

ВОЗМОЖНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ZIGBEE

Петров П.А.

(СКГУ им. М. Козыбаева)

Беспроводные технологии – наиболее динамичная область в сфере связи и организации сетей, т.к. постоянное снижение стоимости беспроводных решений и повышение их эксплуатационных параметров позволяют отказаться от проводов и проводных сетей в системах контроля, диагностики и обмена информацией. Беспроводные сети отличаются более гибкой архитектурой, требуют меньших затрат при установке и обслуживании. Важным аспектом является стандартизация протокола передачи данных, что делает измерительную систему открытой и совместимой с изделиями других производителей.

Применение беспроводных решений для систем промышленной телеметрии и домашней автоматизации является приоритетным направлением развития беспроводных технологий. В этом случае не требуется высокая скорость соединения и передача данных на большие расстояния, определяющими являются вопросы минимизации энергопотребления и процессорных ресурсов, сокращение расходов на монтаж, обеспечение мобильности диагностируемого оборудования. Этим требованиям удовлетворяет стандарт ZigBee – новый в семействе стандартов IEEE 802.15 Wireless Personal Area Network. Стандарт ZigBee (IEEE 802.15.4) был разработан специально для приложений с малой производительностью и временем ожидания. Особенности стандарта являются невысокая стоимость устройств, низкое энергопотребление, короткое время подключения к сети, поддержка большого количества клиентов. Новый стандарт предусматривает небольшую дальность действия (около 10 м) и низкую пропускную способность канала (до 250 кбит/с). Передача на этой скорости ведется в нелицензируемом ISM-диапазоне 2,4 ГГц, за которым закреплено 16 каналов с шагом 5 МГц. Доступны также диапазоны 858 МГц (1 канал) и 902 — 928 МГц (10 каналов с шагом 2 МГц), эти полосы частот также свободны от лицензирования. Скорость передачи на этих частотах соответственно равны 20 и 40 кбит/с.

Эффективность внедрения данной технологии в промышленности очень высока, так как именно здесь насчитывается множество объектов автоматизации различной сложности, связь между которыми удобно осуществлять через беспроводные каналы. А в случае расположения части системы на движущихся объектах, как это может быть в автоматизированных складах, применение беспроводных сетей оказывается единственно возможным решением

Работа сети заключается в передаче данных от отправителя к получателю. В этом процессе можно выделить несколько отдельных задач: распознать данные, разбить данные на управляемые блоки; добавить информацию к каждому блоку, чтобы указать местонахождение данных, указать получателя, добавить информацию синхронизации и информацию для проверки ошибок поместить данные в сеть и отправить их по заданному адресу.

Сетевая операционная система при выполнении всех задач следует строгому набору процедур. Эти процедуры называются протоколами или правилами поведения. Протоколы регламентируют каждую сетевую операцию.

В 1984 году ISO (International Organization for Standardization) выпустила версию модели, названную эталонной моделью взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection reference model, OSI). Версия 1984 года стала международным стандартом: именно ее спецификации используют производители при разработке сетевых продуктов, именно ее придерживаются при построении сетей. Эта модель — широко распространенный метод описания сетевых сред. Она является многоуровневой системой, и отражает взаимодействие программного и аппаратного обеспечения при осуществлении сеанса связи.

В таблице 1 приведен перечень уровней модели OSI с кратким описанием функций, выполняемых на каждом уровне.

Таблица 1. Эталонная модель OSI

Тип данных	Уровень	Функции
Данные	Прикладной	Преобразование данных для каждого конкретного приложения.
	Представления	Преобразование данных к общему формату, известному и отправителю, и получателю.
	Сеансовый	Установление, контроль, завершение соединения между приложениями.
Сегменты	Транспортный	Прямая связь между конечными пунктами.
Пакеты	Сетевой	Определение маршрута и адресация
Кадры	Канальный	Форматирование для передачи по определенному каналу.
Биты	Физический	Помещение битов в среду передачи.

Таким образом, на каждом уровне выполняются определенные сетевые функции, которые взаимодействуют с функциями соседних уровней, вышележащего и нижележащего, обеспечивая процесс передачи данных между устройствами сети.

Наиболее популярной спецификацией беспроводных локальных сетей являются модификация модели OSI стандарты IEEE802. Протоколы, определенные специально для передачи по локальным и городским сетям, решают вопросы, связанные с передачей блоков данных по сети. Архитектура протоколов IEEE 802 была разработана комитетом IEEE 802 и принята всеми организациями, работающими в области спецификации стандартов локальных сетей. Обычно она называется эталонной моделью IEEE 802 (IEEE 802 reference model). На рисунке 1 сопоставляются протоколы локальных сетей IEEE802 и архитектура OSI.



Рисунок 1. Сопоставление моделей OSI и IEEE 802

ZigBee – стандарт IEEE802.15.4. для низкоскоростных WPAN-сетей. Стандарт IEEE 802.15.4 был создан в мае 2003 года.

Протоколы взаимодействия разбиты на семь уровней согласно базовой модели взаимодействия открытых систем OSI. Модель реализации стандарта связи ZigBee представлена на рисунке 2.

