

- малые размеры;
- низкое энергопотребление и различные режимы энергосбережения;
- выполнение пользовательских программ внутренним микропроцессором, что дает возможность создания одномодульных систем;
- программируемый веб-интерфейс;
- низкая стоимость.

Технические характеристики устройства приведены в таблице 1. Указанные свойства нового модуля обеспечивают ему широкий спектр возможных применений (как при обновлении уже разработанных устройств, так и при создании новых):

- охранные системы, объектовая охрана;
- контроль и управление доступом;
- приборы телеметрии (системы сбора и передачи данных от счетчиков электроэнергии, газа, тепла; маршрутизаторы, GSM/Wi-Fi-терминалы);
- POS-терминалы, кассовые аппараты;
- устройства телемедицины;
- GPS/ГЛОНАСС-трекеры;
- «умный дом»;
- инженерные системы зданий, строительные конструкции;
- домашние системы безопасности.

## Описание чипсета

Модули A650X построены на базе однокристальных процессоров ESP8266EX, выпускаемых шанхайской компанией Espressif System, которая является профессиональным разработчиком и производителем полупроводниковых чипсетов Wi-Fi и Bluetooth, предоставляющих уникальные беспроводные энергоэффективные решения для рынка IoT.

ESP8266 (рис. 1) представляет собой SoC очень высокой степени интеграции, включающей

Компания AirM2M — профессиональный разработчик и производитель беспроводных M2M-модулей. AirM2M специализируется на создании интеллектуальных решений, устройств «Интернета вещей» и связанных с этим направлений. AirM2M располагает двумя филиалами с отделами для разработок в г. Шанхай и Хефэй (Китай), большая часть сотрудников компании имеет опыт более 10 лет в области беспроводной связи. В ассортименте AirM2M — беспроводные модули связи (Wi-Fi/GPRS/GPS) и решения, адаптированные к применению в таких областях, как автомобильная электроника, бытовые приборы, обеспечение безопасности и т. п. Недавно компания вышла на рынок России и СНГ благодаря заключению эксклюзивного дистрибьюторского договора с ООО «ЕвроМобайл» — ведущим поставщиком беспроводных M2M-решений.

в себя процессор Xtensa LX106, оперативную память и высокочастотные узлы, что позволяет применять Wi-Fi TCP/IP-стек всего лишь с несколькими дополнительными компонентами. Чипсет появился на рынке осенью 2014 г. и сразу привлек к себе внимание: даже Arduino IDE для нее уже существует. Основные характеристики ESP8266:

- 802.11b/g/n;
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP;
- интегрированный стек протокола TCP/IP;
- интегрированный RF-переключатель, балансный трансформатор (balun), LNA, 24 дБм усилитель мощности и узлы сопряжения;
- интегрированные PLLs, регуляторы напряжения, DCXO и узлы управления питанием;
- выходная мощность +19,5 дБм в режиме 802.11b;
- ток утечки в режиме Power down менее 10 мкА;

- интегрированный экономичный 32-bit RISC CPU со встроенной памятью, который можно использовать для собственных приложений;
- интерфейс для дополнительной памяти;
- встроенный процессор MAC/baseband;
- режим управления QOS;
- SDIO 1.1/2.0, SPI, UART;
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO;
- A-MPDU & A-MSDU поддержка агрегированных пакетов;
- пробуждение и возобновление передачи пакетов менее чем за 22 мс;
- потребление мощности в режиме ожидания (Standby) менее 1 мВт (DTIM3);
- Интерфейс I<sup>2</sup>S для высокоточных аудио-приложений;
- встроенные линейные регуляторы напряжения; с низким падением для всех внутренних потребителей;

- уникальная архитектура высокостабильного тактового генератора;
- встроенные алгоритмы для WEP, TKIP, AES, WAPI.

Разработчики AirM2M реализовали в модуле A6501 все основные возможности чипсета, выведя наружу интерфейсы 1xUART, 1xADC, 1xI<sup>2</sup>C, 8xGPIO, 1xPWM. Что касается программного обеспечения, модуль A6501 представляет собой полностью готовое решение с прошивкой от AirM2M, документированным назначением выводов и не требующее никаких дополнительных элементов для работы.

