

предназначенный для решения задачи параметрической оптимизации разветвленных и многоконтурных теплоснабжающих систем городов и населенных пунктов с множеством источников, сложным рельефом местности, произвольным числом узлов, участков и контуров.

1. Математическое моделирование и оптимизация систем тепло-, водо-, нефте- и газоснабжения / А.П. Меренков, Е.В. Сеннова, С.В. Сумароков, В.Г. Сидлер, Н.Н. Новицкий, В.А. Стенников, В.Р. Чупин. – Новосибирск: ВО «Наука», Сибирская издательская фирма, 1992. – 407 с.

2. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. – М.: Наука, 1985. – 280 с.

3. Стенников В.А., Сеннова Е.В., Ощепкова Т.Б. Методы комплексной оптимизации развития теплоснабжающих систем // Энергетика. – М.: Изв. РАН, 2006. – №3. – С.44-54.

4. Меллор С. Модели должны работать // Открытые системы. СУБД. – 2008. – №9. – С.64-67.

5. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.

Получено 07.11.2011

УДК 658.24

М.В.ГРИНЧАК, А.Л.ШАПОВАЛОВ, кандидаты техн. наук,
К.В.КУЗЬМИЧОВА

Харківська національна академія міського господарства

ПРИСТРОЙ БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДЛЯ ОБЛІКУ ВИТРАТ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Наведено короткий огляд популярних сьогодні промислових стандартів бездротової передачі даних. Акцентовано увагу на стандарті ZigBee як найбільш ощадливому й надійному способі створення великої і простої бездротової мережі обліку витрати гарячої й холодної води, електроенергії. Пропонується простий спосіб індивідуального обліку витрати теплової енергії в багатоквартирних будинках сучасних мегаполісів.

Приведен краткий обзор популярных сегодня промышленных стандартов беспроводной передачи данных. Акцентировано внимание на стандарте ZigBee, как наиболее экономном и надежном способе создания большой и простой беспроводной сети учета расхода горячей и холодной воды, электроэнергии. Предлагается простой способ индивидуального учета расхода тепловой энергии в многоквартирных домах современных мегаполисов.

There is a short survey of the most popular nowadays industrial standards of wireless data transfer. We've focused on the standard ZigBee, because it's the most advantageous and reliable method of creating of large and easy wireless net for accounting of usage of hot and cold water as well as electricity. Moreover, the simple way of individual accounting of usage heat energy in apartment houses in contemporary megacities is found and described in this article.

Ключові слова: комунальне господарство, енергетичні ресурси, мережі ZigBee.

Облік енергетичних ресурсів (електрики, газу, води, тепла), які споживають промислові підприємства і приватні споживачі, є стратегіч-

но важливим завданням, від вирішення якого залежить економіка країни [1].

На підприємствах спроби автоматизувати процес збору інформації полягали в установці на об'єкти механічних (пізніше – електричних) самописів, що фіксують всі зміни параметрів на паперовій стрічці. Це вирішувало тільки частину проблем, створюючи при цьому безліч нових.

В останні роки, поряд з іншими напрямками комп'ютерних технологій, бурхливо розвиваються бездротові технології передачі даних.

Бездротові системи зв'язку легко встановлюються й експлуатуються на різних об'єктах. Вони особливо вигідні для роботи там, де прокладка кабелю буде дорогим й тривалим завданням: наприклад, у багатоквартирних будинках або громадських місцях з великим скупченням людей. На базі невеликих радіомодулів створюються бездротові мережі, які дозволяють збирати інформацію й обмінюватися нею між осередками, а також організувати вихід в Інтернет. Існує кілька стандартів організації й передачі даних у бездротових мережах, кожний з яких має свою специфіку й сферу застосування.

Wi-Fi – це перший промисловий стандарт для організації бездротових локальних мереж на обмеженій території, коли декілька абонентів мають рівноправний доступ до загального каналу передачі даних.

Основними перевагами цього стандарту є: простота використання готових модулів; легкість інтеграції з існуючими провідними мережами (LAN); висока швидкість передачі; безпека передачі інформації (64/128-бітне шифрування). Є і недоліки: висока (у порівнянні з іншими бездротовими мережами) ціна на встаткування; більше енергоспоживання; обмежений радіус дії.

