

Построение ZigBee-сети на базе готовых устройств компании Digi

Олег Пушкарёв
o.pushkarev@compel.ru

Одна из часто встречающихся задач в области промышленной автоматизации — создание беспроводного канала телеметрии к уже существующему оборудованию. В случае ограниченных инженерных и временных ресурсов данную задачу можно с успехом решить с помощью законченных ZigBee-устройств, выпускаемых компанией Digi. Набор готовых ZigBee-решений включает в себя беспроводные адаптеры, ZigBee/Ethernet-шлюзы и «облачный» сервер iDigi, позволяющий получить доступ к развернутой ZigBee-сети из любой точки мира.

ZigBee-адаптеры со стандартными интерфейсами

Беспроводные адаптеры со стандартными интерфейсами представляют собой законченные, готовые к установке «коробочки» (рис. 1), которые позволяют обеспечить беспроводной доступ к аналоговым датчикам или к оборудованию со стандартными интерфейсами RS-232 и RS-485. Для подключения к аналоговым датчикам предусмотрен встроенный 10-битный АЦП, позволяющий считывать напряжение в диапазоне 0–10 В с разрешением ~10 мВ. Адаптер может также работать с датчиками, имеющими интерфейс типа «Токовая петля 4-20 мА». Применение готовых адаптеров экономически оправдано в тех случаях, когда необходимо автоматизировать

ограниченное количество объектов — от единиц до нескольких сотен. Разработка собственной печатной платы, доработка корпусов и производство «съедят» всю экономию на стоимости комплектующих.

Дальность действия беспроводных адаптеров может достигать нескольких километров, и это не предел: можно покрыть и большие расстояния, размещая промежуточные ретрансляторы (роутеры). Внутри помещений удобно использовать роутеры, выполненные в виде сетевых блоков питания. Достаточно вставить адаптер XR-Z14-CW1P2 в розетку 220 В, и он будет поддерживать доставку данных в самые труднодоступные для радиосигнала места внутри железобетонного здания. Данный адаптер также содержит встроенные датчики освещения и температуры. Все настройки адаптеров можно производить дистанционно с помощью компьютера, который выходит в сеть с помощью USB ZigBee-адаптера. Изменение параметров устройств в создаваемой беспроводной сети производится в интерфейсе программы X-CTU. Здесь можно, например, задать сетевые настройки (частотный канал, идентификатор сети, имя устройства); проконтролировать процесс подсоединения к сети (увидеть причину отказа); задать периодичность отправляемых сообщений; изменить при необходимости выходную мощность, обнаружить и проверить связь с любым узлом сети (рис. 2).



Рис. 1. ZigBee-адаптеры и роутер

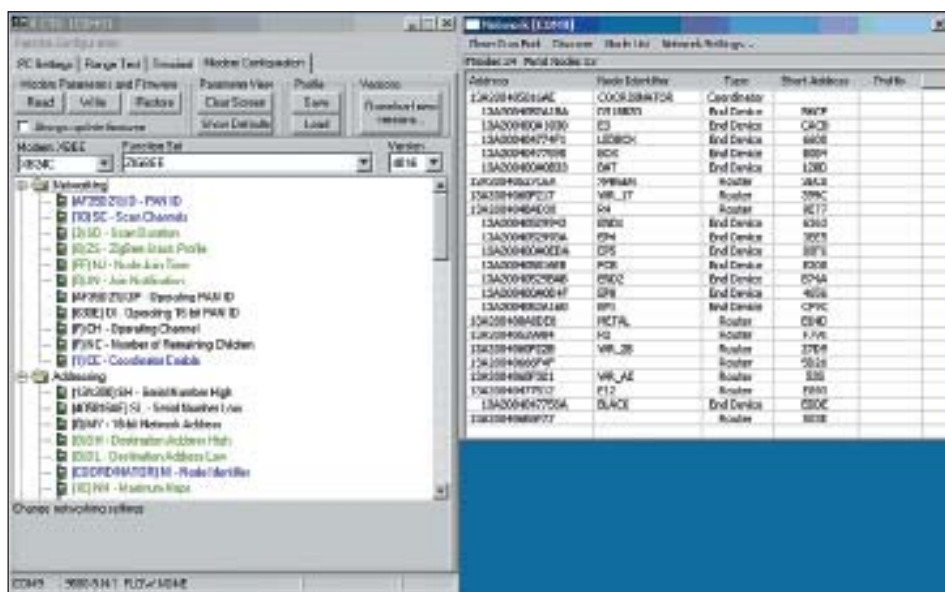


Рис. 2. Программа для настройки параметров X-CTU

Адаптеры могут работать как от источника питания 9–30 В, так и от батарей (внутри предусмотрено место для установки трех элементов N-типа). Все переходники построены на базе модулей XBee ZB [1, 2], что позволяет подключать к сети и нестандартное оборудование, разработанное пользователем на базе таких радиомодулей. Встроенное в XBee программное обеспечение позволяет использовать устройства с минимальными затратами времени на изучение стека протоколов ZigBee.

