

# TECHNIQUES TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN SENSOR NETWORKS

Shostko I.S., Sosedka Yu.E.  
Kharkov National University of Radio Electronics  
14, Lenin Str., Kharkov, Ukraine  
Ph.: (063) 4722773, e-mail: sosedka.27@mail.ru

*Abstract* — The paper discusses possible ways to reduce energy consumption in wireless sensor networks. Limit power consumption connected with the fact that the sensors are fed by a power source with limited power limit (typically battery). The more unfrequently they will be replaced or recharged, the lower cost their service will have. Also, power consumption is an important limitation in the use of sensors with complicated access to them; therefore, the power supply unit can not be replaced or recharged. To solve this problem, we examined five possible options to reduce energy consumption.

## МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Шостко И. С., Соседка Ю. Э.  
Харьковский национальный университет радиозлектроники  
ул. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина  
тел.: (063) 4722773, e-mail: sosedka.27@mail.ru

*Аннотация* — В работе рассмотрены возможные методы снижения энергопотребления в беспроводных сенсорных сетях. Ограничение по энергопотреблению связано с тем, что сенсоры работают от источника питания с ограниченным лимитом энергии (обычно батарейка). Чем реже они будут заменяться или заряжаться, тем более низкую стоимость будет иметь их обслуживание. Также энергопотребление является важным ограничением при использовании сенсоров, доступ к которым осложнен, следовательно, источник питания не может быть заменен или подзаряжен. Для этого мы рассмотрели 5 возможных вариантов снижения энергопотребления.

### I. Введение

Энергопотребление — один из ключевых вопросов для беспроводных сенсорных сетей (БСС), так как устройства питаются в основном от батареек. Основное применение данных сетей это промышленность, медицина, «Умный дом», GPS навигация и т.д. Необходимо чтобы продолжительность работы сенсорных датчиков достигала нескольких лет, т.к. не всегда есть возможность замены элементов питания.

В работе рассмотрены различные подходы по снижению энергопотребления в беспроводных сетях малого радиуса действия стандарта IEEE 802.15.4 [1].

### II. Основная часть

БСС строятся обычно на основе протокола IEEE 802.15.4. Сетевым узлом в БСС является трансивер стандарта 802.15.4 с управляемой маршрутизацией стеком ZigBee и программным профилем. Если к трансиверу подключается датчик, то узел получает профиль сенсорного узла (СУ). Этот узел, называемый далее *сенсором*, содержит датчик, воспринимающий данные от внешней среды (собственно сенсор), микроконтроллер, память, радиопередатчик и автономный источник питания [1].

1. Ключевым моментом энергоэффективных сетевых операции является возможность поместить как можно больше узлов в спящий режим, для увеличения продолжительности их работы от батареи.

Находясь в активном состоянии, сенсорный узел (СУ) может перейти в режим сна (ожидания) (sleep mode), позволяющий ему снизить энергозатраты. Также предусмотрен холостой режим функционирования (idle mode). СУ переходит в данный режим между сеансами приема/передачи данных. Рабочие режимы состоят из циклов, каждый цикл состоит из периодов сна и прослушивания. Длительность цикла сна может быть как постоянной, так и переменной. Независимо от этого длительность периода прослу-

шивания всегда остается постоянной, т.е. может меняться только продолжительность периода сна.

Обозначим длительность периода прослушивания через  $L$ . Ее можно увеличить, когда в очереди на головное устройство (ГУ) имеются данные для системы управления (СУ). Максимально возможное увеличение периода прослушивания — это граница цикла. После приема очередного сообщения с данными СУ перезапускает таймер. Если за время работы таймера не было приема новых сообщений с данными, то СУ переходит к периоду сна, который длится до конца текущего цикла сна.

Т.е. одним из возможных вариантов снижения энергопотребления является переход датчика из активного режима в режим «Sleep», при котором потребление энергии минимально [2].

2. В БСС с использованием технологии ZigBee возможен вариант сжатия информации перед ее отправкой. За счет этого сокращается время нахождения устройства в эфире и уменьшаются энергетические затраты на передачу пакета. Для этого возможно использование кодеков стандарта G722.1 и G722.2. Применение кодеков позволяет снизить потребление энергии за счет сжатия передаваемой информации [3].

3. Увеличение длины передаваемых информационных пакетов ведет к потере энергии, т.к. каждый передаваемый по радиоканалу байт потребляет энергию. Расход обусловлен включением радиопередатчика на время передачи данных или приемника на время их приема. Следовательно, минимизация объема транслируемых данных приведет к уменьшению энергопотребления.

4. Количество затраченной энергии зависит также от выбранной сетевой топологии. Стандарт IEEE 802.15.4 поддерживает три вида топологий, такие как «звезда», «кластерное дерево» и «многоячеистая сеть» (рис. 1). При построении БСС выбор топологии зависит от требуемого радиуса сети в целом.

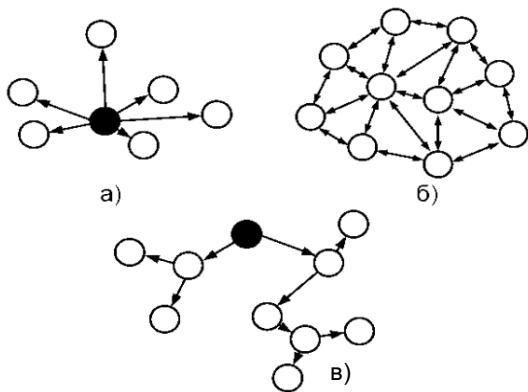


Рис. 1. Основные сетевые топологии, применяемые в сенсорных сетях:  
а) — звезда; б) многоячейковая; в) кластерное дерево.