Bluetooth використовує невеликі прийомопередатчики малого радіуса дії, що працюють на неліцензуючій у більшості країн частоті 2.4 ГГц і використовують метод розширення спектра FHSS (Frequency Hopping Spread). Радіоканал забезпечує швидкість 721 кбіт/с.

Два або більше пристроїв, що використовують той самий канал, утворюють пікомережу (piconet), при цьому один із пристроїв працює як головний (Master), а інші – як підлеглі (Slave). В одній пікомережі може бути до сьома активних підлеглих пристроїв, при цьому інші підлеглі пристрої перебувають у стані «паркування», залишаючись синхронізованими з головним пристроєм. Головні переваги: простота використання готових модулів; малі розміри; безпека передачі інформації (аутентифікація, кодування); високий рівень стандартизації. Недоліки: неможливість побудови мереж складної топології; більше (у порівнянні з мережами ZigBee) енергоспоживання.

Розглянемо ще один стандарт – мережі 433/868. Для бездротового

керування й передачі даних у режимі вільного використання в усьому світі надаються діапазони, які не треба ліцензувати (ISM – Industrial, Scientific, Medical): 433.92 МГц та 868...868.2 МГц. Використання цих радіочастот для організації простих з'єднань типу «точка - точка» або «зірка» з невеликими швидкостями обміну може бути гарною альтернативою бездротовим технологіям діапазону 2.4 ГГц.

Сучасні однокристалні прийомопередатчики для цих частот є інтегрованими мікросхемами й вимагають для підключення мінімальну кількість недорогих зовнішніх елементів, що істотно знижує вартість виробу.

Випромінювана потужність і чутливість можуть задаватися програмно або апаратно. Для зниження енергоспоживання передбачені спеціальні режими роботи. Головні переваги: збільшений, у порівнянні з діапазоном 2.4 ГГц, радіус дії; знижені вимоги до точності виконання узгодження з антеною й до виготовлення самої антени; низька ціна. Недоліки: менша, у порівнянні з діапазоном 2.4 ГГц, швидкість передачі інформації; відсутність розроблених стандартних протоколів зв'язку й засобів захисту переданої інформації; у міських умовах – висока завантаженість діапазонів.

Розглянемо використання GSM/GPRS. Поява технології передачі даних з комутацією пакетів GPRS, а також покриття цими мережами великих територій, істотно розширюють сферу застосування GSM-модемів. Головні переваги: відкритий протокол Ат-команд; необмежений радіус дії (у межах зон покриття мереж GSM); безпека передачі; високий рівень стандартизації. Недоліки: необхідність оплати трафіка; висока вартість устаткування (у порівнянні з іншими варіантами); велике енергоспоживання в активному режимі.

Розглянемо використання ZIGBEE. Специфікація ZigBee 1.0 була ратифікована в 2004 р. Протокол ZigBee є відкритим стандартом для використання в системах збору даних і керування. У комунальному господарстві, в інженерних системах будинків бездротові пристрої ZigBee застосовуються для керування тепlopостачанням, освітленням, кондиціонуванням і вентиляцією, у системах пожежної безпеки, автоматичного пожежогасіння, комерційного обліку спожитої теплової, електричної енергії й води, у системах керування ліфтовим устаткуванням.

Мережі ZigBee називають мережами, які самі організуються й самовідновлюються, тому що ZigBee-пристрої при включенні живлення завдяки вбудованому програмному забезпеченню вміють самі знаходити один одного й формувати мережу, а у випадку виходу з ладу якогонебудь із вузлів вміють встановлювати нові маршрути для передачі повідомлень. Фрагмент мережі ZigBee наведено на рис.1.

