

Компоненты и решения для задач беспроводной телеметрии

Александр Стратиенко (Москва)

В статье дан обзор функционально завершённых модулей и модемов для реализации сетей беспроводной передачи данных в нелицензируемом ISM-диапазоне, как в режиме «точка-точка», так и для построения сетей ZigBee на основе стандарта IEEE 802.15.4.

Беспроводная передача данных – очень актуальная в настоящее время область техники как для компаний – производителей электронных компонентов, так и для разработчиков оборудования и системных интеграторов. За последние 5 – 6 лет прочно утвердились и пережили несколько обновлений стандарты беспроводных соединений, такие как WiFi, Bluetooth, ZigBee. Наряду с ними развиваются многочисленные внутрифирменные протоколы. Совсем недавно стало известно, что Nokia представила новую технологию – Wibree, рассчитанную на устойчивую беспроводную передачу данных в радиусе до десяти метров. Wibree-чипы отличаются минимальным энергопотреблением. В среднем Wibree-устройство будет потреблять в 10 раз меньше энергии, чем Bluetooth, что делает такие чипы вполне пригодными для установки в часы, беспроводные сенсоры и клавиатуры, игрушки и мобильные телефоны. Заявлено также, что к середине 2007 г. Wibree станет отраслевым стандартом.

При решении практических задач, возникающих перед разработчиками, наиболее важными являются следующие моменты:

- наличие готового компонента или решения, наиболее подходящего для данной задачи;
- достижение возможно большей дальности и устойчивости связи;
- возможно меньшее потребление энергии для автономной работы;
- использование частотных диапазонов, свободных от лицензирования и не требующих разрешения на их использование;
- цена решения и время выхода разработки на рынок.

Очевидно, что для задач системного интегрирования, наиболее характер-

ных для АСУ ТП, самым эффективным решением является выбор готовых беспроводных модулей. Это позволяет избежать потерь времени на разработку высокочастотной схемотехники трансиверов. Более того, часто оказывается, что разработанный из дискретных компонентов трансивер, прекрасно работающий на столе в лаборатории, неустойчиво работает в реальных условиях. Причина – наличие помех на выбранном частотном канале. Применение в модулях DSSS-модуляции, обеспечивающей высокую защищённость от шумов в диапазоне 2,4 ГГц, позволяет существенно повысить надёжность передачи информации и ускорить выход на рынок со своей разработкой.

Что же касается дальности и нелицензированного диапазона, то здесь выбор очевиден – ISM (Industrial Scientific Medical) диапазон. В России использование этого диапазона регулируется Постановлением Правительства РФ № 539 от 12.10.2004. Максимальное значение изотропно излучаемой мощности передатчика не должно превышать 10 мВт в диапазоне 433 МГц и 2,5 мВт в диапазоне 2,4 ГГц. При выборе компонентов для разработки необходимо учитывать так называемый потенциал канала связи (link budget), который при прочих равных условиях определяет дальность. Пренебрегая потерями в фидере, потенциал канала связи можно описать следующим выражением:

$$R_xP = T_xP + T_xG + R_xG - S_Rx - FSL, (1)$$

где R_xP – принятая мощность (дБм), T_xP – излучаемая мощность (дБм), T_xG – коэффициент усиления передающей антенны (дБ), R_xG – коэффициент усиления передающей ан-

тенны (дБ), S_{rx} – чувствительность приёмника (дБ), FSL – потери на распространение в свободном пространстве.

При одинаковых условиях приёма и применяемых антеннах потенциал канала связи зависит от разности излучаемой мощности и чувствительности приёмника. Так, например, имея передатчик мощностью 3 мВт и приёмник с чувствительностью -100 дБ, link budget составит $3 - (-100) = 103$ дБ. Эта величина определяет дальность связи при прямой видимости. Необходимо также отметить, что в АСУ ТП имеются задачи, где беспроводная телеметрия непригодна в принципе из-за высокого уровня электромагнитного излучения самого оборудования.

