

# Модуль радиосвязи HC-12

Олег Вальпа (sandh@narod.ru)

**Задача организации беспроводной связи между устройствами становится особенно актуальной с развитием технологий Интернета вещей. В статье приводится краткое описание недорогого модуля радиосвязи, выполняющего функцию беспроводного удлинителя интерфейса UART для любых микропроцессорных устройств, и рассказывается об особенностях его применения.**

## ВВЕДЕНИЕ

Довольно часто во многих сферах человеческой деятельности возникает необходимость осуществления беспроводной связи между объектами. Очевидно, что в данном случае предпочтительными являются надёжные, малогабаритные и недорогие устройства. Одним из приборов, удовлетворяющим таким требованиям, является миниатюрный модуль радиосвязи HC-12 [1], который доступен во многих интернет-магазинах и стоит около \$3. Его популярность особенно возрастает в эпоху развития Интернета вещей. Разработчики предлагают следующие сферы применения данного модуля:

- телеметрия и дистанционное управление в промышленности;
- автоматический дистанционный сбор данных;
- беспроводное управление роботами;
- беспроводные датчики;
- системы входа без ключа;
- устройства для охраны и безопасности;
- беспроводные компьютерные сети и т.п.

Данный список можно продолжать и далее: области применения модуля ограничены лишь фантазией радиолюбителей и инженеров.

## Описание модуля

Модуль HC-12 выполняет функцию беспроводного удлинителя интерфейса

са UART, не внося при этом никакой дополнительной информации в тракт передачи. Для наглядного представления функционального предназначения устройства на рисунке 1 приведены структурные схемы организации проводной и беспроводной связи. На рисунке 2 показан пример организации беспроводной радиосвязи между двумя контроллерами Arduino.

Модуль HC-12 позволяет обеспечить двустороннюю радиосвязь между двумя устройствами поочередно, т.е. в режиме полудуплексной связи. Кроме того, можно организовать поочередную связь между одним ведущим модулем и несколькими ведомыми на одном частотном канале. В связи с наличием в модуле HC-12 большого числа каналов можно организовать беспроводную связь для множества групп парных устройств, которые не будут мешать друг другу благодаря разнесению их каналов связи по частоте.

Технические характеристики беспроводного модуля HC-12:

- диапазон рабочих частот – 433,4...473,0 МГц;
- тип антенны – внешний;
- максимальная чувствительность приёмника – 124 дБм;
- максимальная мощность передатчика – 100 мВт (20 дБм);

- максимальная дальность передачи информации – 1000...1800 м на открытом пространстве в зависимости от режима работы;
- количество рабочих режимов – 4;
- количество уровней мощности – 8;
- количество каналов передачи данных – 100;
- тип встроенного микроконтроллера управления – STM8S003F3;
- интерфейс для связи с внешними устройствами – UART;
- напряжение питания – 3,2...5,5 В;
- потребляемый ток – 3,6...16 мА в зависимости от режима работы;
- максимальное потребление тока – не более 100 мА при передаче данных;
- потребление тока в ждущем режиме – 80 мкА;
- способ настройки модуля – AT-команды.

Заводские параметры модуля HC-12 имеют следующие значения:

- интерфейс UART: скорость – 9600 бод, информационных бит – 8, стоп-бит – 1, контроль чётности – отключён;
- номер канала – 001 на частоте 433,4 МГц;
- мощность передачи – 100 мВт.

По сравнению с беспроводными Bluetooth-устройствами модуль связи HC-12 имеет следующие преимущества: больший радиус связи, малое потребление тока, низкая стоимость, возможность использования внешней антенны.

