

Комплексный подход

к построению саморегулирующихся беспроводных сетей сбора данных

Кирилл Канкулов
kirill.kankulov@eltech.spb.ru

Введение

Радиомодемы (радиомодули) для передачи данных на нелицензируемых частотах достаточно широко представлены на нашем рынке, и разработчику требуется только выбрать наиболее подходящее для конкретной задачи решение. Помимо технических характеристик, таких как чувствительность, дальность действия, пропускная способность канала, очень важным, а в некоторых случаях и основным определяющим фактором является наличие предустановленного программного обеспечения. Вопросы о программной «начинке», а точнее, о реализации сетевого протокола, — вот что чаще всего встречается в запросах российских разработчиков о характеристиках радиомодулей. В статье будут представлены модули компании Radiocrafts (рис. 1), отличительной особенностью которых является широкий спектр поддерживаемых протоколов, реализованных на единой аппаратной платформе.

Модули компании Radiocrafts могут применяться:

- в системах сбора данных с удаленных датчиков;
- в сигнализациях и охранных системах;
- в системах мониторинга;
- в уличном освещении;
- в системах АСКУЭ.



Рис. 1. Внешний вид модуля Radiocrafts

Аппаратная платформа с реализованными сетевыми протоколами

Радиомодемы от Radiocrafts представлены несколькими аппаратными платформами (их краткие характеристики приведены в таблице):

- RC11xx — наиболее популярная группа радиомодемов, работающих на частотах 433/868/915 МГц. Пропускная способность таких модулей 1,2–100 кбит/с.
- RC12xx — группа узкополосных модулей с частотой 25 кГц и скоростью передачи данных 2,4 кбит/с.
- RC2400/2500 — радиомодемы, работающие на частотах 2400 МГц и имеющие реализацию ZigBee-стека.

Т а б л и ц а . Краткие характеристики радиомодемов Radiocrafts

Модули		RC11xx	RC12xx	RC2400/2500
Параметры				
Частотные диапазоны, МГц		433/868/915	433/868/915	2400–2483
Количество каналов		16	69	83
Скорость передачи данных, кбит/с		1,2–100	4,8	1,2–100
Напряжение питания, В		2,0–3,9	2,8–5,5	2,0–3,6
Чувствительность, дБм		110	115	105
Потребление тока	Передача данных, мА	37	26	27
	Прием данных, мА	22	20,2	25
	Режим SLEEP, мкА	0,3	0,9	0,4
Дальность действия, м		8–800; модули HP (High Power) — до 6 км	8–800; модули HP — до 4 км	8–800; модули HP — до 4 км
Габариты, мм		12,7×25,4×3,5		
Промышленный диапазон рабочих температур, °С		–40...+85		