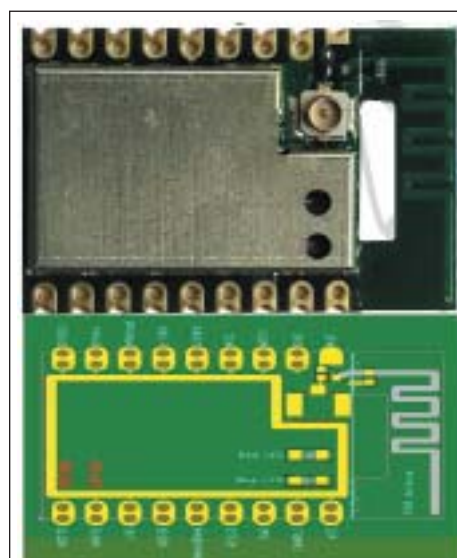
**Характеристики модулей**

Семейство A650X представлено тремя моделями: A6501 (рис. 2), A6501S (рис. 3) и A6502.

Модуль A6502 имеет малый размер и монтажные отверстия под разъем с шагом 1,27 мм.

**Таблица 1.** Основные характеристики модулей семейства A650X

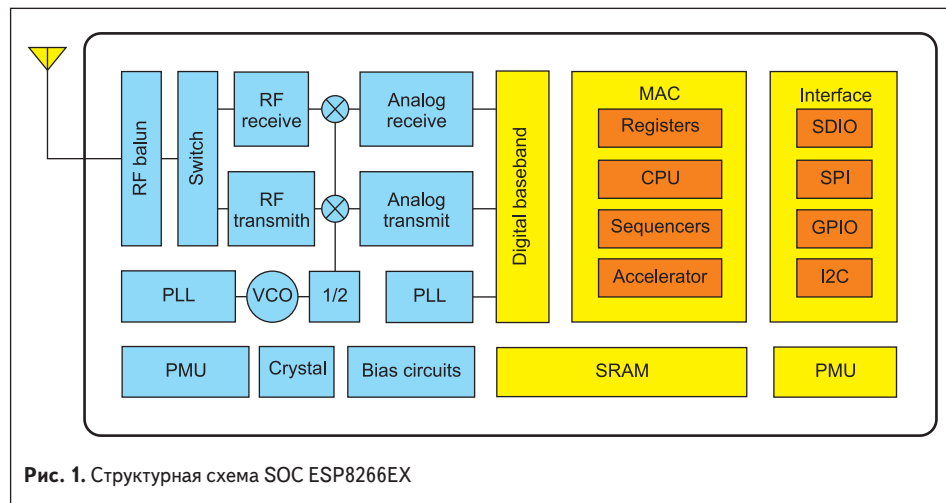
| Параметры Wi-Fi                 |  |
|---------------------------------|--|
| Беспроводной стандарт           | IEEE 802.11b/g/n   |
| Диапазон частот, ГГц            | 2,412-2,484  |
| Передаваемая мощность, дБм      | 802.11b: +18,5 +/-1 (11 Мбит/с)  |
|                                 | 802.11g: +16 +/-1 (54 Мбит/с)  |
|                                 | 802.11n: +15 +/-1 (HT20, MCS7)   |
| Чувствительность, дБм           | 802.11b: -91 (11 Мбит, CCK)  |
|                                 | 802.11g: -75 (54 Мбит/с, OFDM)   |
|                                 | 802.11n: -71 (HT20, MCS7)  |
| Параметры HD                    |  |
| Интерфейсы                      | UART IIC PWM GPIO ADC  |
| Напряжение питания, В           | 3-3,6  |
| GPIO, мА                        | до 15  |
| Энергопотребление               | Нормальный режим: 70 мА; пиковое значение: 215 мА                                  |
|                                 | Глубокий сон: <15 мкА  |
|                                 | Режим сна, среднее значение: 15 мА   |
|                                 | Режим «легкий сон» (Light Sleep): 0,9 мА   |
| Диапазон рабочих температур, °С | -40...+85  |
| Условия хранения                | Температура -40 °С, влажность 90%  |
| Размеры, мм                     | микроразъемная антенна: 16x24x3,3; внешняя антенна: 16x18,6x3,3                    |
| Последовательный интерфейс      |  |
| Скорость передачи               | 9600-921600 бит/с  |
| TCP-клиент                      | 4  |
| Параметры SW                    |  |
| Типы беспроводных сетей         | STA/AP/STA+AP  |
| Механизмы защиты                | WEP/WPA-PSK/WPA2-PSK   |
| Тип шифрования                  | WEP64/WEP128/TKIP/AES  |
| Обновление ПО                   | Последовательный порт, удаленное обновление «по воздуху»                           |
| Протоколы сети                  | IPv4, TCP/UDP/HTTP   |
| Конфигурирование модуля         | AT-команды; веб-интерфейс + PC-конфигуратор; Android/iOS / Smart Link конфигуратор |