## Конструкция модуля

Конструктивно модуль HC-12 представляет собой печатную плату с установленными с двух сторон элементами. Внешний вид модуля с обеих сторон показан на рисунке 3. По краям платы имеются контактные отверстия диаме-

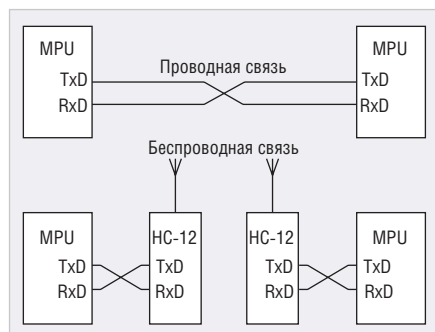


Рис. 1. Организация проводной и беспроводной связи

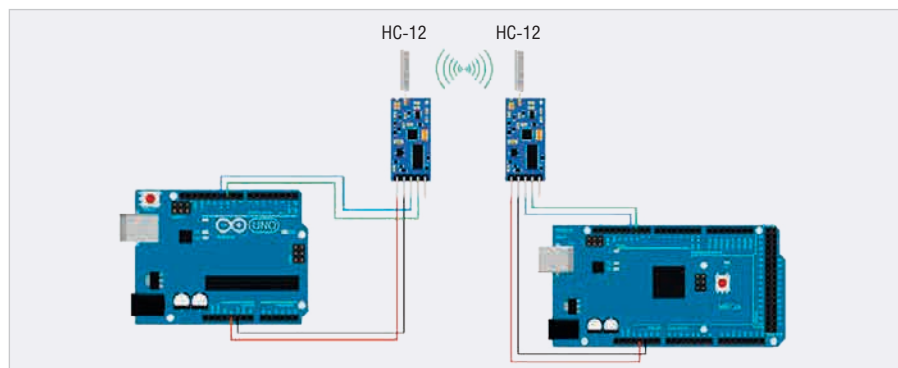


Рис. 2. Организация связи между двумя контроллерами Arduino

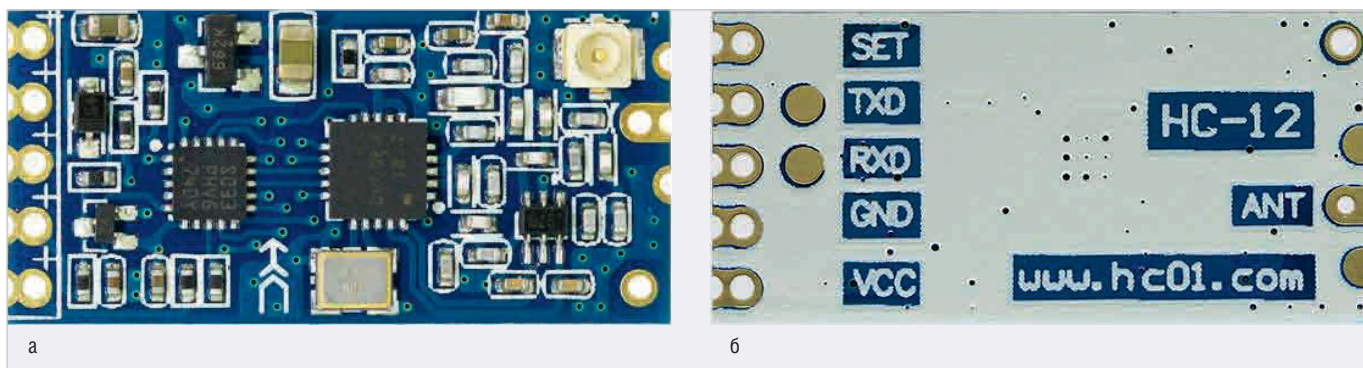


Рис. 3. Модуль радиосвязи HC-12: а) вид сверху; б) вид снизу

тром 1 мм для подключения основных цепей модуля, поддерживающие установку соединителя типа PLS. Нумерация всех выводов модуля и его основные размеры представлены на рисунке 4. Назначение всех выводов модуля приведено в таблице 1. Антенна может подключаться к модулю HC-12 двумя способами:

- к контакту ANT1 через разъём типа IPREX20279-001E-03;
- пайкой витого отрезка провода к контакту ANT2.

Вывод SET необходим для установки параметров модуля при помощи AT-команд. Этот вывод на плате модуля подключён через резистор 10 кОм к плюсу источника питания. Для чтения или изменения параметров модуля необходимо на время данной операции соединить вывод SET с общим выводом.