USB ZigBee-адаптеры для ПК и ноутбуков

Современные компьютеры не имеют встроенных возможностей для работы с беспроводными сетями ZigBee. Преодолеть этот недостаток можно с помощью беспроводных USB-адаптеров (рис. 3), которые позволяют подключить любой ПК или ноутбук к сети ZigBee. Малогабаритные USB-адаптеры XU-A11 и XU-Z11 построены на базе маломощных модулей XBee: XU-A11 предназначен для сетей 802.15.4 (XBee Series 1); XU-Z11 может работать совместно с модулями XBee ZB (XBee Series2 и S2C). USB-адаптер XA-Z14-CE1P-W отличается повышенной мощностью и может работать в ZigBee-сети с Mesh-топологией на базе модулей XBee Series 2. Все USB-адаптеры распознаются программой X-CTU как обычные XBee-модули и могут выступать в роли «Координатора», «Роутера» или «Конечного устройства». USB-адаптеры дополняют другие законченные ZigBee-устройства компании Digi — беспроводные датчики, ретрансляторы и шлюзы.



Рис. 3. USB ZigBee-адаптеры

Управление ZigBee-сетью через Интернет

Для управления ZigBee-сетью через Интернет предусмотрены специальные Ethernet-шлюзы ConnectPort X. Они собирают и передают локальный ZigBee-трафик централизованным приложениям и базам данных в IP-сети. В зависимости от типа шлюза осуществляют трансляцию данных, используя соединения ZigBee-to-cellular, ZigBee-to-Wi-Fi или ZigBee-to-Ethernet. Шлюз работает с различными интернет-протоколами (UDP/TCP, DHCP, SNMPv1, Security SSL tunnels, HTTP/HTTPS web и др.) и может выполнять скрипты пользователя, написанные на языке Python (Version 2.4.3; 4–16 Мбайт RAM; 8–32 Мбайт Flash).

Для быстрого знакомства с новыми возможностями удобно использовать специальный отладочный набор X4K-Z1J-00012-W1 [4]. В его комплект входит Ethernet-шлюз ConnectPort



Рис. 4. ZigBee-шлюз и адаптеры

X4, ретранслятор сообщений, выполненный в корпусе блока питания, и батарейный датчик освещенности и температуры (рис. 4). Набор позволяет развернуть беспроводную сеть за считанные минуты и наблюдать за параметрами объектов с любого компьютера, имеющего выход в Интернет. Удаленный мониторинг сетей доступен с помощью «облачного» сервера iDigi, подключение к которому предоставляется бесплатно покупателю данного набора. Кроме мониторинга сети, на сервере iDigi можно хранить собираемые данные и предоставлять их в удобном формате любому количеству потребителей. С данным набором оборудования совместимы и все перечисленные выше ZigBee-адаптеры.

Сбор данных с электросчетчиков

Частным случаем использования шлюза ConnectPort в конкретном приложении является автоматизированный сбор данных со счетчиков энергии (АСКУЭ). Специальная версия шлюза ConnectPort X2 SE (рис. 5) предназначена для систем сбора данных со счетчиков энергии, соответствующих ZigBee-профилю Smart Energy. В настоящий момент ZigBee-системы АСКУЭ и счетчики Smart Energy выпускают многие известные компании — Itron, Echelon, EDML, Elster, General Electric, Honeywell, Landis+Gyr,



Рис. 5. Шлюз для устройств Smart Energy

LG, Schneider Electric, Sensus и др. Спецификация Smart Energy (SE) позволяет объединить в сеть следующие элементы систем АСКУЭ, которые, в общем случае, могут производиться совершенно разными компаниями:

- счетчики энергии (Meters) — электричество, газ, вода и др.;
- концентраторы (Energy Service Interface, ESI) — устройства, позволяющие получить доступ к внутридомовой сети со стороны поставщика энергии или управляющей компании;
- выносной дисплей (In-Premise Display, IPD) — устройство для отображения потребленной энергии, ее стоимости и т. д.;
- программируемый термостат (Programmable Communicating Thermostat, PCT) — устройство, измеряющее температуру и изменяющее режим работы нагревательных приборов и кондиционеров;
- контроллер нагрузки (Load Control Device) — устройство, которое может ограничить или полностью отключить подачу энергии во время пиковых нагрузок;
- ретранслятор (Range Extender), увеличивающий дальность действия отдельных беспроводных устройств;
- «умное устройство» (Smart Appliance) — спецификации объекта в настоящее время не определены;
- терминал оплаты (Pre-Payment Terminal) — спецификации объекта в настоящее время не определены.

