

БАЛАНСИРОВКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕНСОРОВ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Осинский А.К., Петрова В.Н.

Институт телекоммуникационных систем

КПИ им. Игоря Сикорского, Украина

E-mail: toni02133@gmail.com

Balancing the energy performance of sensors in wireless sensor networks

The paper proposed a method of balancing the energy characteristics of sensors in wireless networks. The method is based on the use of energy in the radio range of sensors transmitting data. The currently inactive sensors can receive and detect data packets and use them to recharge the power supply. Energy efficiency is determined by the accuracy of matching the receiving antenna with the input circuit and the voltage drop across the rectifier module. The analysis of relative losses depending on the frequency for a typical antenna of the wireless range.

Актуальность работы обусловлена все более широким распространением беспроводных сенсорных сетей и необходимостью продления срока их жизни, которая определяется в основном разрядом встроенного в сенсор источника питания. Целью работы является разработка метода балансировки энергетических характеристик сенсоров в беспроводной сети [1-2].

Типовое потребление энергии различными блоками сенсора представлено на рис.1. На чувствительный элемент тратится около 4 % от суммарного энергопотребления. В то же время 90 % энергии расходуется на организацию радиосвязи с соседними узлами или базовой станцией в зависимости от используемого протокола обмена.

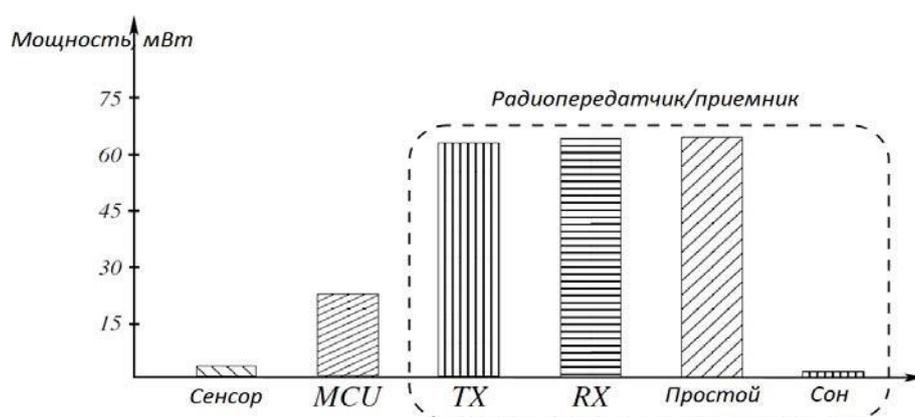


Рис. 1. Распределение потребления энергии сенсора [1].

С точки зрения энергоэффективности в БСС наибольший практический интерес представляют модификации базового протокола передачи данных – *Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH)*, который представляет собой TDMA-протокол с адаптивной кластеризацией. Задача протокола –

минимизация энергии, необходимой для создания и обслуживания динамически организуемых кластеров сенсоров. LEACH является иерархическим протоколом, в котором сенсоры передают данные вершине кластера, где происходит накопление и компрессия данных, и далее их передача базовой станции. LEACH-протокол предполагает, что каждый сенсор имеет запас энергии достаточный для передачи данных непосредственно базовой станции или ближайшей вершине кластера.

Балансировка энергопотребления в сенсорной сети осуществляется как за счет применения более сложных алгоритмов, учитывающих запас энергии каждого узла, так и за счет подзарядки источников питания наиболее разряженных узлов непосредственно от беспроводного интерфейса.

В неактивном состоянии приемная часть каждого узла, не участвующего в кластере, может принимать и накапливать энергию пакетов беспроводного интерфейса. При использовании диапазона 2,4 ГГц и достаточно большом числе узлов, участвующих в обмене данными с базовой станцией и соседними узлами, энергии, принимаемой неактивными сенсорами, достаточно для эффективной подзарядки сенсора. Накопление энергии может происходить на конденсаторе достаточно большой емкости (ионисторе), после разряда, которого при переходе сенсора в активный режим происходит его переключение на основной неперезаряжаемый источник питания.

Основные потери энергии в данном случае обусловлены большим расстоянием между источником и приемником сигнала сети (обычно более 10 м), низким трафиком в сети и несогласованностью импеданса приемной антенны с входным контуром.