Имея ограничение по мощности и чувствительности, не всегда возможно достичь необходимой дальности между двумя устройствами в режиме «точка-точка». В этих случаях единственным решением является беспроводная сеть, позволяющая реализовать топологии типа «звезда» или «узловая сеть» (например, можно создать сеть в виде вытянутого кластера, когда передача данных будет вестись от одного оконечного устройства к другому, которые находятся вне радиовидимости друг друга). Наиболее подходящим решением для беспроводной телеметрии с микропотребляющими устройствами является сеть ZigBee, базирующаяся на стандарте IEEE 802.15.4 (IEEE 802.15.4b) [1]. О том, что такое сети ZigBee, написано немало статей, основные материалы и полезные ссылки можно найти на сайте www.zigbee.org альянса компаний Radiocrafts, Ember, Nanotron, MaxStream и др.

Следует отметить, что IEEE 802.15.4 (b) определяет физический уровень (PHY) – частоты 868, 915 или 2400 МГц, тип модуляции – DSSS, а также часть уровня MAC (Medium Access Control) – предотвращение коллизий, подсчёт контрольной суммы пакета и т.д. Эти функции реализованы аппаратно в микросхемах трансиверов. В рамках стандарта IEEE 802.15.4 (b) возможно

организовать связь либо между двумя объектами («точка-точка»), либо построить «звезду», так как трансиверы позволяют «слушать» эфир и фильтровать пакеты с определённым MAC-адресом.

Сети более сложной конфигурации строятся с использованием стека протоколов, реализующего канальный, сетевой подуровни поддержки приложений, уровень профилей, который распространяется только среди членов или «адептов» ZigBee-альянса. Здесь начинаются трудности. Во-первых, единственным принятым профилем до недавнего времени являлся профиль управления удалённой нагрузкой (HCL, Home Control Lightning), который для задач телеметрии не годится. Во-вторых, немногим компаниям под силу приобрести и освоить стек протоколов ZigBee, а часто это и нецелесообразно. Чтобы ускорить продвижение ZigBee-технологий на рынок, многие компании – члены альянса – предлагают разработчикам готовые модули со стеком протоколов, имеющие аналоговые и цифровые порты ввода-вывода (профиль, называемый SPPIO, Serial Port Profile and I/O mapping). Это позволяет строить сети ZigBee, абстрагируясь от деталей функционирования сети, используя эти модули как шлюзы. Рассмотрим основные предложения по функционально завершённым радиомодулям, имеющимся на рынке.

Норвежская компания Radiocrafts (www.radiocrafts.com) предлагает обширную линейку радиомодулей ISM-диапазона в малогабаритных корпусах, предназначенных для поверхностного монтажа (рис. 1). Модули работают в диапазонах 433, 868, 915 и 2400 МГц. Их можно разделить на два класса: модули RC10x0 и RC12x0 (дальность связи до 2..4 км при выходной мощности передатчика 10 мВт), работающие по собственному протоколу RC232™ (не путать с RS-232), и модули RC2000 и RC2100, работающие как с ЧМ-модуляцией, так и с DSSS-модуляцией (высокоскоростные, до 1 Мбит/с).

На этих модулях можно строить сети типа «звезда» с числом модулей до 64К (256 кластеров по 256 модулей в каждом). Командный интерфейс позволяет сконфигурировать модуль для работы в сети (рис. 2), задав ему индивидуальный адрес (UID) и адрес

модуля-визави (DID). В случае широковещательной посылки, которую принимают все модули в зоне, устанавливается UID = 0xFF (рис. 3). Модули RC22xx, RC23xx и RC2200AT-SPPIO предназначены для построения сетей ZigBee на основе стандарта IEEE 802.15.4.

Особо стоит отметить модули типа ZigBee со стеком – RC2200AT-SPPIO. Они имеют полный стек протоколов ZigBee и являются полностью законченными устройствами, не требующими каких-либо затрат на разработку ПО, поддерживающего работу сети. В них реализован ZigBee-профиль входов-выходов общего назначения и последовательного порта. Такие модули являются оптимальным решением для случаев, когда требуется в кратчайшие сроки решить задачу построения сети беспроводной телеметрии.

