

Опыт применения радиочастотных модулей MeshLogic

для разработки беспроводных систем сбора данных

Приведен обзор различных беспроводных систем сбора данных. На их примере продемонстрированы как возможные сферы применения технологии MeshLogic, так и варианты реализации конечных изделий на базе встраиваемых модулей ML-Module-Z.

Сергей Баскаков
baskakov@meshlogic.ru

Введение

В последнее время для распределенного сбора информации и дистанционного управления беспроводные технологии приобретают особую популярность. Это закономерно, поскольку во многих случаях радиочастотный канал связи имеет преимущества над проводным вариантом, а в некоторых ситуациях он является и вовсе единственно возможным. Например, маломощная беспроводная связь может быть эффективно использована в таких приложениях, как:

- автоматический съем показаний с различных приборов учета;
- мониторинг состояния конструкций в строительстве;
- мониторинг различных параметров в промышленной автоматике и т. д.

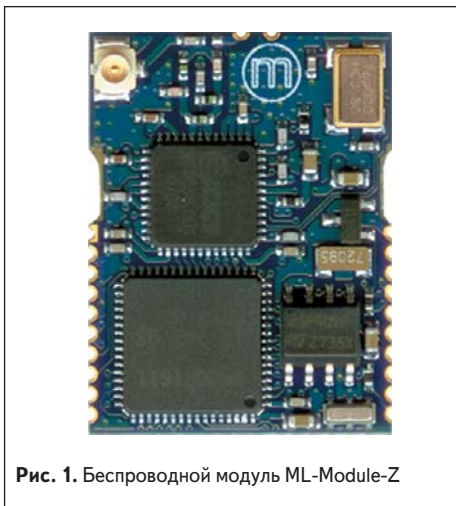
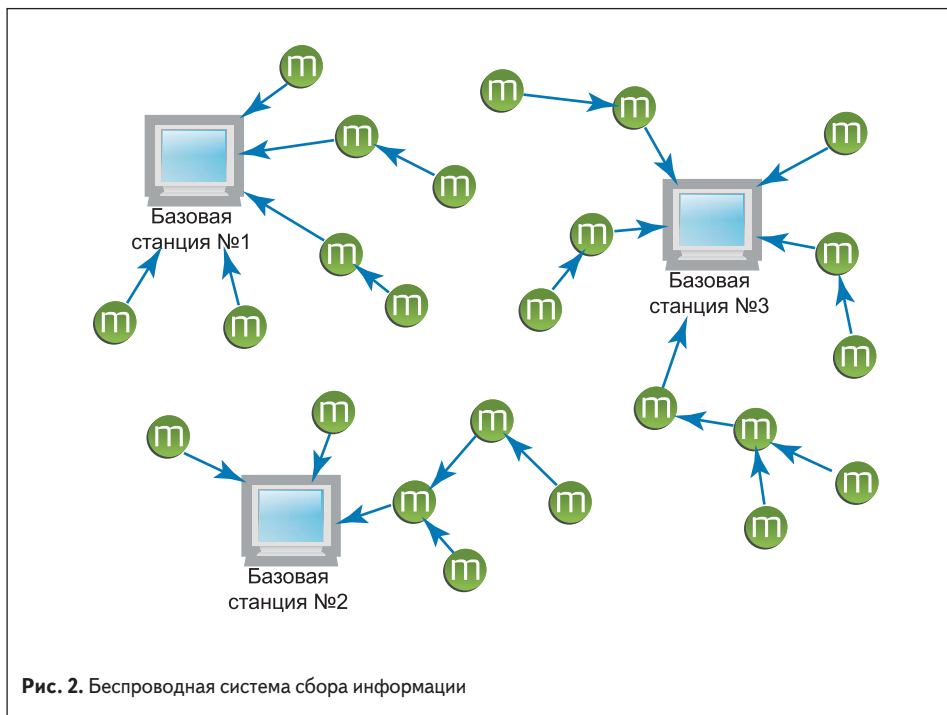


Рис. 1. Беспроводной модуль ML-Module-Z

Для решения перечисленных и множества других задач предназначены маломощные беспроводные многоячейковые (так называемые беспроводные сенсорные) сети, отличающиеся от других типов сетей низкой скоростью передачи данных, поскольку предназначены они для передачи небольших объемов трафика и характеризуются сверхнизким энергопотреблением устройств, большую часть времени находящихся в «спящем» режиме. Для создания подобных сетей предназначены как стандартные технологии ZigBee, WirelessHART и ISA SP100.11a, так и ряд проприетарных решений, среди которых особого внимания заслуживает российская разработка — платформа MeshLogic [1, 2], обладающая рядом преимуществ перед аналогами:

- полностью многоячейковая топология сети;
- все узлы равноправны и являются маршрутизаторами;
- самоорганизация и автоматический поиск маршрутов;
- устойчивость к соканальной интерференции;
- высокая масштабируемость и надежность доставки данных;
- возможность работы всех узлов от автономных источников питания.