Модуль HC-12 построен на базе микросхемы приёмопередатчика (трансивера) SI4463 в корпусе QFN-20. Задающим генератором этой микросхемы служит кварцевый резонатор на 30 МГц. Микросхема трансивера SI4463 обеспечивает двунаправленную радиосвязь и имеет интерфейс связи SPI, с помощью которого она обменивается данными с управляющим микроконтроллером STM8S003F3 [2]. Схема подключения трансивера к управляющему микроконтроллеру показана на рисунке 5.

Управляющий микроконтроллер STM8S003F3 осуществляет преобразование интерфейсов. Он получает извне команды и данные по интерфейсу UART, преобразует и транслирует их в трансивер SI4463 через интерфейс SPI, а принятые трансивером по радиоканалу данные транслирует обратно через UART. Таким образом осуществляются передача и приём данных по радиоканалу через интерфейс UART. Управляющий микроконтроллер STM8S003F3

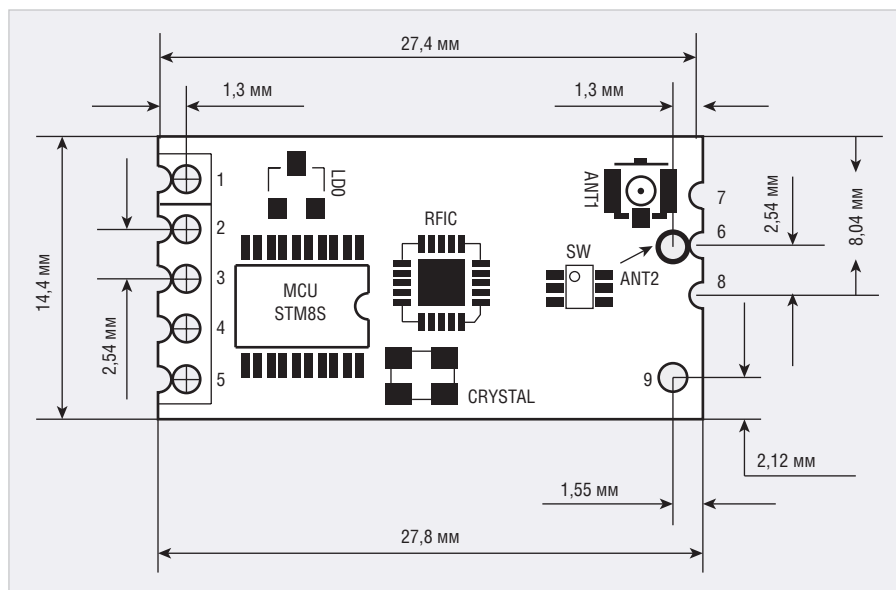


Рис. 4. Нумерация выводов и размеры модуля

Таблица 1. Назначение выводов модуля HC-12

Контакт	Обозначение	Тип вывода	Назначение
1	VCC	Вход питания	Напряжение питания от 3,2 до 5,5 В
2	GND	Общий вывод	Общий
3	RXD	Вход	Вход приёмника UART
4	TXD	Выход	Выход передатчика UART
5	SET	Вход	Вход установки параметров
6	ANT2	Вход-выход	Соединитель антенны типа 2
7	GND	Общий вывод	Общий
8	GND	Общий вывод	Общий
9	NC	Не подключён	Не используется
ANT	ANT1	Вход-выход	Соединитель антенны типа 1