Модуль предоставляет пользователю до 16 входов и выходов, в т.ч. до восьми аналоговых. Каждый модуль может быть сконфигурирован как координатор, узел-маршрутизатор либо оконечное устройство. Управление работой осуществляется через универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART) с помощью AT-команд. Во многих случаях достаточно сконфигурировать модуль AT-командами и установить его в целевое устройство с минимальным количеством дополнительных внешних компонентов (формирование входных и выходных сигналов с помощью делителей напряжения, преобразование сигналов от токовой петли 4...20 мА и др.). Такой вариант применения показан на рис. 4. Аналоговые и бинарные входы и выходы у модулей, обменивающихся информацией, должны быть настроены комплементарно – аналоговый вход одного модуля должен соответствовать аналоговому выходу модуля-визави (так называемый binding). Доступно также ПО верхнего



Рис. 1. Модули RC10x0

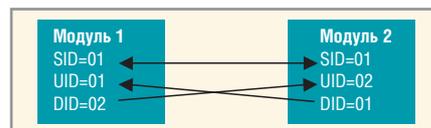


Рис. 2. Принцип адресации модулей для передачи данных в конфигурации «точка-точка»

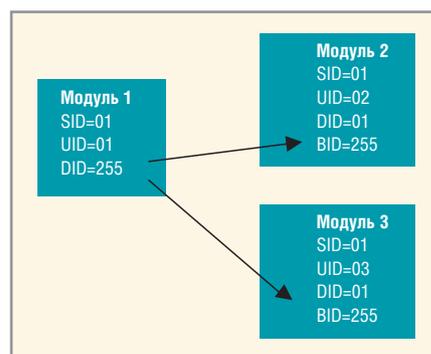


Рис. 3. Принцип адресации модулей при широковещательной посылке

уровня от компании Airbee для отображения состояния сети и передаваемых пакетов в двух версиях – ZNMS (ZigBee Network Management System) и ZNMS Lite.

В более сложных случаях может понадобиться внешний микроконтроллер для приёма и передачи данных через UART, поскольку SPPIO-модуль не позволяет встраивать в него пользовательское ПО.

Британская компания Flexipanel (www.flexipanel.com) предлагает аппаратные платформы, в различной степени приближённые к созданию законченного ZigBee-решения. Однако это не полностью готовый модуль

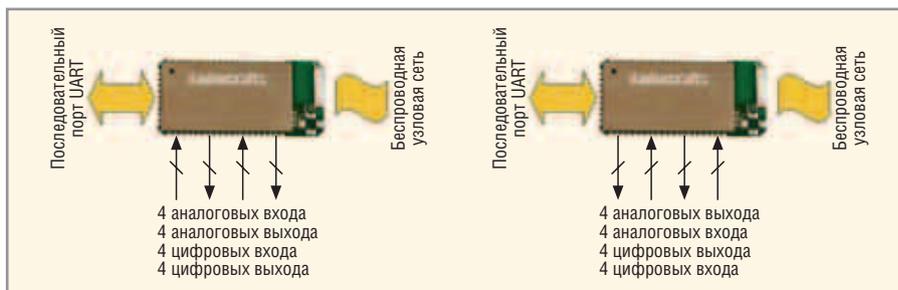


Рис. 4. Применение RC2200AT-SPPIO для передачи данных – комплементарное конфигурирование входов и выходов (binding)

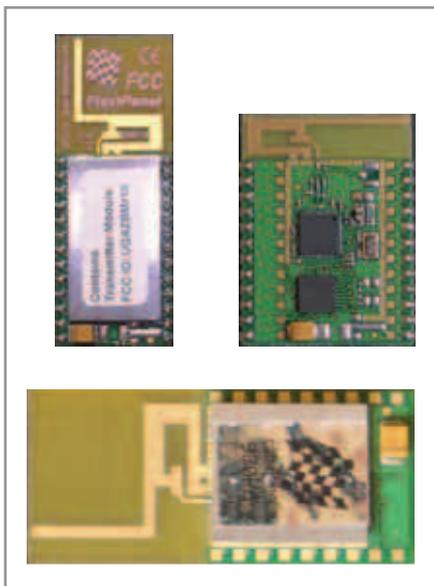


Рис. 5. Модули семейства Pixie



Рис. 6. Модуль UZBee



Рис. 7. Модем IP-Link 1200

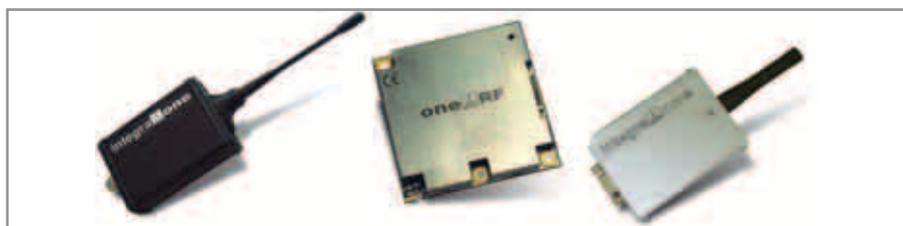


Рис. 8. Модем ItnegraOne



Рис. 9. Модуль TinyOne



Рис. 10. Модули ETRX1 и ETRX2



Рис. 11. Внешний вид радиомодема РМД400-PRO

(рис. 5). Вся продукция ориентирована на связку PIC-контроллера с трансивером CC2420 компании Chipcon. Схемотехника модулей максимально приближена к комплекту разработчика Picdem-Z, с которым поставляется стек от Microchip. Пользователь