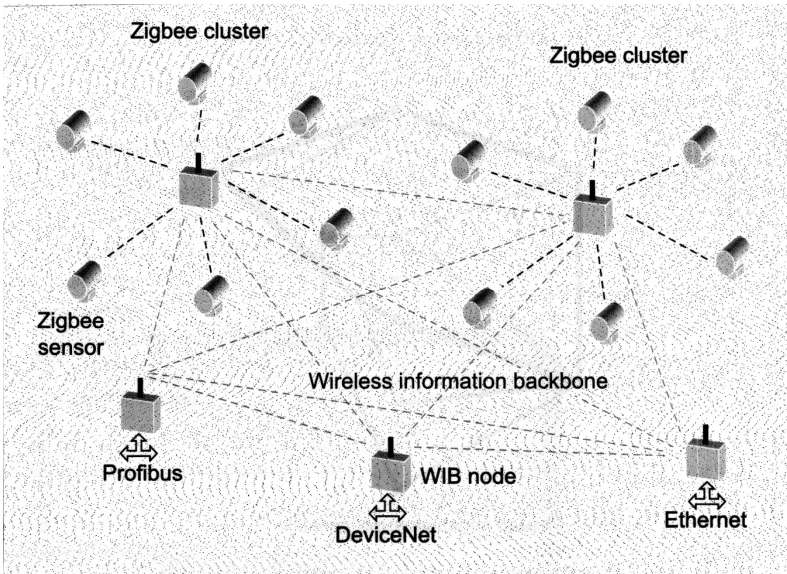


Рис.1 – Фрагмент мережі ZigBee

Бездротові ZigBee-системи дозволяють об'єднати безліч пристроїв у мережі з різною топологією, забезпечуючи при цьому прийнятний час доставки повідомлень, надійність і стійкість до різноманітних збоїв. У більшості випадків мережа є *скупченням скупчень*. Вона також може приймати форму мережі або одиночного скупчення (рис.2) [2].

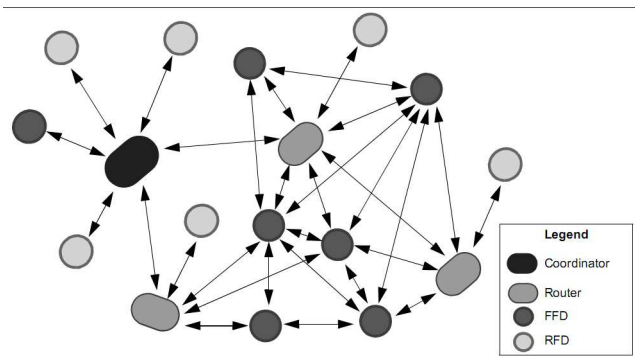


Рис.2 – Усілякі способи з'єднання осередків мережі

Радіус охоплення прийомопередатчиків ZigBee залежить від дуже багатьох параметрів. На відкритому просторі відстань між вузлами в мережі ZigBee вимірюється сотнями метрів, а в приміщенні – десятками метрів. Але зона покриття мережі ZigBee значно більша, ніж відстань між вузлами, тому що за рахунок ретрансляції повідомлень здійснюється нарощування мережі.

ZigBee-мережі не призначені для передачі великих обсягів інформації, як Wi-Fi або Bluetooth. Вони найбільш ефективні для додатків, де не потрібні високі швидкості, а критичне енергоспоживання (час роботи) радіопередавача, наприклад, для збору й передачі показань датчиків, дистанційного керування. Осередки ZigBee можуть роками працювати від літєвої батарейки.

Таким чином, технологія ZigBee займає нішу, яку раніше заповнювали або пристрої й технології з більш високими технічними параметрами (більш коштовні), або рішення з обмеженими можливостями побудови бездротової мережі. Промисловий стандарт ZigBee використовується в тих випадках, коли необхідно швидко зробити надійну мережу з дуже великою кількістю пристроїв, які підключають в цю мережу, з невеликим обсягом переданих даних і мінімальним споживанням електроенергії (для тривалої автономної роботи).

Розглянемо кілька прикладів використання мереж ZigBee.

1. Інтелектуальні лічильники електроенергії. За допомогою ZigBee-мережі лічильники електроенергії передають поточні дані на комп'ютер малопотужним сигналом на частоті 2,4 ГГц. Кожен з ZigBee-модулів може бути кінцевим пристроєм, або працювати маршрутизатором чи координатором з виходом в Ethernet.

Така система забезпечує бездротовий вимір електроенергії, яка окупається протягом одного року, має розширені можливості по відстеженню втрат енергії, можливість інтеграції в систему «розумний будинок», дистанційне включення/відключення. ZigBee-рішення виходять найбільш вдалим з погляду ефективності роботи системи [7].