Fig. 1. Basic network topologies used in sensor networks: a) Star; b) multicell; c) cluster tree.

При необходимости построить сеть большого радиуса покрытия, следует использовать топологию «многоячейковая сеть», при этом нужно использовать максимальный радиус действия датчиков, что позволит увеличить продолжительность функционирования узлов и сети в целом в 2 раза (620 и 1300 дней при минимальном и максимальном радиусах соответственно) [4]. Многоячейковая топология требует больших затрат по энергопотреблению, из-за того что в данной топологии каждому отдельному устройству необходимо выходить на связь с большей периодичностью, что оказывает прямое воздействие на продолжительность функционирования устройства.

Лучшим вариантом, с точки зрения меньших затрат на энергопотребления, является использование топологии «звезда» или «кластерное дерево», в котором координаторы (концентраторы) подключены к стационарной сети. В этом случае, возможно, обеспечить максимальный срок службы элементов 2400 дней (12 лет 8 месяцев).

5. Задача снижения энергопотребления может решаться на уровне отдельного модуля датчика. Для сети, состоящей из большого числа датчиков, использование энергоэффективных протоколов и алгоритмов управления дает больший эффект, чем оптимизация потребляемой энергии на уровне отдельного датчика. Перечислим основные принципы решения этой проблемы.

На системном уровне:

- совместное использование ресурсов системы с целью сохранения мощности в критических узлах (в датчиках с минимальным ресурсом энергии);

- адаптивное управление энергией при передаче информации;

- уменьшение объема вычислений в группе датчиков, имеющих общую зону обнаружения и объединенных решением одной задачи при использовании распределенных алгоритмов обработки информации.

На уровне модуля датчика:

- максимальное сужение полосы частот и динамического диапазона измерительных сигналов;

- использование адаптивных энергоэффективных алгоритмов аналого-цифровой обработки измерительных сигналов;

- использование микромощных аналого-цифровых измерительных преобразователей [4].

На сетевом уровне обнаруживаются оптимальные пути передачи информации от сенсорного узла до базовой станции, учитывая число узлов, требуемую энергию и доступную энергию. Кроме сетевого протокола на потребление энергии влияет конструкция узлов (например, маленький размер памяти, эффективность переключений между заданиями), программное обеспечение, механизмы защиты и даже рабочие приложения.

Так же дает возможность снизить энергопотребление такой сетевой протокол как CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance), в котором перед передачей узел случайным образом выбирает канал, чтобы увидеть, занят ли он. Если канал занят, узел случайным образом выбирает другой канал из оставшихся. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока узел найдет канал в состоянии простоя. Если все каналы заняты, узел установит случайный таймер, для каждого из них и будет снова ожидать. Он будет использовать канал, чье время истекает первым и снимает таймеры с остальных.

Экономия энергии достигается путем сохранения мощности во многих аспектах: алгоритм, используемый для выбора канала является очень простым и не подразумевает какой-либо процедуры квитирования связи; наличие спящего режима позволяет выключить радиоприемник, когда он не нужен. Благодаря использованию нескольких каналов сокращается количество конфликтов и ретрансляций. Сокращается и количество повторных попыток передачи, тем самым, позволяя сократить работу передатчика за счет исключения сеансов связи в который передача данных может не состояться из-за коллизий [5].

### III. Заключение

В ходе анализа возможных методов снижения энергопотребления в сенсорных сетях были выявлены различные подходы, с помощью которых возможно снижение энергопотребления в беспроводных сетях малого радиуса действия.

### IV. References

- [1] Smurygin I.M. *Koncepcija organizacii besprovodnyh sensornyh setej i ih primeneniye (obzor)* [The concept of wireless sensor networks and their applications]. *Molodezhnyy nauchno-tehnicheskij vestnik*, 2012, No 9, pp. 1-9.
- [2] Zajcev A.A., Ustinova E.A. *Besprovodnyye sensornye seti – perspektivy i zadachi (obzor)* [Wireless sensor networks - prospects and challenges]. *Jelektrosvjaz'*, 2009, No 8. pp. 26-31.
- [3] *Besprovodnyye tehnologii i ih primeneniye v promyshlennosti. Osobennosti postroeniya sistem peredachi rechi. Chast' 2* [Wireless technologies and their application in industry. Features of building systems voice. Part 2]. Available at: <http://ns1.elcp.ru/developer-r/review/2187/doc/56569/> (accessed 12 May 2013).
- [4] Gepko I.A., Olejnik V.F., Chajka Ju.D., Bondarenko A.V. *Sovremennyye besprovodnyye seti: sostojanie i perspektivy razvitiya* [Modern wireless networks: state and prospects of development]. Kiev, Jekmo, 2009, pp. 365-391.
- [5] *Novyye besprovodnyye standarty dlja setej promyshlennoj avtomatiki* [New wireless standards for industrial automation networks]. Available at: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2187/doc/44955/> (accessed 13 May 2013).