**Рис. 2.** Внешний вид и назначение выводов модуля A6501



**Рис. 3.** Внешний вид и назначение выводов модуля A6501S



**Рис. 1.** Структурная схема SOC ESP8266EX

Таблица 2. Потребление тока модулем А6501 в различных режимах

| Режим   | Ток, мА |
|---|---------|
| Передача 802.11b ССК 1 Мбит/с, выходная мощность ±19,5 дБм  | 215     |
| Передача 802.11b ССК 11 Мбит/с, выходная мощность ±18,5 дБм | 197     |
| Передача 802.11g OFDM, 54 Мбит/с, выходная мощность ±16 дБм | 145     |
| Передача 802.11n MCS7, выходная мощность ±14 дБм            | 135     |
| Прием 802.11b, длина пакета 1024 байт, -80 дБм              | 60      |
| Прием 802.11g, длина пакета 1024 байт, -70 дБм              | 60      |
| Прием 802.11n, длина пакета 1024 байт, -65 дБм              | 62      |
| Режим поддержания системы                                   | 0,9     |
| Режим «глубокий сон»  | 0,01    |
| Режим энергосбережения DTIM1                                | 1,2     |
| Режим энергосбережения DTIM3                                | 0,86    |
| Режим «выключен»  | 0,05    |

Он не оснащен экраном, PCB-антенна расположена на модуле.

Модуль А6501S имеет несколько больший размер, содержит стабилизатор питания 5–3,3 В и шесть дополнительных выводов, размещенных с шагом 2,54 мм и дублирующих выводы сериал-интерфейса U1. Этот модуль также не имеет экрана и предназначен, в первую очередь, для разработчиков.

Модуль А6501 имеет размер 16×18,6×3,3 мм, питание 3,3 В, защищен экраном. В нем предусмотрены три различных способа подключения и использования антенны:

- микрополосковая антенна, размещенная на модуле;
- разъем I-PEX (U-FL) для подключения внешней антенны;
- отдельный вывод PIN10 для подключения внешней антенны.

Более подробно в статье будет рассмотрен модуль А6501 как основной, имеющий максимально интересный функционал.

Модуль А6501 имеет хорошую мощность передачи и чувствительность (18,5 и -91 дБм соответственно, стандарт 802.11b). Проведенные авторами опыты показали, что даже размещенной на плате микрополосковой антенны достаточно для уверенной связи на дистанции 366 м в прямой видимости. Со внешней антенной дистанция связи может достигать 450 м. Модуль

поддерживает все актуальные механизмы защиты, в том числе WPA2-PSK, что обеспечивает безопасную передачу данных.

Развитая периферия модуля включает в себя интерфейсы Serial, IIC (I<sup>2</sup>C), АЦП, выводы с ШИМ и выводы общего назначения. Интересно отметить, что раскладка портов по выводам определяется программно и зависит от автора конкретной прошивки. Это иногда может приводить к коллизиям — например, если в модуль заливается прошивка с иным расположением выводов для последовательных портов. После заливки прошивки через сериал-порт модуль перестанет откликаться по «старому» сериал-порту. Это не является неисправностью, просто теперь сериал порт размещен на других выводах. Скорость обмена по последовательному порту может достигать 921,6 кбит/с.

Разработчику следует помнить, что модуль А6501 питается напряжением 3,3 В и периферийные выводы не толерантны к 5 В. Подключать к модулю А6501 можно только датчики и внешние устройства, работающие с напряжением ввода/вывода не более 3,3 В. На борту модуля имеются достаточно большие емкости, что позволяет работать от маломощных источников питания.