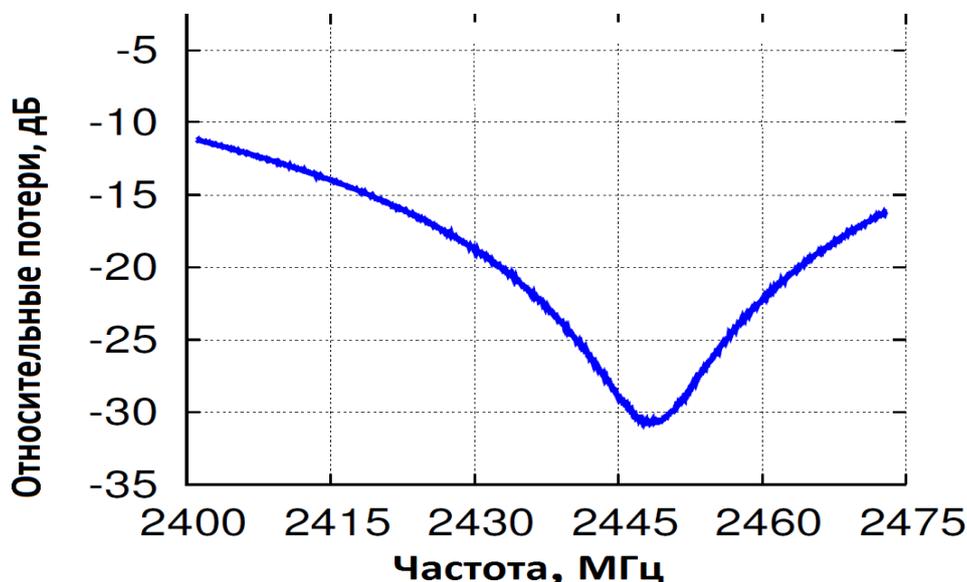


Рис. 2. Относительные потери во входном контуре.

На рис. 3 приведена зависимость потерь от частоты для типовой антенны сенсора, работающей в диапазоне Wi-Fi 2,4 ГГц. Как можно заметить, во всем диапазоне относительные потери не превышают 10дБ. Минимум потерь наблюдается в диапазоне 2,401–2,473 ГГц (Рис.2).

Мощность на выходе выпрямителя определяется потерями в выпрямителе и расстоянием от базовой станции. Потери в данном случае обусловлены наличием порогового падения напряжения на СВЧ-диодах. На рис. 3 показана выходная мощность на выпрямителе как функция от мощности радиосигнала при удалении от базовой станции. Результаты представлены для трех различных каналов Wi-Fi диапазона.

При максимальной мощности радиосигнала на выходе выпрямителя мощность достигает 100 мкВт для всех трех каналов. При увеличении расстояния до базовой станции и уменьшении мощности радиосигнала мощность на выходе выпрямителя падает экспоненциально до уровня менее 1 мкВт при мощности радиосигнала – 17 дБм.

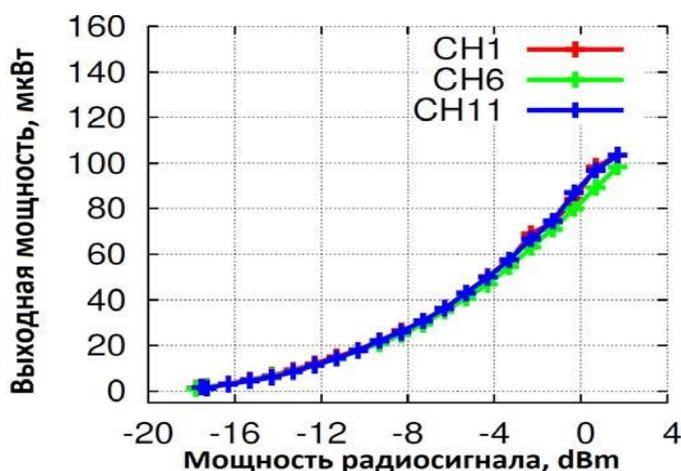


Рис. 3. Зависимость мощности на выходе выпрямителя в зависимости от мощности радиосигнала.

Выводы. Использование при организации подсистемы питания сенсоров БСС энергии беспроводного интерфейса позволяет существенно увеличить время жизни сети и повысить ее надежность за счет перераспределения энергии между сенсорами. Такой подход особо эффективен для БСС, регистрирующих событие, когда 99 % времени сенсоры находятся в режиме ожидания. За время ожидания накопительный элемент сенсора может быть полностью заряжен при наличии интенсивного информационного обмена между близлежащими элементами БСС.

Литература

1. Akyildiz, F. Wireless sensor networks: a survey / F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci // Computer Networks. – 2002. – № 38(4). – P. 393–422.
2. Reshma, I. Leach Protocol in Wireless Sensor Network: A Survey. Tandel, Shri S'adVidya / I. Reshma. – Guja- rat, India : Mandal Institute of Technology, 2016. – P. 1894–1896.