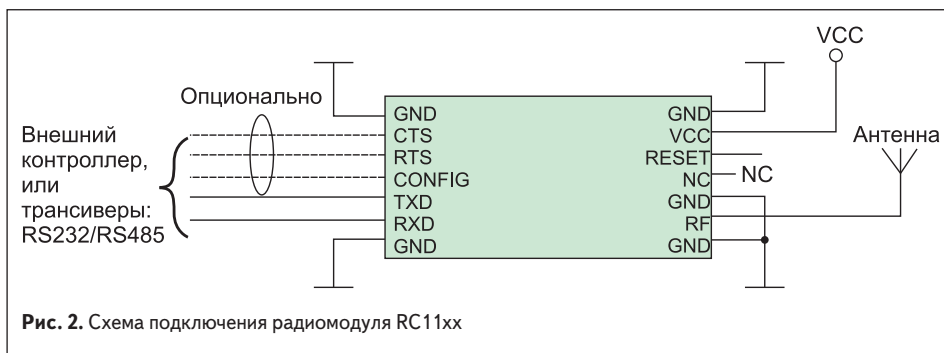


Рис. 2. Схема подключения радиомодуля RC11xx

Рассмотрим более подробно группу модулей RC11xx, являющуюся наиболее многочисленной, на базе которой реализованы основные беспроводные сетевые протоколы. При разработке новой продукции специалисты Radiocrafts ставили себе задачу максимально упростить для потребителей процесс внедрения радиоинтерфейсов в оборудование. Ведь простота интеграции устройств в конечное изделие уменьшает общее время разработки и снижает ее стоимость. В результате усилий разработчиков компании получилась очень интересная и достаточно простая в использовании аппаратная платформа. На рис. 2 видно, что для интеграции модуля достаточно подключить его выводы RX и TX к выводам RX, TX интерфейса UART внешнего микроконтроллера, подвести питание и подключить антенну. Это необходимый минимум для включения модуля и проверки его работоспособности.

Беспроводные сетевые протоколы

Модули RC11xx поддерживают следующие типы сетевых протоколов:

- RC232 — протокол, разработанный специалистами Radiocrafts и, по сути, реализующий «радиоудлинитель» для интерфейса RS232/485.
- KNX — протокол, принятый как официальный для использования в системах «Умный дом» [3].
- M-BUS — промышленный протокол, используемый в системах сбора данных с газосчетчиков и счетчиков воды, а также в системах АСКУЭ [2].
- TinyMesh — протокол для построения Mesh-сетей.

Более подробно мы остановимся на последнем, как наиболее интересном варианте для построения сетей промышленного назначения.

Протокол TinyMesh

Mesh-сеть — это вид децентрализованной сети, в которой каждый из узлов может быть маршрутизатором. Каждый узел в такой сети должен не только фиксировать и распространять свои собственные данные, но также служит в качестве ретранслятора для других узлов, то есть он должен взаимодействовать с соседними узлами с целью распространения данных в сети. Mesh-сеть является самоорганизующейся и самовосстанавливающейся в силу того, что каждый из узлов может взять на себя функции

роутера и координировать работу своей подгруппы. Функция самовосстановления позволяет перестроить сеть в случае выхода из строя одного из узлов или ухудшения качества связи.

Протокол TinyMesh представляет собой разновидность Mesh-сетей (рис. 3) и обладает всеми их преимуществами. Сеть TinyMesh имеет древовидную структуру, которая в самом простом варианте состоит из одного шлюза и одного маршрутизатора. Конечный узел всегда подключается к роутеру. В одной сети может быть несколько шлюзов, которые распределяют между собой рабочую нагрузку. Но стоит отметить, что в таком варианте возможны случайные дубликаты пакетов, которые сервер должен правильно обработать. Каждый узел сети может выступать в качестве шлюза, роутера или конечного узла:

- шлюз — необходимый элемент сети, который подключается к магистральному каналу данных через Ethernet, GPRS, PLC или просто к промышленному компьютеру;
- роутер выполняет функцию ретранслятора или точки доступа для конечных узлов;
- конечный узел — это модуль, подключенный непосредственно к устройству и в нормальном состоянии находящийся в режиме ожидания и, соответственно, пониженного энергопотребления. Конечная точка передает данные роутеру по запросу внешнего контролера.

Построение сети всегда начинается с назначения одного из модулей шлюзом. Все остальные узлы по умолчанию назначаются роутерами

с собственными уникальными идентификаторами, но общим идентификатором сети. Сам процесс построения сети выглядит так: все включаемые узлы переходят в режим ожидания и слушают эфир. Шлюз начинает приглашать все соседние узлы присоединиться к нему для формирования сети. Роутеры обнаруживают присутствие шлюза и, если уровень радиосигнала находится в заданных пределах, подключаются к шлюзу. Далее все успешно подключенные роутеры начинают, в свою очередь, приглашать к объединению в сеть новые близлежащие роутеры. Таким образом, построение сети переходит на следующий уровень. Далее все повторяется уже для новых узлов и продолжается до полного построения сети.