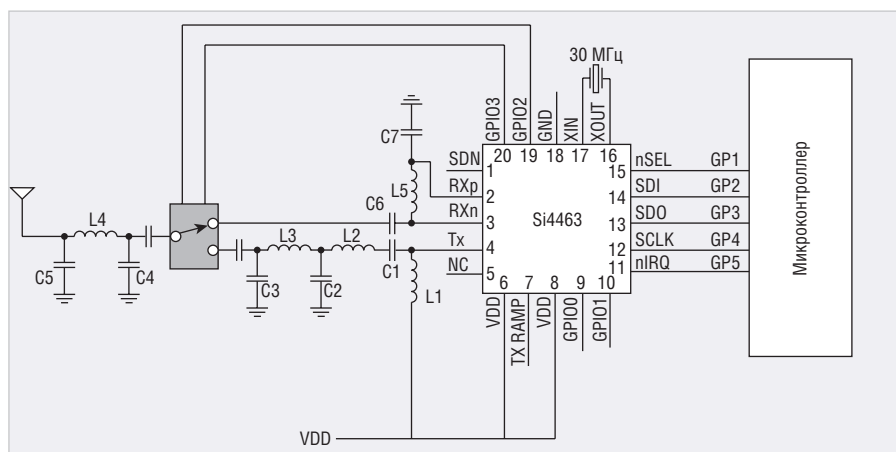


Рис. 5. Схема подключения трансивера к микроконтроллеру

Таблица 2. Перечень AT-команд

Команда	Ответ	Описание
AT	OK или ERROR	Тестовая команда
AT+Bn	OK+Bn	Команда изменения скорости передачи данных в бодах, где <i>l</i> может принимать следующие значения: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, и 115200
AT+Cn	OK+Cn	Команда изменения номера канала связи, где <i>l</i> может принимать значения от 1 до 127. Шаг частоты канала 400 кГц. При больших расстояниях и скоростях передачи более 9600 бод с целью повышения устойчивости связи рекомендуется не использовать частоты пяти соседних каналов относительно установленного
AT+FU1	OK+FU1	Команда выбора режима работы FU1. Это режим сохранения энергии с потребляемым током 3,6 мА
AT+FU2	OK+FU2	Команда выбора режима работы FU2. Это экстремальный режим сохранения энергии с потребляемым током 80 мкА
AT+FU3	OK+FU3	Команда выбора режима работы FU3. Это режим полной скорости с потребляемым током 16 мА
AT+FU4	OK+FU4	Команда выбора режима работы FU4. Это режим обеспечения максимальной дальности с потребляемым током 16 мА на скорости 1200 бод с количеством информации не более 60 байт. Для предотвращения потери данных рекомендуется использовать интервал передачи пакетов =2 с
AT+Pn	OK+Pn	Команда выбора передающей мощности, где <i>l</i> может принимать значения от 1 до 8, соответствующие мощности передатчика –1, 2, 5, 8, 11, 14, 17 и 20 дБм
AT+RB	OK+B9600	Запрос параметра скорости UART модуля
AT+RC	OK+RC001	Запрос параметра канала радиопередачи модуля
AT+RP	OK+RP:+20дБм	Запрос параметра мощности радиопередачи модуля
AT+RF	OK+FU3	Запрос параметра режима работы модуля
AT+RX	OK+B9600 OK+RC001 OK+RP:+20дБм OK+FU3	Запрос всех параметров модуля: скорости UART, канала радиопередачи, мощности радиопередачи и режима работы
AT+Uxyz	AT+Uxyz	Команда установки параметров интерфейса UART, где <i>x</i> – количество информационных бит от 1 до 9; <i>y</i> – бит чётности данных: <i>N</i> – отсутствует, <i>O</i> – нечётный, <i>E</i> – чётный; <i>z</i> – длительность стоп-бита: 1 – 1 битовый интервал, 2 – 2 битовых интервала, 3 – 1,5 битовых интервала
AT+V	www.hc01.com HC-12_V2.4	Запрос информации о производителе, модели и версии программного обеспечения модуля
AT+SLEEP	OK+SLEEP	Команда переключения модуля в спящий режим с током потребления 22 мкА. Для вывода модуля из спящего режима необходимо послать любую другую AT-команду
AT+DEFAULT	OK+DEFAULT	Установка заводских параметров и настроек модуля