Оборудование Smart Energy позволяет решать целый комплекс задач — удаленное управление нагрузками и съем показаний со счетчиков, уменьшение пикового энергопотребления, предоставление потребителю в онлайн-режиме информации о текущем потреблении и возможности гибко регулировать расходы в зависимости от стоимости энергии в определенное время суток.

Шлюз ConnectPort X2 SE позволяет через Ethernet-соединение получить удаленный доступ к любым объектам инфраструктуры Smart Energy (рис. 6), связанным с помощью внутридомовой ZigBee-сети. Беспроводный доступ обеспечивает встроенный в шлюз модуль XBee-Pro SE, который поддерживает публичный профиль ZigBee Smart Energy Public Application Profile [3], что позволяет использовать его с любым ZigBee-оборудованием сторонних производителей. Публичный профиль описывает набор команд и параметров, которыми могут обмениваться «умные» счетчики и прочие устройства, входящие в сеть ZigBee SE. Это могут быть, например, команды «Передать сообщение пользователю» (отображается на выносном дисплее); «Задать стоимость кВт•ч электроэнергии»; «Считать текущее потребление энергии»; «Отключить нагрузку» и т. п.

Взаимодействие проводного Ethernet-сегмента и встроенного модуля XBee обеспечивает загруженное в шлюз приложение Python Smart Energy Framework. Данное приложение позволяет передавать XML-запросы через TCP/IP-соединение между SCADA-приложением энергетической компании и шлюзом ConnectPort X2 SE. Оно же отвечает за взаимодействие