Все процессы маршрутизации и выбора наиболее оптимального пути проходят в фоновом режиме работы сети. Каждый из узлов имеет таблицу с маршрутом и адресами актуальных соседей. При этом в случае обрыва связи и, соответственно, потери маршрута узел, проанализировав ситуацию, может переорганизовать таблицу адресов и перестроить маршрут для эффективной работы в сети. Так реализуются функции самоорганизации и восстановления Mesh-сетей, что делает их очень надежными и устойчивыми к повреждениям.

Типы пакетов

Протокол поддерживает два способа передачи данных — прозрачный и пакетный. В прозрачном режиме данные, передаваемые шлюзом, направляются сразу всем роутерам и без изменений перенаправляются в последовательный интерфейс UART. От роутера данные отправляются непосредственно в шлюз без изменений, при этом нет как такового контроля передачи данных. В пакетном режиме данные передаются от шлюза на конкретный роутер. В этом режиме возможно получение и передача данных не только от последовательного интерфейса, как в прозрачном режиме, но и от аналоговых входов и выходов радиомодуля. Также в пакетном режиме осуществляется проверка доставки данных.

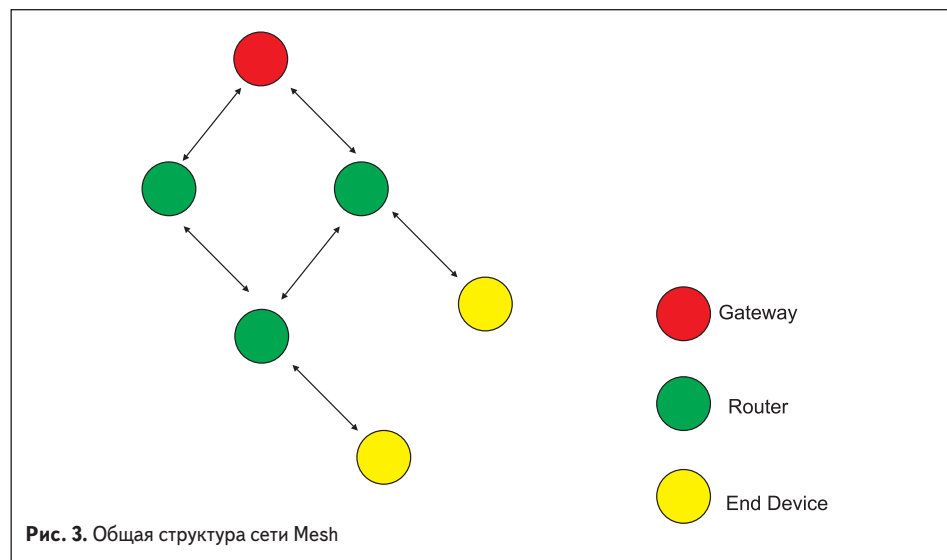


Рис. 3. Общая структура сети Mesh

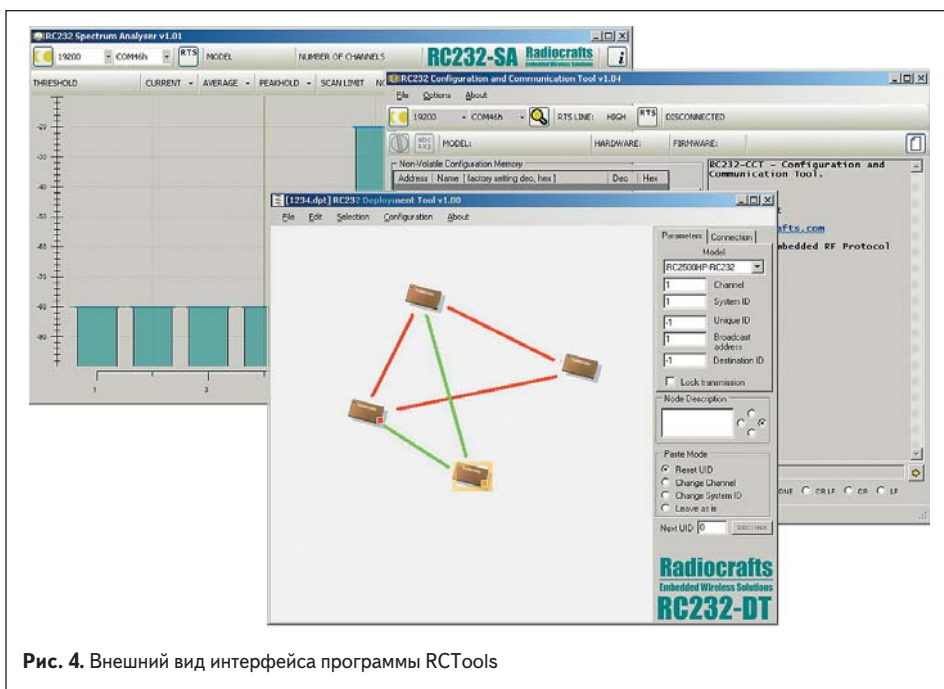


Рис. 4. Внешний вид интерфейса программы RCTools

Утилита RCTools

Для удобной диагностики сети и просмотра ее структуры компанией Radiocrafts разработана специальная программная утилита RCTools (рис. 4).

RCTools через последовательный COM-порт подключается к радиомодулю и позволяет:

- протестировать работу сети;
- отправить и принять данные;
- получить данные о качестве радиоканала;
- визуально увидеть структуру сети.

Утилиту RCTools можно бесплатно загрузить с официального сайта Radiocrafts [2].

Реализация GSM-шлюза

Наш обзор был бы неполным без примера шлюза. Помимо радиомодемов, продукция Radiocrafts также представлена платами RC1180_IESM, которые являются картами расширения для GSM-модемов Fastrack Xtend производства компании Sierra Wireless (рис. 5).