может работать с портами PIC-контроллера (аналоговые и бинарные входы-выходы). Интересным изделием является адаптер USB-ZigBee с поставляемым ПО (рис. 6).

Американская компания Helicomm (www.helicomm.com) наряду с аппаратными платформами, требующими усилий разработчиков, предлагает интересный продукт – ZigBee-модем IP-Link 1200 (рис. 7). Внутри модема содержится привычная связка – Atmega 128 с трансивером CC2420. Помимо законченного модема, компания предлагает ПО верхнего уровня WIN-View™. Для мониторинга сети это незаменимый инструмент для системных интеграторов (подобно ZNMS).

Компания One-RF, Франция (www.one-rf.com), производит как модули, так и законченные радиомодемы IntegraOne в исполнениях IP41, IP65, IP67 (рис. 8), работающие в диапазонах 433 и 868 МГц. Радиомодемы обеспечивают дальность связи до 1000 м при мощности 10 мВт и до 8 км при мощности 500 мВт. Модули TinyOne также являются «сырой» аппаратной платформой (рис. 9). Её следует разрабатывать для конкретного решения. Но зато на их основе производятся корпусные модемы ZigBee со стеком протоколов. Более того, физический радиоканал в этих модемах охватывает весь выделенный диапазон: 868, 915 и 2400 МГц.

Английская компания Telegesis (www.telegesis.com) предлагает разработчику как готовые модули с AT-командным интерфейсом ETRX1 и ETRX2 (рис. 10), так и возможность выполнить разработку собственного приложения, перепрограммировав микроконтроллер внутри модуля. Для разработки собственного приложения предлагается библиотека EmberZNet от компании Ember. В неё входят скомпилированные API-функции, которые вызываются контроллером. Известно, что разработка собственного приложения – задача крайне сложная. Доля же стоимости стека в готовом модуле составляет обычно не более 5 долларов. Модем ETRX1 собран на трансивере EM2420 (это клон уже знакомого CC2420) и контроллере ATmega128, а ETRX2 содержит новый трансивер от Ember – EM250.

Наконец, представим и отечественное изделие. Новосибирское КБ радиосвязи «Марс» предлагает уникальное изделие – радиомодем РМД400. Выпускается радиомодем в различных конструктивных исполнениях: встраиваемом (имеет суффикс OEM) в виде платы с выводами для монтажа на плату и для монтажа на DIN-рейку (рис. 11), в пылевлагозащищённом корпусе. Мощность передатчика модема не превышает 10 мВт, а дальность связи достигает нескольких километров. Модем предназначен для соединения «точка-точка».

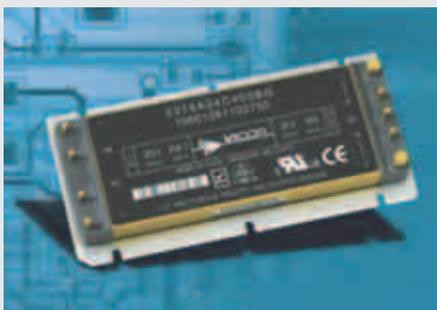
ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE Standard, Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs). 