В соответствии с рисунком 2 рассмотрим все уровни, через которые проходит поток передаваемой информации. Нижние два уровня определены стандартом IEEE 802.15.4. Протоколы более высоких уровней закреплены документами альянса ZigBee.

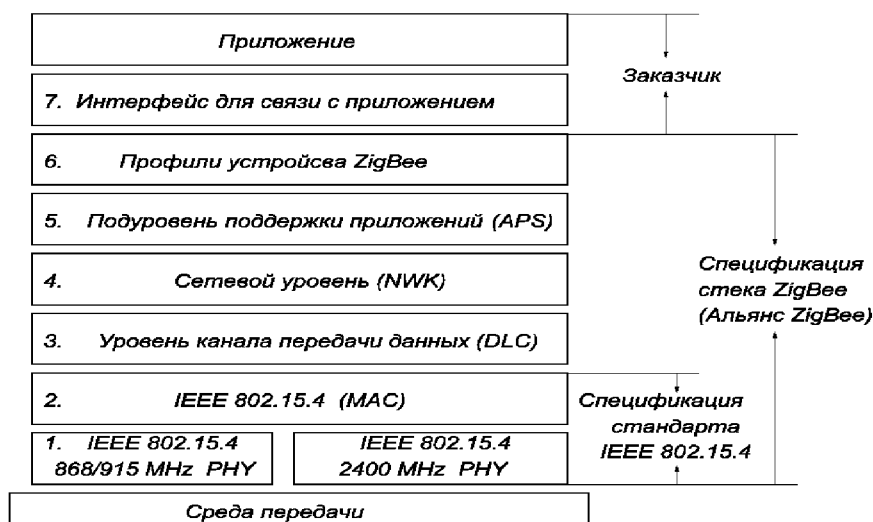


Рисунок 2. Модель реализации стандарта связи ZigBee

Уровень PHY обеспечивает доступ к физической среде распространения радиосигнала: реализует прием-передачу, задает тип модуляции, скорость, определяя тем технические характеристики технологии ZigBee:

- динамический диапазон – 868 МГц (Европа), 902 — 928 МГц (США, Канада, Корея, Австралия), 2,4 ГГц (весь мир) и соответствующая им пропускная способность 20, 40 или 250 кбит/с соответственно;
- число радиочастотных каналов – для частот 2,4 ГГц: 16 каналов с шагом 5 МГц; 868 МГц: 1 канал; 902 — 928 МГц: 10 каналов с шагом 2 МГц;
- тип модуляции – физический уровень использует двоичную фазовую манипуляцию (BPSK) на частотах 868/915 МГц и квадратичную фазовую манипуляцию со смещением (O-QPSK) на частоте 2,4 ГГц;
- энергопотребление – срок службы батареи: 100 – 1000+ дней обеспечивается за счет следующего алгоритма сохранения энергии: приемник основную часть времени находится в спящем режиме и только во время очередного сеанса связи или при поступлении новой информации устройство активизируется, а по завершении вновь переходит в режим пониженного энергопотребления. Время перехода из спящего состояния в активное составляет 30 мс. В режиме связи ток потребления составляет 15 — 30 мА, а в спящем режиме – менее 2 мкА.

Сети ZigBee при относительно небольших скоростях передачи данных обеспечивают гарантированную доставку пакетов и защиту передаваемой информации. В основе сети ZigBee лежит ячеистая топология (mesh-топология).

В сети ZigBee существует 4 типа узлов: координатор, роутер, спящее устройство и мобильное устройство. Главное устройство в ZigBee-сети - это координатор. Координатор выполняет функции по формированию сети, а также является

одновременно доверительным центром (trust-центром). Доверительный центр устанавливает политику безопасности и задает настройки во время подключения устройства к сети. Спящие и мобильные устройства используют режимы пониженного энергопотребления. Как правило, это узлы с батарейным питанием. Обычно они выполняют роль датчиков или контроллеров каких-либо исполнительных устройств. Роутеры осуществляют маршрутизацию пакетов по сети и должны быть готовы к передаче данных в любой момент времени. Поэтому эти узлы не используют режимов пониженного энергопотребления и имеют стационарное питание. Их количество в сети должно быть достаточным для обслуживания требуемого количества спящих и мобильных узлов.

Модули ZigBee сообщаются с персональным компьютером через USB порт, посредством программного обеспечения X-CTU, также разработанным компанией MaxStream. Эта программа позволяет принимать данные с модуля, отправлять данные через последовательный буфер приема-передачи данных (UART), а также вводить через терминал программы AT-команды, позволяющие полностью координировать работу модуля. Внешний вид программы X-CTU, а также вкладка Terminal, являющаяся главной в программе, отображены на рисунке 3, а и б.