2. Спостереження за температурою й вологістю в холодильному ланцюзі. Кожен прилад у цій системі має свої датчики вологості й температури, дисплей на рідких кристалах для візуального спостереження за зміною вимірюваних параметрів, а також створює регулярний радіозвіт про отримані дані.

Система характеризується високою надійністю передачі й зберігання даних. Інтервали звіту можна встановити в межах від декількох секунд до декількох годин. Дані, які реєструються, можуть дуже довго зберігатися завдяки використанню енергонезалежної пам'яті (FRAM-пам'яті виробництва Ramtron). При регулярній передачі звіту з 10-

хвилинним інтервалом елементів живлення цих пристроїв вистачить приблизно на два роки.

ZigBee-датчики застосовуються в різних холодильних установках, таких як магазини, склад готових і сирих продуктів, транспортування, фармацевтика та ін.

3. Моніторинг запірних клапанів. Запірні клапани (газові, гарячого й холодного водопостачання, теплопостачання, та ін.) є одними із ключових компонентів у комунальному господарстві. Для них доцільно розробляти системи бездротового моніторингу на основі мережної технології ZigBee. Споконвічне одержання даних про роботу клапанів проводилося за допомогою коштовного й часто недоречного кабелю, що підвищувало витрати на підключення до кожного об'єкта. Бездротова сенсорна мережа дозволяє стежити за будь-якими видами клапанів і надавати адекватну картину продуктивності й технічного стану всіх вузлів у режимі реального часу. Головне в цій системі – це надійна передача важливої інформації з відповідальних ділянок системи й низькі витрати на установку й обслуговування.

В експлуатації перебувають десятки мільйонів запірних клапанів – це відкриває широкі перспективи для впровадження бездротових ZigBee-рішень.

Інші приклади. Використання бездротової технології ZigBee дозволить помітно скоротити витрати на установку й обслуговування системи пожежної сигналізації. Простота й легкість розгортання мережі ZigBee дозволяє швидко й недорого встановити систему спостереження й керування температурою (кліматконтроль) у житлових квартирах, на робочих місцях, складах, роздрібних торговельних точках й ін.

Є приклади використання в Росії лічильників води й електроенергії, які використовують ZigBee-модулі [7].

Для скорочення часу проектування ZigBee-модулів виробники електронних компонентів пропонують схемотехнічні приклади використання своєї продукції. Один з таких прикладів показаний на рис.3. Тут на базі радіочастотного модуля MRF24J40MA фірми Microchip реалізований трансівер, який разом з мікроконтролером, наприклад, PIC24FJ64GA004, складе основу ZigBee-модуля.

Привабливо виглядає перспектива використання ZigBee-технологій для обліку витрати тепла в окремих квартирах багатоквартирних будинків.

Треба сказати, що масове виробництво недорогих лічильників теплової енергії з використанням ZigBee-технологій за кордоном уже налагоджене [5, 7]. Але особливістю нашої країни є те, що опалення в будинках організовано таким чином, що кожна батарея опалення підключена

до окремого стояка, які не зв'язані між собою. Реалізувати індивідуальний облік витрати теплоносіїв у таких будинках за допомогою старих технологій неможливо. Завдяки низькій вартості ZigBee-осередків (наприклад, у Харкові роздрібна ціна радіочастотного модуля MRF24J40MA становить 80 грн., а мікроконтролера PIC24FJ64GA004 – близько 30 грн. (2011 р.)) і високій вартості теплоносіїв, стає економічно доцільним установка лічильника на кожен стояк окремо.