Для разработки законченных изделий по технологии MeshLogic предназначены радиочастотные модули ML-Module-Z (рис. 1). В них встроена специальная версия сетевого стека MeshLogic, оптимизированная для построения распределенных систем сбора информации, в которых множество оконечных устройств передает данные в одну или несколько точек



сбора (базовых станций, шлюзов и т. п.) (рис. 2). Основные технические характеристики и функциональные возможности модулей были ранее описаны в статье [3], а настоящий материал посвящен обзору некоторых примеров практического использования модулей в законченных устройствах.

Беспроводная система мониторинга температуры (ML-HVTL)

В данном приложении необходимо обеспечить высокий уровень гальванической изоляции между датчиками температуры, установленными на нескольких объектах, и опрашивающим их контроллером. Для простого и эффективного решения поставленной задачи используется радиоканал.

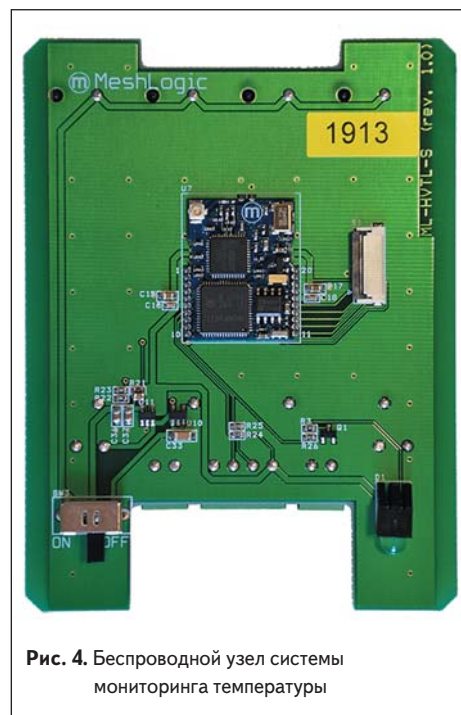
Беспроводная часть системы мониторинга состоит из одного шлюза и нескольких беспроводных узлов, задача которых — периодическое измерение температуры объекта с помощью выносного датчика и отправка шлюзу ее текущего значения по радиоканалу. В штатном режиме система имеет топологию «звезда», которую достаточно просто реализовать на современных интегральных приемопередатчиках или готовых радиомодулях, но в некоторых ситуациях может возникнуть необходимость ретрансляции пакетов, при этом все беспроводные узлы должны несколько лет работать на автономных источниках питания. Именно поэтому для построения беспроводной сети было принято решение использовать модули ML-Module-Z.

Шлюз (рис. 3) имеет типовую структурную схему изделия на базе модуля ML-Module-Z: внешний микроконтроллер управляет радиомодулем по интерфейсу UART и нескольким цифровым линиям ввода/вывода. Второй интерфейс UART управляющего микроконтроллера используется для связи по протоколу

Modbus RTU с основным контроллером системы мониторинга.

На шине Modbus шлюз является ведомым устройством, в регистрах которого содержится следующая информация:

- сетевой адрес и состояние (в частности, наличие или отсутствие связи) беспроводного узла;
- показания внешнего (основного) и внутреннего (внутри корпуса устройства) датчика температуры;
- напряжение элементов питания;
- период измерения температуры;
- период передачи результатов измерения;



- порог изменения температуры, при превышении которого последует немедленная передача значения шлюзу.

Последние три величины являются настраиваемыми параметрами, с их помощью основной контроллер задает режим работы беспроводной системы мониторинга.

Беспроводной узел (рис. 4) является примером нестандартного применения радиомодуля ML-Module-Z. В устройстве нет внешнего управляющего микроконтроллера; прикладной уровень реализован непосредственно в самом радиомодуле путем модификации стандартного встроенного программного обеспечения. При этом часть внешних сигналов модуля изменила свое назначение. Например, линии TXD и RXD последовательного интерфейса UART используются для взаимодействия с полупроводниковым датчиком температуры по интерфейсу I²C, а сигнал IRQ — для управления светодиодом.