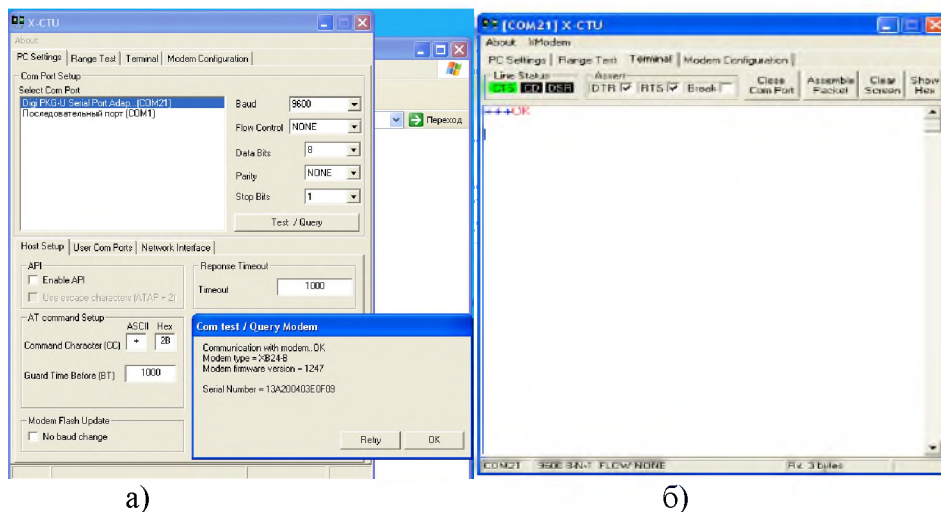


Рисунок 3. Внешний интерфейс программы X-CTU (а) и окно вкладки terminal (б)

В процессе передачи-приема данных между модулями, поддерживается пакетная передача данных и обмен файлами. Пакетная передача способствует пересылки больших пакетов битовых данных, состоящих из текстовых сообщений. Передача файлов позволяет передавать файлы различных расширений, в том числе текстовых, размером до 100 кБ. Окна программы пакетной и файловой передачи изображены на рисунке 4, а и б.

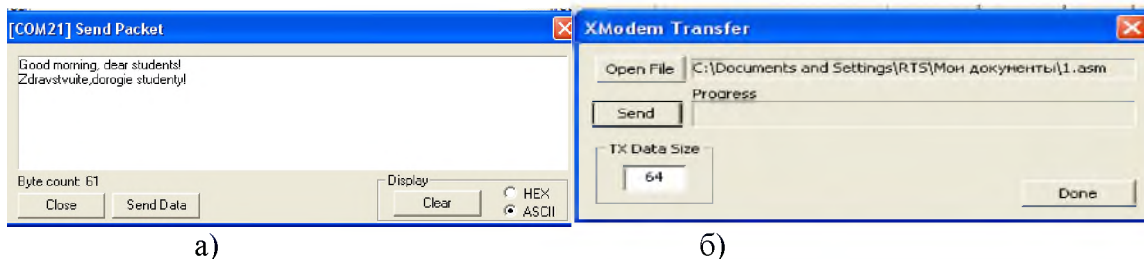


Рисунок 4. Режим пакетной передачи (а) и режим передачи файлов (б)

Данная технология является весьма энергоэффективной. При некотором временном бездействии системы (задается программно или аппаратно, путем перепрошивки микропроцессора) технология автоматически переходит в спящий режим (режим ожидания). При данном состоянии потребление электроэнергии достигает буквально нескольких микро- или нановатт (можно высчитать математически, учитывая ток бездействия порядка наноампера). Также, в состоянии сна систему можно перевести другими способами: путем AT-команды sleep через терминал программного обеспечения X-CTU или же подачи логического уровня напряжения на вывод sleep микропроцессора XBeeSeries2. Модули системы будут бездействовать, пока в терминале координатора не прописать комбинацию из трех плюсов («+++»). Тогда технология переходит в режим ожидания следующей команды или действия над приложениями.

Такая характеристика технологии является огромным преимуществом при проектировании и реализации такой системы как «умный дом». Данная система из модулей и датчиков подключается ко всем необходимым бытовым коммуникациям: освещение, водоснабжение, сигнализация и т.д. Управление всей системой осуществляется через координатор ZigBee. Используя автоматизированную энергоэффективную беспроводную систему ZigBee, можно добиться большой рентабельности при использовании энергетических ресурсов в системе «умный дом».

Литература:

1. Беспроводные линии связи и сети: В. Столлингс. Пер.с англ. – М.: издательский дом «Вильямс», 2003 – 640 с.
2. Материалы сайта www.zigbee.org.
3. Стандарт IEEE 802.15.4–2003 (PDF-файл; 4,82 Mb; 679 страниц; <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2003.pdf>).
4. ZigBee в вопросах и ответах: Олег Пушкарев, компания «Компэл».

УДК 681.513.5/6

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Пикулин И.Н., Мурзин Р.А.
(СКГУ им. М. Козыбаева)

Капельное орошение – принципиально новый, специфичный способ полива, особенно эффективный и водо-сберегающий в условиях дефицита оросительной воды, при освоении земель со сложным рельефом и высокой водопроницаемостью почв, склоновых участков с большими уклонами, т.е. таких земель, рациональное использование которых, с применением традиционных способов полива, невозможно или крайне затруднительно.

Специфичность этого способа увлажнения заключается в совершенно новом понятии о снабжении растений водой, а также нормированном водораспределении,