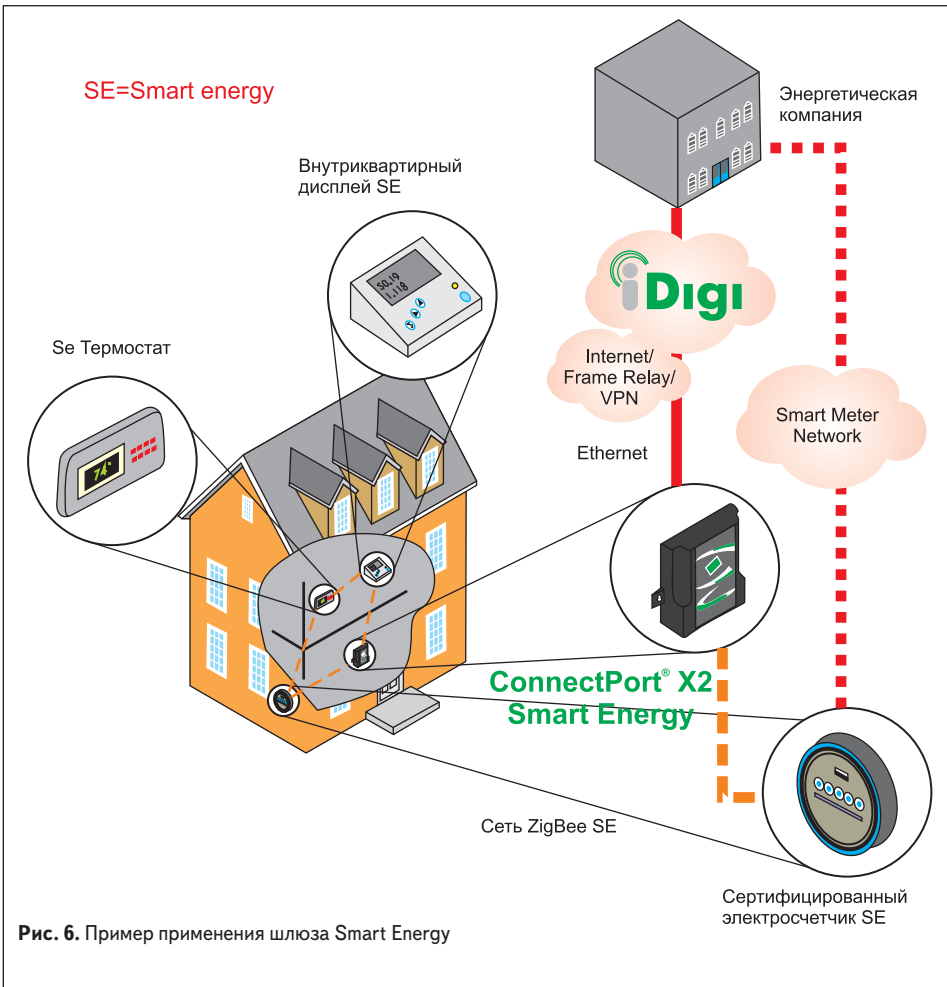


Рис. 6. Пример применения шлюза Smart Energy

с беспроводным сегментом, преобразовывая команды, полученные через Ethernet, в формат команд модуля Xbee. Несмотря на то, что в ZigBee-сети можно адресовать десятки тысяч устройств, из практических соображений управляемости не следует объединять в единую сеть более нескольких сотен. При количестве узлов более 40 рекомендуется использовать метод маршрутизации Source Routing, иначе перепрокладка маршрутов к координатору будет съедать большую долю сетевого трафика.

«Облачный» сервер iDigi

iDigi представляет собой «облачный» сервер [5], с которым могут взаимодействовать ZigBee-шлюзы ConnectPort X, сохраняя туда данные и получая команды управления. С другой стороны, неограниченное число конечных потребителей информации могут обращаться к iDigi через веб-интерфейс, получая сохраненную информацию в удобном виде. Использование сервиса iDigi позволяет отказаться от создания собственной серверной инфраструктуры, однако требует некоторых затрат в виде платы за пользование. Впрочем, плата эта небольшая — годовое подключение для целей мониторинга и обновления внутреннего программного обеспечения (firmware) одного шлюза ConnectPort к серверу iDigi стоит менее \$10. Для целей разработки и тестирования к серверу iDigi можно бесплатно подключить до пяти шлюзов ConnectPort X. Кроме обмена данными, iDigi позволяет обновлять программное обеспечение шлюза и подключенных к нему узлов ZigBee-сети. При использовании



Рис. 7. Устройства, которые можно подключить к «облачному» серверу iDigi

iDigi удаленный доступ к ZigBee-сети возможен даже без выделения статического IP-адреса для устройства, подключенного к Интернету.

Достоинством «облачного» сервера iDigi является высокая надежность и отличная масштабируемость. Текущая доступность сервиса обеспечивается на уровне 0,999 (цель — 0,9995). Надежность связана с тем, что сервер iDigi является лишь небольшой частью ресурсов дата-центра мирового уровня компании Amazon, расположенного в специально оборудованных зданиях. Специалисты Digi круглосуточно следят за работой сервиса. Под масштабированностью подразумевается возможность значительного (на порядки) увеличения сети клиента — на сегодня сервис протестирован под нагрузкой в 4 млн подключенных устройств, которые генерировали трафик 3 млрд сообщений в месяц. Безопасность использования сервиса подтверждается соответствием стандартам CSA, ISO27002, NERC CIP, PCI и HIPPA, а также независимым аудитом. Интересный факт: разработка данного сервиса потребовала 70 человеко-лет работы.

С точки зрения «железа» поддержка iDigi в устройстве (ConnectPort X или каком-либо другом) заключается в наличии некоторого программного модуля (агента), работающего в фоновом режиме. Этот модуль периодически обращается на сервер iDigi и ведет обмен данными в установленном формате (XML-

запросы). Агент реализован в виде приложения Python для шлюзов ConnectPort X и в виде C-приложения для процессорных модулей Rabbit и ConnectCore. Набор продуктов Digi, поддерживающих работу с сервером iDigi, показан на рис. 7.

Продукция компании Digi — это аппаратные и программные решения, позволяющие объединить с помощью беспроводной сети множество устройств с различными интерфейсами. Адаптеры с возможностью подключения аналоговых датчиков расширяют возможности в области мониторинга различных физических величин. Интернет-шлюзы и «облачный» сервер iDigi позволяют управлять каждым сетевым узлом, собирать, обрабатывать и предоставлять информацию множеству конечных пользователей системы. ■

Литература

1. Пушкарев О. И. Программируемые модули XBee серии S2B // Беспроводные технологии. 2010. № 3.
2. Пушкарев О. И. Использование конечных спящих узлов в сети ZigBee // Электронные компоненты. 2011. № 5.
3. ZigBee Smart Energy Public Application Profile. www.zigbee.org
4. www.compel.ru
5. www.idigi.com
6. www.digi.com