Кроме того, модуль содержит сам процессор ESP8266EX, 1 Мбайт последовательной памяти, кварц, два светодиода. Перемигивание свето-

диодов при включении модуля свидетельствует о его корректном подключении.

Модуль поддерживает до четырех клиентских TCP-соединений. При создании клиентского соединения AT-командами со стороны внешнего микропроцессора каждое соединение получает свой номер. При передаче данных из А650X во внешний микропроцессор перед собственно данными передается идентификатор соединения, и программа обработки во внешнем микропроцессоре будет знать, для какого из четырех соединений поступили эти данные.

### Подключение, начало работы

Для начала работы с модулем требуются компьютер, переходник USB-to-TTL и источник питания 3,3 В/150 мА. Для включения модуля необходимо:

- подключить линии Rx, Tx;
- подключить питание (PIN7 GND, PIN9 VDD);
- установить перемычку между выводами PIN1 U1CTS и PIN2 U1RTS для работы аппаратного Flow control внутри модуля.

После включения модуль регистрирует точку доступа AirM2M и остаток MAC-адреса, который будет доступен с любого компьютера, планшета, телефона, оборудованных Wi-Fi.

### Энергопотребление и «спящий» режим

Модуль А6501 весьма экономичен: в режиме передачи ток потребления, измеренный специалистами компании «ЕвроМобайл», составил примерно 110 мА. В отличие от модулей с сотовой связью, в которых ток потребления в момент передачи может достигать 2 А, модуль А6501 увеличивает потребление тока всего на 60% в момент передачи (от 60 до 110 мА) (табл. 2).

Модуль А6501 на сегодня поддерживает один режим сна, включение которого происходит по AT-команде `AT+AMSLEEP=<mode>,<sleep_time>`. Дополнительно понадобится перемычка PIN6 RESET и PIN5 HeartBeat.

Несомненным плюсом данного «спящего» режима является очень короткое время выхода из «сна» — 22 мс. Выход из «сна» осуществляется посредством подачи внешним контроллером сигнала сброса, который прерывает действие AT-команды `AMSLEEP`.

### Режимы работы

Универсальность модуля открывает ему новые возможности применения в различных беспроводных приборах. Модуль А650X может работать в трех режимах (рис. 4):

- Универсальный STA-AP. В этом режиме модуль может быть одновременно и клиентом, и точкой доступа без перезагрузки.
- STA — клиент с подключением к точке доступа.
- AP — режим точки доступа 192.168.4.1.

Для смены режима следует обязательно перезагружать модуль:

AT+RST или PIN6 (RESET) low.

В заводской поставке не включен режим прозрачного моста между сериал-портом и Wi-Fi. Для включения такого режима надо зайти на веб-страницу модуля и сделать необ-