Карта подключается к терминальному модему, превращая его в полноценный радиошлюз с доступом в Интернет. Особенность

модема Fastrack Xtend в том, что у него есть встроенная операционная система OpenAT, которая позволяет исполнять пользовательские приложения без участия внешнего процессора или контроллера. Таким образом, в случае использования GSM-модуля с картой расширения (рис. 6) мы получаем отличную возможность для создания сети сбора данных и дистанционного управления путем подключения модема к удаленному серверу.

GSM-модем будет выполнять роль шлюза, автоматически передавая все получаемые данные на сервер или, получая их от сервера, будет сразу передавать в радиосеть. Программу для работы с GSM-модемом также можно загрузить бесплатно с сайта Radiocrafts.

Заключение

В завершение статьи подчеркнем, что компания Radiocrafts предлагает не просто радиомодули с поддержкой сетевого протокола, а комплекс программных и аппаратных средств, позволяющий организовать беспроводную сеть сбора данных или управления



Рис. 5. Внешний вид карты расширения IESM



Рис. 6. GSM-модем Fastrack Xtend и карта расширения IESM

удаленными устройствами. В этот комплекс входят все необходимые элементы: начиная от конечных узлов на основе радиомодулей с надежным сетевым протоколом, объединяющим их в единую самоорганизующуюся и устойчивую сеть, и заканчивая GSM-шлюзами для организации передачи данных на удаленный сервер.

В следующей статье мы продолжим знакомство с радиомодулями компании Radiocrafts, поддерживающими работу в сети TinyMesh, подробнее остановимся на оценке эффективности работы этой сети и расчета времени доставки сообщений, рассмотрим возможности и принципы работы с программной утилитой RCTools. ■

Литература

1. Mesh/Multi-hop RF Transceiver Module. Radiocrafts.
2. www.radiocrafts.com
3. www.knx.org
4. Канкулов К. Ж. Операционная система Open AT для управления интеллектуальными модемами // Беспроводные технологии. 2010. № 3.