Для электропитания узла используются 4 литий-тионил-хлоридные (Li/SOCL₂) батареи размера AA с номинальным напряжением 3,6 В и емкостью 2400 мАч. Поскольку затраты энергии на работу радиоканала значительно больше, чем на опрос датчика температуры, то среднее энергопотребление беспроводного узла можно оценить с помощью математической модели для модуля ML-Module-Z [4]. Расчет показал, что при периоде передачи порядка нескольких минут и при штатной топологии «звезда» с возможностью ретрансляции пакетов срок службы элементов питания составит более 5 лет. Отметим, что если бы функции ретрансляции не требовалось, то их емкости хватило бы более чем на 20 лет, что превышает 10-летний срок хранения большинства Li/SOCL₂-батарей.

Реализация беспроводных узлов на основе только радиомодуля ML-Module-Z и небольшого количества внешних компонентов оправдана для относительно простых устройств и позволяет существенно снизить их стоимость и энергопотребление.



Рис. 5. Отладочная плата MLM-DB

Применение отладочных плат MLM-DB

Для упрощения освоения модулей ML-Module-Z предназначен отладочный комплект MLM-DK, состоящий из 3 отладочных плат MLM-DB (рис. 5). В стандартной комплектации на платах MLM-DB установлены датчик освещенности TSL2550 и комбинированный датчик температуры и влажности SHT11, поэтому на основе этих плат возможно создание беспроводной системы мониторинга климатических параметров.

Данный вариант применения показан в демонстрационном приложении из комплекта MLM-DK: беспроводная сенсорная сеть состоит из одной точки сбора, подключенной к ПК, и двух оконечных устройств, которые периодически измеряют и передают на ПК температуру, влажность, освещенность и входное напряжение питания (рис. 6).

Отладочные платы MLM-DB имеют:

- несколько телекоммуникационных интерфейсов (RS232/RS485/USB);
- различные варианты электропитания (батареи, внешний блок питания или USB);
- разъемы расширения с цифровыми и аналоговыми интерфейсами (8 входов АЦП,