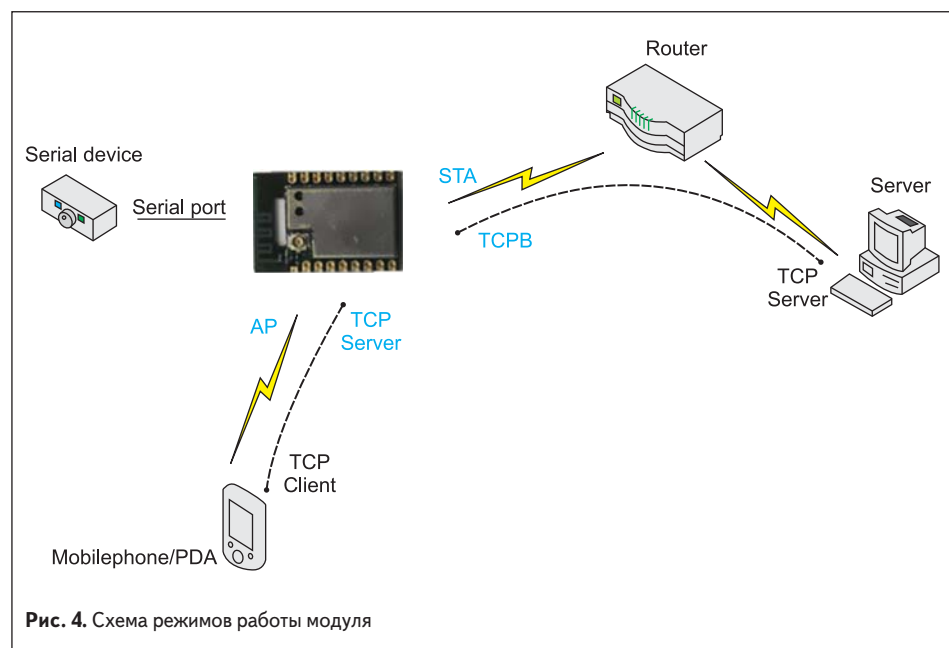


Рис. 4. Схема режимов работы модуля

ходимые настройки. Можно также сделать это путем подачи AT-команд от присоединенного к сериал-порту микропроцессора.

**Конфигурация и управление модулем**

Модуль A6501 имеет удобные и широкие ресурсы для конфигурирования своей работы. Изменить настройки можно через веб-интерфейс, PC-конфигуратор, программу Terminal и AT-командами.

PC-конфигуратор предоставляет пользователю непосредственно производитель AirM2M (рис. 5).

С модулем A6501 есть возможность работать через AT-команды, которые подразделяются на три группы (табл. 3):

- работа с аппаратной частью модуля («засыпание», настройка COM-порта, проверка прошивки и т. д.);
- работа с Wi-Fi (поиск и подключение сетей, проверка IP-адресов и т. д.);
- передача данных по COM-порту.

**SDK LUAm2m**

Помимо использования модуля со стандартной прошивкой AirM2M, можно использовать

**Таблица 3.** AT-команды модуля A6501 для внешнего управления и создания TCP/UDP-соединений

| Работа с аппаратной частью |   |
|----------------------------|---|
| AT+RST                     | Перезагрузка модуля                                     |
| AT+IPR                     | Установка скорости передачи UART                        |
| AT+VER                     | Версия FW   |
| AT+AMSLEEP                 | Команды SLEEP режима                                    |
| AT+CIUPDATE                | Обновление ПО по «воздуху»                              |
| AT+OPENLOG                 | Открыть лог   |
| ATE                        | Разрешить Command Echo                                  |
| AT+IFC                     | Установить Flow Control                                 |
| Работа с Wi-Fi             |   |
| AT+CWMODE                  | Выбрать режим Wi-Fi                                     |
| AT+CWLAP                   | Перечень доступных точек доступа                        |
| AT+CWJAP                   | Добавить точку доступа                                  |
| AT+CWQAP                   | Удалить точку доступа                                   |
| AT+CWSAP                   | Установка параметра в режиме AP                         |
| AT+AMMAC                   | Запрос MAC-адреса                                       |
| AP: AT+CAPR                | Запрос уровня сигнала                                   |
| AT+AMSL                    | Старт SMART LINK  |
| Передача данных по IP      |   |
| AT+CIPSTART                | Настройки TCP/UDP-соединения                            |
| AT+CIPSTATUS               | Установить TCP/UDP-режим                                |
| AT+CIPMUX                  | Старт мульти-соединения                                 |
| AT+CIPSEND                 | Отправить данные  |
| AT+CIPWND                  | Установить размер передаваемого TCP-пакета              |
| AT+CIPCCFG                 | Установить размер пакета для прозрачной передачи данных |
| AT+CIPCLOSE                | Закрывает TCP/UDP-соединение                            |
| AT+CIFSR                   | Получить локальный IP-адрес                             |
| AT+CIPSERVER               | Установить модуль в качестве сервера                    |
| +IPD and+RECEIVE           | Получить данные с сервера                               |
| AT+CIPMODE                 | Выбор TCP/IP-режима                                     |
| AT+CIPSCON                 | Сохранить настройки прозрачного режима                  |
| AT+CIPSTO                  | Time-out для работы сервера                             |
| AT+CIPQSEND                | Выбор непрозрачного режима передачи данных              |
| AT+CIPRCON                 | Установить время TCP-соединения                         |
| +++                        | Выключить прозрачный режим передачи данных              |