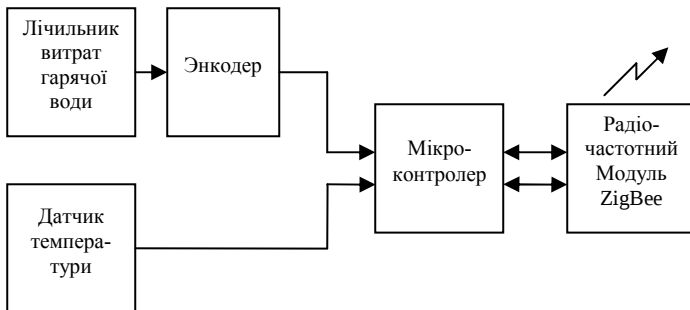


Рис.3 – Структурна схема окремого осередку

А далі – “справа техніки”. Або один з мікропроцесорів, встановлених у квартирі, одержує інформацію про витрату теплоносія і його температуру, обробляє її й передає на центральний комп'ютер (рис.4), або кожен мікропроцесор передає свою інформацію індивідуально.

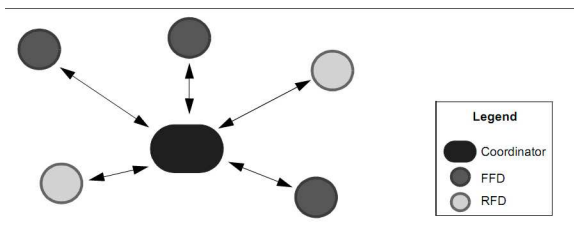


Рис.4 – Схема ZigBee-мережі окремої квартири

Індивідуальний облік витрати тепла в мільйонах квартир нашої країни стимулює жителів до економії (навіть опалювати кухню вночі?). Це сприяє також економії організаціями, які займаються теплопостачанням. У масштабах нашої держави впровадження в комунальне господарство міст ZigBee-технологій може привести до економії мільярдів гривень.

1.Теплышев В.Ю., Голів Р.С., Митерева С.М. Фінансові моделі ЕСКО // Питання економіки перехідного періоду. – 2007. – № 5. – С.24-25.

- 2.Козлов А. Промислові стандарти бездротової передачі даних // CHIP news-Україна. – 2008. – №7. – С.18-21.
- 3.Опис стандартів ZigBee [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/ZigBee>.
- 4.Погибелев Е. Розробка системи з бездротовою передачею даних для моніторингу обласного газового господарства // Новини електроніки. – 2007. – №14. – С.46-48.
- 5.Термостати 4-NOKS з мережним інтерфейсом ZigBee [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ixbt.com/news/hard>.
- 6.Скусов А. ZigBee: огляд бездротової технології // Компоненти й технології. – 2005. – №3. – С.176.
- 7.Кривченко Т.І., Ловяго В. Технологія ZigBee: бойове хрещення в російських умовах // Бездротові технології. – 2008. – №2. – С.26.
- 8.Кривченко Т.І. Технологія ZigBee // Комунальний комплекс Росії. – 2006. – №4. – С.36-38.
- 9.Пушкарьов О. ZigBee-модулі XBee: нові можливості // Бездротові технології. – 2008. – №4. – С.21-22.
- 10.Автоматичне зчитування лічильників. Збір даних у кінцевого користувача за допомогою Zigbee DIWICON 3000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.casonplc.com.

Отримано 26.05.2011

УДК [519.95+518.5]: 622.692.4

Н.Н.НОВИЦКИЙ, д-р техн. наук

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, г.Иркутск
(Российская Федерация)*

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ: АРГУМЕНТЫ, СОДЕРЖАНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Рассматриваются вопросы разработки научно-технического направления Smart Grid и его применения для трубопроводных систем. Вводится понятие интеллектуальных трубопроводных систем и дается их характеристика.

The issues of development of scientific and technical direction of Smart Grid and its application for pipeline systems are considered. The notion of intelligent piping systems is introduced and their characteristics are given.

Розглядаються питання розробки науково-технічного напрямку Smart Grid і його застосування для трубопровідних систем. Вводиться поняття інтелектуальних трубопровідних систем і дається їх характеристика.

Ключевые слова: Smart Grid, интеллектуальные трубопроводные системы.

В настоящее время в электроэнергетике активно обсуждается концепция интеллектуальных сетей (Smart Grid), первоначально сформулированная в промышленно развитых странах Запада (в первую очередь США и ЕС), и принятая там, в роли стратегического направления инновационного развития энергетики [1]. Следует отметить, что до сих пор нет однозначного определения понятия Smart Grid, его содержания, преследуемых целей, состава решаемых проблем, путей их решения.