Новости мира News of the World Новости мира

Модули питания с входным напряжением 375 В

Фирма Vicor представляет восемь модулей питания с входным напряжением 375 В: 200 и 300 Вт с выходным напряжением 3,3 и 5 В соответственно и 400 Вт с выходными напряжениями 12, 15, 24, 28, 36 и 48 В. Модули, по данным производителя, предназначены для использования в промышленных или технологических

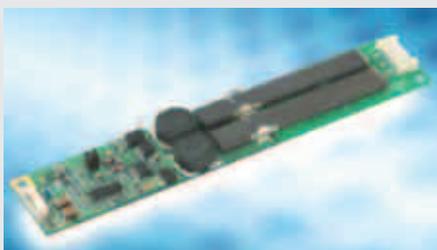


системах управления, распределённых архитектурах преобразования мощности, в медицинской технике, а также в технике коммуникаций. Преобразователи работают от входного номинального напряжения 375 В в диапазоне входных напряжений 250...425 В. При высоких выходных напряжениях КПД составляет 89%. Имеются модели в пяти различных климатических исполнениях, с шестью различными вариантами подключения и тремя различными базовыми платами. По требованию могут поставляться модели, соответствующие директивам RoHS. Размер модулей 117 × 56 × 12,7 мм.

www.vicoreurope.com

Инверторы для TFT LCD, использующие пьезоэлектрический принцип

Новейшие инверторы для TFT используют пьезоэлектрический принцип. В противоположность обычным инверторам, у которых выходное напряжение производится за счёт индукции, эти инверторы используют пьезоэффект. При инверсном пьезоэффекте приложенное напряжение деформирует кристаллы керамического элемента и вырабатыва-



ет механическую энергию, которая за счёт пьезоэффекта преобразуется обратно в электрическую энергию. Пьезоэлектрический преобразователь работает с определённой резонансной частотой. Она определяется внешними размерами керамического элемента и проявляется в форме почти синусоидальных волн с малой долей высших гармоник. Они имеют преимущества по сравнению с обычными инверторами. Диапазон рабочих температур в стандартном варианте лежит в пределах -30...+80°C, эффективность составляет 90%. Инвертор практически не выделяет тепла. Гарантируется длительный срок службы люминесцентной лампы CFL и высокая надёжность. Пьезоинвертор универсален: одноламповый инвертор может применяться для всех TFT с одной лампой, двухламповый инвертор – для всех TFT с двумя лампами. Пьезоинвертор имеет лучшие характеристики в отношении электромагнитной совместимости, т.к., в отличие от обмоточных инверторов, электрическая энергия не преобразуется в электромагнитную и не возникает поток рассеяния.

www.data-modul.com

WiMAX Mini-PCI-модуль

Фирмы RF Magic и Wavesat представляют WiMAX Mini-PCI-модуль совместной разработки. Он позволяет разрабатывать оконечные WiMAX-устройства клиентов. При этом стоимость элементов не должна превышать 100 долл. WiMAX Mini-PCI-модуль уже сейчас может поставляться крупными партиями. Он содержит Basisband-чипсет DM256 фирмы Wavesat, интерфейсы, все внешние фильтры и элементы, а также необходимое программное обеспечение. Кроме того, он содержит чипсет многодиапазонного трансивера Magic Max фирмы RF Magic. Модуль является комплексным Plug-&-Play-решением для Lower-Layer-интерфейса, а также для критичных по времени Low-Level MAC-функций.

Основные технические характеристики модуля следующие:

- адаптивная модуляция: BPSK, QPSK, 16-QAM & 64-QAM,
- ВЧ-интерфейс 3,5 ГГц,
- скорость передачи данных 37,5 Мбит/с,
- поддержка TDD и HFDD,
- ширина полосы канала 3,5 и 7 МГц.

www.rfmagic.com



Пускорегулирующее устройство люминесцентной лампы

Combo IC компании STMicroelectronics является одночипным решением, объединяющим в себе PFC-схему (Power Factor Corrector) с полумостовым контроллером, а также функции управления и логики. Схема предназначена для электронных пускорегулирующих устройств люминесцентных ламп. Микросхема L6585 способен определять окончание срока службы, если пускорегулирующее устройство включено в конфигурации Lamp-to-Ground или Block Capacitor-to-Ground. Интегральная схема позволяет осуществить программирование времени предварительного разогрева и розжига, а также частоту коммутации полумоста во всех рабочих фазах. Она работает с различными типами ламп. Combo IC ограничивает напряжение на лампе, лимитирует силу тока в фазе зажигания и при нормальной работе. За счёт защиты от перегрузки устраняется ёмкостная нагрузка полумоста. Линейный умножитель обеспечивает работу в широком диапазоне напряжений сети. Управление лампами облегчается благодаря автоматической функции, предупреждающей о замене ламп.

Элемент L6585 размещён в корпусе ECOMPACT SO20. Его опробование уже началось, а серийное производство, по предварительным данным, должно начаться в январе 2007 г.

www.st.com