**Рис. 5.** Конфигурация и управление модулем

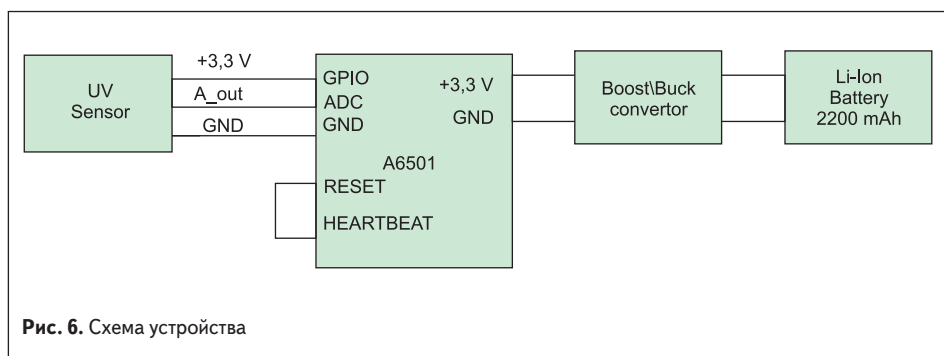


Рис. 6. Схема устройства

его внутренние ресурсы. Для этого производитель предоставляет пользовательскую SDK. Имеющаяся SDK обеспечивает разработчику возможность передачи/приема данных через интерфейс Wi-Fi и TCP/IP, благодаря чему разработчик может сосредоточиться на разработке приложения высокого уровня.

Предлагаемая библиотека предполагает простое использование соответствующих интерфейсов обмена для построения собственных приложений. Все функции библиотеки для реализации сетевого функционала на платформе ESP8266 IoT представлены разработчику в скомпилированном виде и, соответственно, скрыты от разработчика, а использование данного функционала представлено в заголовочных файлах. Для более подробного ознакомления с SDK и интерфейсом взаимодействия с предлагаемой библиотекой необходимо изучить документ AirM2M\_ESP8266\_SDK\_Programming\_Guide\_0009.

В стандартной поставке модуль имеет 1 Мбайт ОЗУ. Чипсет может работать с памятью объемом до 8 Мбайт. Программы занимают обычно около 200–300 кбайт, оставляя примерно 700 кбайт для использования по усмотрению пользователя. В SDK включены библиотеки lwIP, SSL, JSON. Также имеются примеры для работы с ядром LX106 данного модуля (работа линиями GPIO, интерфейсами I<sup>2</sup>C, SPI и UART).

### Обновление встроенного ПО

Модуль позволяет сделать перепрошивку микрокода через последовательный интерфейс и посредством механизма FOTA (Firmware Over The Air). Беспроводное обновление доступно, если модуль подключен к Интернету; процесс запускается одной командой `AT + CIUPDATE`, и чуть более чем через 1 мин модуль обновлен. Необходимо отметить, что FOTA-обновление скачивается только с сервера производителя, и изменить это нельзя.

Для перепрошивки модуля через последовательный порт производитель предоставляет специальный программный ресурс. Требуется изменить подключение модуля (PIN12 замыкается на «землю»). Прошивка имеет объем порядка 300 кбайт.

Перезагрузка модуля происходит очень быстро — менее чем за 100 мс. Если, например, использовать веб-интерфейс и в какой-то момент нажать кнопку сброса, то модуль перезагрузится настолько быстро, что задержка не будет заметна.

### Пример реализации устройства с батарейным питанием на базе модуля A6501

Рассмотрим возможную реализацию устройства измерения индекса ультрафиолета на пляже с передачей данных на большой монитор в лобби гостиницы (рис. 6). Воспользуемся способностью A6501 «уходить в сон» на максимум 4294 с и наличием аналого-цифрового преобразователя. Используем датчик ультрафиолетового излучения на базе УФ-фотодиода GUYA-S12SD (например, [www.waveshare.com/UV-Sensor.htm](http://www.waveshare.com/UV-Sensor.htm)). Такой датчик имеет аналоговый выход в диапазоне 0–3 В, что соответствует диапазону UV индекса 0–10. Аналоговый вход в A6501 работает с напряжениями до 1 В. Для уменьшения диапазона выходного напряжения воспользуемся удачно имеющимся подстроечным резистором на плате датчика и уменьшим выходной сигнал до 1 В. Питание на датчик будем подавать с GPIO для уменьшения потребления схемы в целом. Для питания схемы применим литиевый аккумуляторный элемент типа 18650 емкостью 2200 мАч. Поскольку напряжение аккумулятора меняется в процессе работы от 4,2 до 2,7 В, нам потребуется экономичный, микропотребляющий преобразователь, который будет работать в указанном диапазоне напряжения и выдавать стабилизированные 3,3 В для питания схемы. Чтобы процессор сам «просыпался», вывод HEARTBEAT необходимо подсоединить к выводу RESET.