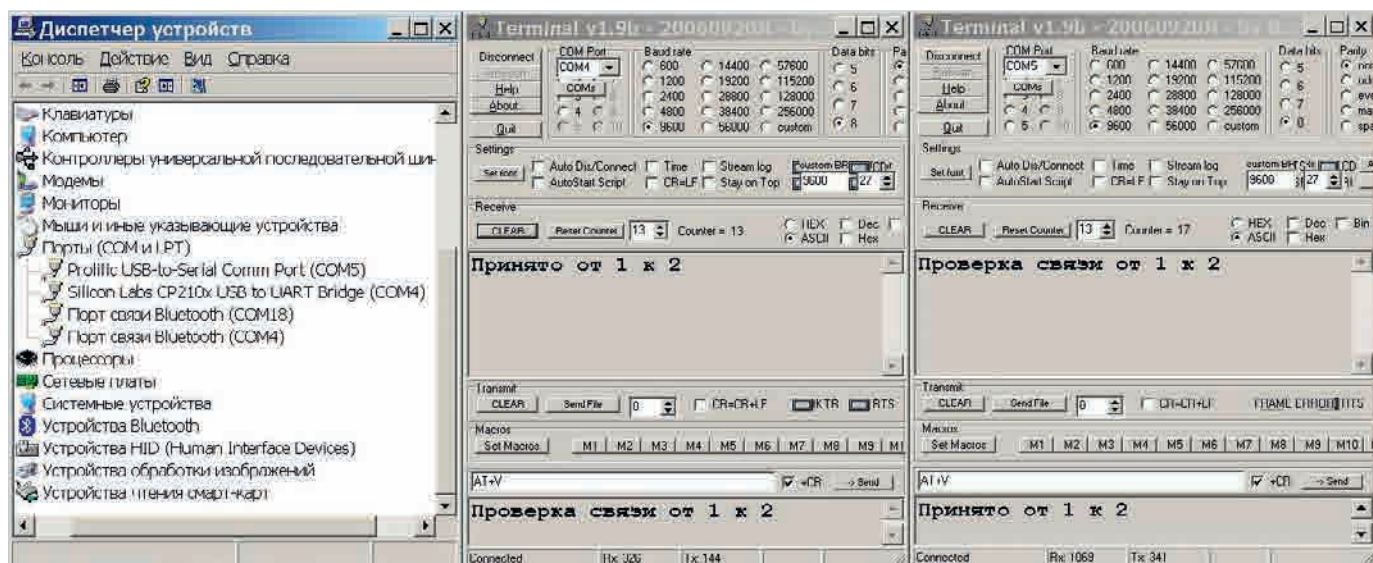


Рис. 6. Окна тестирования модулей связи HC-12

позволяет упростить взаимодействие с трансивером SI4463, выполняя все операции по преобразованию данных и управлению трансивером, в результате чего становится возможным управление модулем HC-12 посредством простых AT-команд через интерфейс UART.

**ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ AT-КОМАНДЫ**

Для установки параметров модуля используется небольшой набор AT-команд, перечень которых приведён в таблице 2. Все AT-команды должны заканчиваться специальным символом возврата каретки, имеющим шестнадцатеричный код 0x0D. Ответные сооб-

щения модуля имеют в конце два символа: возврат каретки 0x0D и перевод строки 0x0A. В большинстве языков программирования эти символы записываются как `\r` и `\n` соответственно. Данный факт следует учитывать при создании программ управления модулем и автоматического распознавания его ответов.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЕЙ**

Для подключения модуля HC-12 к компьютеру используется стандартный преобразователь интерфейсов USB-UART. После подачи питания модуль начинает работать с заданными параметрами. При разработке схем с при-

менением модулей HC-12 необходимо учитывать следующие факторы:

- не рекомендуется нагружать сигнал TXD UART светодиодом, т.к. это может привести к ошибкам передачи данных;
- при динамической смене параметров модуля после подключения вывода SET к нулевому потенциалу необходимо сделать паузу длительностью не менее 40 мс перед тем как посылать AT-команды;
- после отключения вывода SET от нулевого потенциала и перед тем как начать передачу данных, необходимо подождать не менее 80 мс;
- пиковый ток модуля составляет 100 мА, поэтому при выборе источ-

ника питания рекомендуется применять электролитические конденсаторы по питанию ёмкостью не менее 100 мкФ;

- после выхода из режима команд модуль должен находиться в состоянии покоя не менее 200 мс, прежде чем снова войти в режим AT-команд.

### ТЕСТИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ

Проверку работоспособности модулей HC-12 можно осуществить с помощью одного компьютера и двух преобразователей интерфейсов USB-UART. Модули необходимо подключить с помощью преобразователей интерфей-

сов USB-UART к компьютеру. При таком подключении в диспетчере устройств компьютера должны появиться два новых устройства в группе COM-портов. Номера этих портов нужно знать для открытия портов в двух терминальных программах. При исправных модулях HC-12 вводимая в окне первой терминальной программы информация должна отображаться в окне второй программы и наоборот. Корректное отображение вводимых данных в окнах программ свидетельствует об установленной двусторонней радиосвязи между COM-портами. На рисунке 6 показано окно диспетчера устройств компью-

тера и окна терминальных программ для тестирования модулей связи HC-12.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, следует отметить, что благодаря малым габаритам, низкому энергопотреблению, небольшой стоимости и широкой доступности модуль радиосвязи HC-12 может успешно применяться во многих проектах для организации беспроводной связи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. www.hc01.com
2. www.st.com



## НОВОСТИ МИРА

### РАЗРАБОТКА «РОСЭЛЕКТРОНИКИ» ПОЗВОЛИТ ОБНАРУЖИТЬ ДЕФЕКТЫ В ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Холдинг «Росэлектроника» Госкорпорации Ростех ввёл в эксплуатацию ускоритель электронов для радиационной дефектоскопии атомно-энергетического оборудования. Формируя качественное изображение

с высоким пространственным разрешением, разработка позволяет методом неразрушающего контроля обнаруживать в металле различные скрытые дефекты.

В качестве источника ионизирующего излучения в дефектоскопе используется ускоритель электронов, разработанный НПП «Торий» (входит в «Росэлектронику») совместно с Лабораторией электронных ускорителей МГУ. Оборуд-

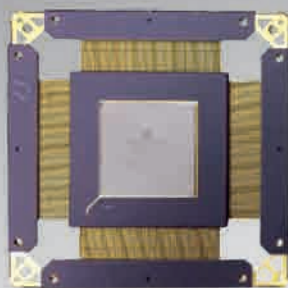
ование отличается от аналогов возможностью настройки оптимальных параметров излучения в зависимости от характеристик контролируемого объекта. Работа аппаратуры контролируется оператором с помощью панели управления, а диагностика неисправностей может осуществляться по линиям связи дистанционно.

*Пресс-служба холдинга  
«Росэлектроника»*

## АО «ВЗПП-С»

Тел/Факс: (473) 223-69-51  
e-mail: market@vzpp-s.ru  
www.vzpp-s.ru

### Программируемые логические интегральные схемы



**ПЛИС 5578ТС094**

ТУ-АЕНВ.431260.423ТУ

Функци. зарубежный аналог:  
EP3C25 ф. Altera  
Ёмкость, сист. вентиляей 1200 000  
Количество эквивалентных логических элементов 24 624  
Напряжение пит. ядра  $1,2 \pm 0,05$  В  
Напряжение пит. периф.  $2,5 \pm 5\%$   
4 блока ФАПЧ

Корпус МК 4251.304-2

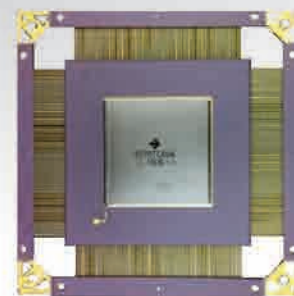


**ПЛИС 5578ТС084**

ТУ-АЕНВ.431260.422ТУ

Функци. зарубежный аналог:  
EP3C16 ф. Altera  
Ёмкость, сист. вентиляей 800 000  
Количество эквивалентных логических элементов 15 408  
Напряжение пит. ядра  $1,2 \pm 0,05$  В  
Напряжение пит. периф.  $2,5 \pm 5\%$   
4 блока ФАПЧ

Корпус МК 4248.144-1



**ПЛИС 5578ТС064**

ТУ-АЕНВ.431260.402ТУ

Функци. зарубежный аналог:  
EP3C55 ф. Altera  
Ёмкость, сист. вентиляей 3 000 000  
Количество эквивалентных логических элементов 55 856  
Напряжение пит. ядра  $1,2 \pm 0,05$  В  
Напряжение пит. периф.  $2,5 \pm 5\%$   
Интерфейс LVDS  
4 блока ФАПЧ

Корпус МК 4254.352-1