Рис. 7. Беспроводной регистратор

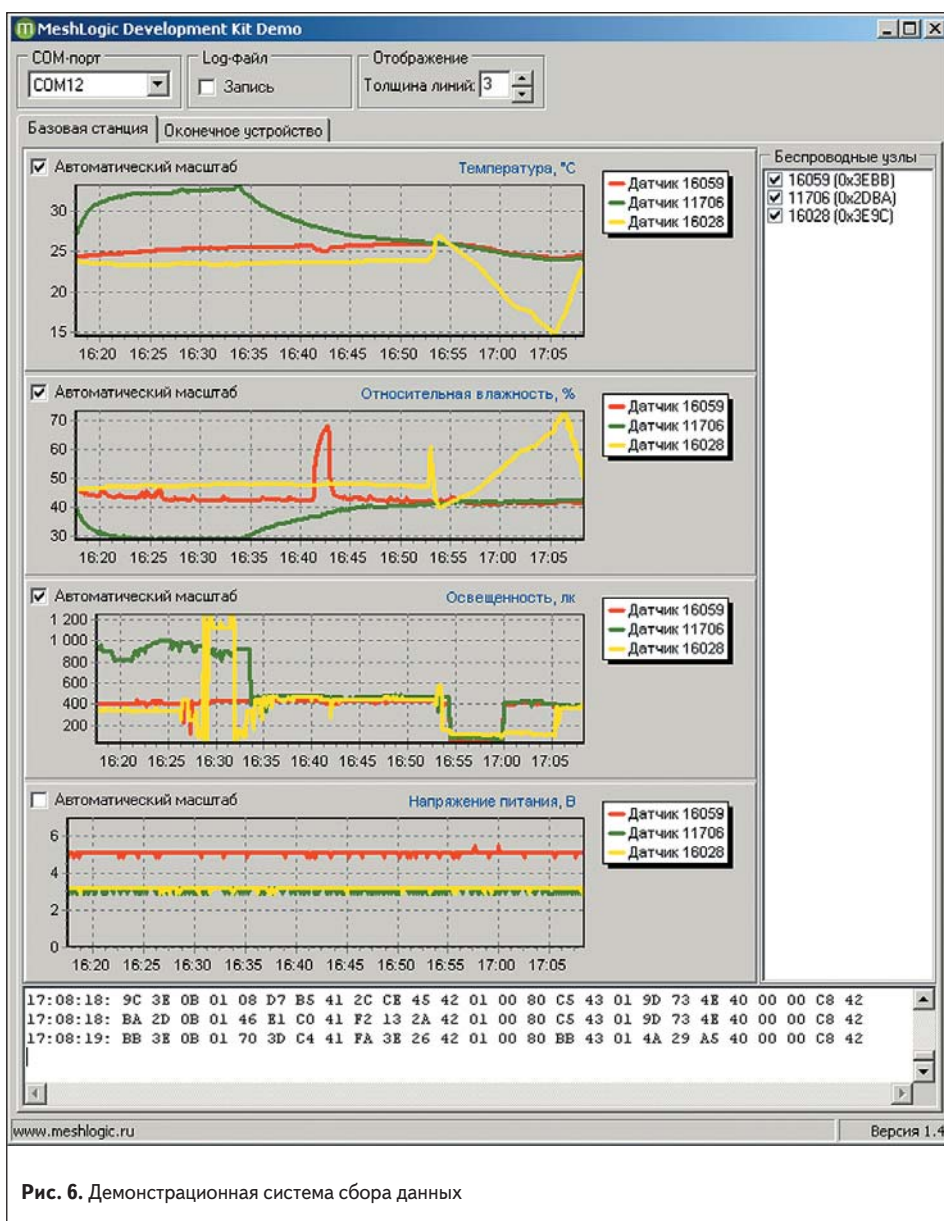


Рис. 6. Демонстрационная система сбора данных

2 выхода ЦАП, интерфейсы SPI/PC/1-wire, 16 линий цифрового ввода-вывода и т. д.). Это позволяет разрабатывать на их базе более функциональные устройства. Например, на рис. 7 показан беспроводной регистратор, который принимает информацию от оконечных устройств и сохраняет ее во флэш-памяти. Затем архив может быть просмотрен на ПК с помощью USB-интерфейса.

Для реализации этого устройства потребовалась только разработка мезонинной платы с двумя микросхемами флэш-памяти по 32 Мб, часами реального времени и DIP-переключателем для установки конфигурации, а также соответствующее изменение программного обеспечения микроконтроллера MSP430F1611 платы MLM-DB.

Другие приложения

Пилотные версии систем на основе технологии MeshLogic были созданы и для ряда других актуальных задач. На рис. 8 показан беспроводной узел, к которому подключаются счетчики холодной и горячей воды с импульсным выходом. Он используется

для организации автоматизированного сбора показаний с индивидуальных счетчиков воды. Отличительная особенность системы заключается в том, что при отсутствии непосредственной связи между беспроводным узлом и концентратором сообщения ретранслируются через аналогичные узлы, установленные в других квартирах или на лестничных площадках.



Рис. 8. Беспроводной узел для счетчиков воды



Рис. 9. Беспроводные датчики температуры и освещенности

Очевидно, что описанный подход может использоваться и для других приборов учета, что позволяет реализовать полноценную систему автоматизированного коммерческого учета потребления коммунальных услуг.

Во многих системах «Умный дом» необходимо измерение таких климатических параметров, как температура, влажность и освещенность. Однако очень часто на этапе проектирования точное месторасположение датчика неизвестно либо после проведения отделочных

работ заложенные кабели оказываются поврежденными, поэтому во многих случаях оправдано применение беспроводной связи. На рис. 9 показаны беспроводные датчики температуры и освещенности, информация от которых поступает на центральный контроллер системы управления и отображается на сенсорной панели.

Поскольку в коттеджах сложные условия распространения радиосигналов, платформа MeshLogic является одной из немногих технологий, позволяющих реализовать подобную систему сбора данных.

Заключение

Приведенные практические примеры демонстрируют различные сферы применения технологии MeshLogic, а также показывают варианты построения законченных устройств на базе модулей ML-Module-Z. В типовом варианте модуль выполняет только те функции, которые связаны с передачей данных по радиоканалу, и управляется внешним микроконтроллером, реализующим прикладной уровень системы. Однако возможность адаптации встроенного программного обеспечения модуля под специфические требования приложения по-

зволяет значительно уменьшить габаритные размеры, энергопотребление и стоимость изделия. Отладочные платы MLM-DB пригодны не только для быстрого ознакомления с функциональностью радиомодулей, они также могут служить основой для специализированных устройств, сокращая стоимость и срок разработки. ■

Литература

1. Баскаков С. С., Оганов В. И. Беспроводные сенсорные сети на базе платформы MeshLogic // Электронные компоненты. 2006. № 8.
2. Баскаков С. С. Стандарт ZigBee и платформа MeshLogic: эффективность маршрутизации в режиме «многие к одному» // Первая мила (приложение к журналу «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес»). 2008. № 2-3.
3. Баскаков С. С. Беспроводные системы сбора данных на базе радиочастотных модулей ML-Module-Z // Беспроводные технологии. 2009. № 1.
4. Беспроводной модуль ML-Module-Z: модель энергопотребления. http://www.meshlogic.ru/data/EnergyModel_ML-Module-Z.zip