Схема устройства показана на рис. 6.

Алгоритм работы может выглядеть так:

- начало работы;
- измерить сигнал на аналоговом входе;
- установить связь с сервером;
- передать показания;
- уйти в сон.

Проведем расчет времени работы такого устройства от одного литиевого аккумулятора емкостью 2200 мАч. Определим входные данные для расчета:

- ток потребления в рабочем режиме — 200 мА;
  - время работы программы до передачи данных на сервер — 4 с;
  - интервал между измерениями — 20 мин.
- Рассчитаем грубо время работы аккумулятора:

$$2200 \text{ мАч} / ((200 \text{ мА} \times 4 \text{ с} \times (60 \text{ минут} / 20 \text{ минут})) / 60) / 24 / 30 = 4,58 \text{ мес.}$$

Таким образом, примерное время работы составит более четырех месяцев. В реальности время работы может быть существенно больше,

поскольку нет никакого смысла передавать данные по UVi, когда сигнал на аналоговом входе мал (ночь, сумерки). Незначительная модификация алгоритма может почти вдвое увеличить время автономной работы устройства.

Модификация алгоритма для снижения потребления энергии:

- начало работы;
- измерить сигнал на аналоговом входе;
- если сигнал меньше порога, перейти в сон;
- если сигнал больше порога, включить Wi-Fi, установить связь с сервером;
- передать показания;
- уйти в сон.

В таком алгоритме будет экономиться энергия на передачу неактуальных данных.

### \*\*\*

В заключение перечислим еще раз ключевые особенности Wi-Fi-модуля A6501:

- малые массо-габаритные параметры;
- полностью готовый автономный модуль, не требующий внешних элементов;
- документированная прошивка от AirM2M;
- документированное назначение выводов;
- встроенная антенна, наличие разъемов для внешних антенн;
- установка связи на дистанции до 300 м;
- низкое энергопотребление, развитые режимы энергосбережения (возможность работать в устройстве с батарейным питанием);
- развитая система программирования, наличие фирменной SDK от производителя и бурно развивающаяся экосистема применения основы модуля — процессора ESP8266;
- программируемый веб-интерфейс;
- возможность работы в режиме точки доступа и клиента одновременно;
- развитая система ввода/вывода;
- наличие двух встроенных светодиодов для индикации работы и передачи.

Таким образом, используя энергоэффективный модуль A6501, его возможности автономной работы без дополнительных внешних элементов с внутренней программой, можно получить небольшой дешевый беспроводной датчик с большим временем автономной работы на аккумуляторе. ■

### Литература

1. <http://esp8266.ru/esp8266-sdk-1-0-1-and-datasheets/#more-957>
2. <http://cyber-place.ru/showthread.php?t=1458>
3. <http://cyber-place.ru/showthread.php?t=1909>
4. <http://homes-smart.ru/index.php/oborudovanie/bez-provodov-wi-fi/62-besprovodnoj-datchik-na-baze-esp8266-dlya-servisa-narodmon-ru>
5. <http://esp8266.ru/forum/>
6. <http://esp8266.ru/forum/forums/sdk/>
7. <http://esp8266.ru/forum/threads/razrabotka-biblioteki-malogo-webservera-na-esp8266.56/page-2>
8. <http://esp8266.ru/forum/threads/sdk-1-1-2.410/>
9. <http://cyber-place.ru/showthread.php?t=674&page=8>
10. <http://digitrode.ru/articles/213-ispolzovanie-wifi-modulya-esp8266-v-kachestve-datchika-s-vyhodom-v-internet.html>
11. [www.luam2m.com](http://www.luam2m.com)