

РОЗВИТОК ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО МЕТОДУ МОНІТОРИНГУ ЦІЛЕЙ У ЗОНАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Новіков В.І., Спаравало М.К., Лисенко О.І., Алексєєва І.В.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: novikov1967@ukr.net, lysenko.a.i.1952@gmail.com

Development of the energy-saving method for monitoring purposes in the control areas of wireless sensor networks

Development of the energy-saving method for wireless sensor networks, in which the construction of the network topology is carried out by controlling the transmit power of the nodes WSN.

Перспективність і актуальність використання технології безпроводових сенсорних мереж (БСМ) для вирішення широкого кола завдань моніторингу та управління в різних областях, таких як автоматизація підприємств, безпека, екологія, надзвичайні ситуації залучили до досліджень провідні наукові центри та лабораторії світу. Однак існують проблеми, які перешкоджають масовому впровадженню рішень на базі БСМ. Одна з них – це необхідність збільшення часу автономної роботи безпроводової мережі. Так як живлення вузлів БСМ здійснюється від батарей обмеженої ємності, то задача управління витратами енергоресурсу сенсорних вузлів є однією з основних. Для цього до складу системи управління БСМ [1] входить підсистема управління витратами енергоресурсу. Метою її функціонування є мінімізація та перерозподіл витрат енергоресурсу вузлами для максимізації тривалості функціонування БСМ.

Управління витратами енергоресурсу вузлів БСМ може бути реалізоване за рівнями еталонної моделі OSI з використанням різних методів, які в загальному випадку можна поділити на дві групи: методи збереження енергії батарей і методи управління потужністю передачі. В роботі [2] запропоновано новий енергозберігаючий метод моніторингу цілей у зонах спостереження сенсорів БСМ, який відноситься до першої групи методів.

Для підвищення ефективності енергозберігаючого методу моніторингу цілей в роботі [3] запропоновано використати в ньому нову енергозберігаючу процедуру побудови топології мережі шляхом управління потужністю передачі вузлів БСМ. Оцінка ефективності запропонованого енергозберігаючого методу моніторингу цілей у зонах спостереження БСМ включає наступні етапи:

1. Аналіз умов функціонування мережі і завдання початкових даних у вигляді: параметри БСМ (розмірність мережі: N – кількість вузлів мережі, Z – кількість цілей, діаметр мережі і площа розміщення); параметри вузлів (початкові координати розміщення на місцевості – x_i, y_i , CV – середній ступінь

зв'язності мережі, E^{σ} – початковий енергетичний резерв сенсорів, $e^{\text{Пд}}, e^{\text{Пр}}, e^{\text{М}}$ – енергія, що необхідна для передачі, прийому та моніторингу однієї одиниці даних, F – швидкість (частота) передачі даних, t_{ij} – загальний час спостереження i -го сенсора за j -ою ціллю).

2. Вибір показників ефективності функціонування БСМ. З позицій системного підходу необхідно оцінювати ефективність енергозберігаючої методики моніторингу за двома групами показників.

Глобальний показник. Моніторинг виступає в ролі підсистеми системи управління БСМ і тому, очевидно, необхідно оцінювати його ефективність за показниками функціонування самої мережі: тривалість функціонування мережі – $T_{\text{ФБСМ}} = \max \{ \min T_{\text{Ф}_i} \}$ – тривалість роботи мережі до моменту відмови вузла через нульову ємність його батареї. В загальному випадку $T_{\text{ФБСМ}}$ повинно визначатися відсотком працюючих сенсорів, які дозволяють виконувати функції БСМ. Але для порівняння з іншими методами тривалість функціонування мережі буде визначати надане визначення.

Локальні показники (L_1, L_2, L_3). Метод моніторингу вимагає додаткових тимчасових витрат і ресурсів мережі для передачі службової інформації, а також ресурсів зберігання і обчислення сесій спостереження. Тому необхідно оцінити ефективність за наступним локальними показниками:

- L_1 – алгоритмічна складність;
- L_2 – зв'язна складність (кількість повідомлень необхідних для реалізації процедури збору та розсилки інформації);
- L_3 – складність зберігання (об'єм необхідної пам'яті).

3. Проведення досліджень. Оцінка ефективності методики моніторингу проводиться з використанням наступних вихідних даних: розмірність мережі: $N = 100$, $M = 5 - 20$, енергія необхідна для передачі однієї одиниці інформації – 0, 12 мВт (100 м) – 36,3 мВт (400 м); енергія необхідна для прийому однієї одиниці інформації – 0,1 мВт. Протокол доступу до каналу – детермінований.

Оцінка ефективності методу моніторингу цілей за локальними та глобальними показниками проводилася в порівнянні з існуючим методом surveillance method (SM) та без використання методів моніторингу [5].

Результати дослідження оцінки ефективності розробленого методу моніторингу у порівнянні з існуючим методом SM та без використання методів моніторингу представлені на рис. 1.

На рис 1. зображено залежність тривалості функціонування БСМ $T_{\text{ФБСМ}}$ від радіусу моніторингу $R_{\text{М}}$ при різній кількості цілей та при використанні різних методів. Зі збільшенням $R_{\text{М}}$ тривалість функціонування збільшується за рахунок збільшення кількості сенсорних вузлів потенційно здатних спостерігати за цілями, що доводить перевагу запропонованого методу моніторингу.

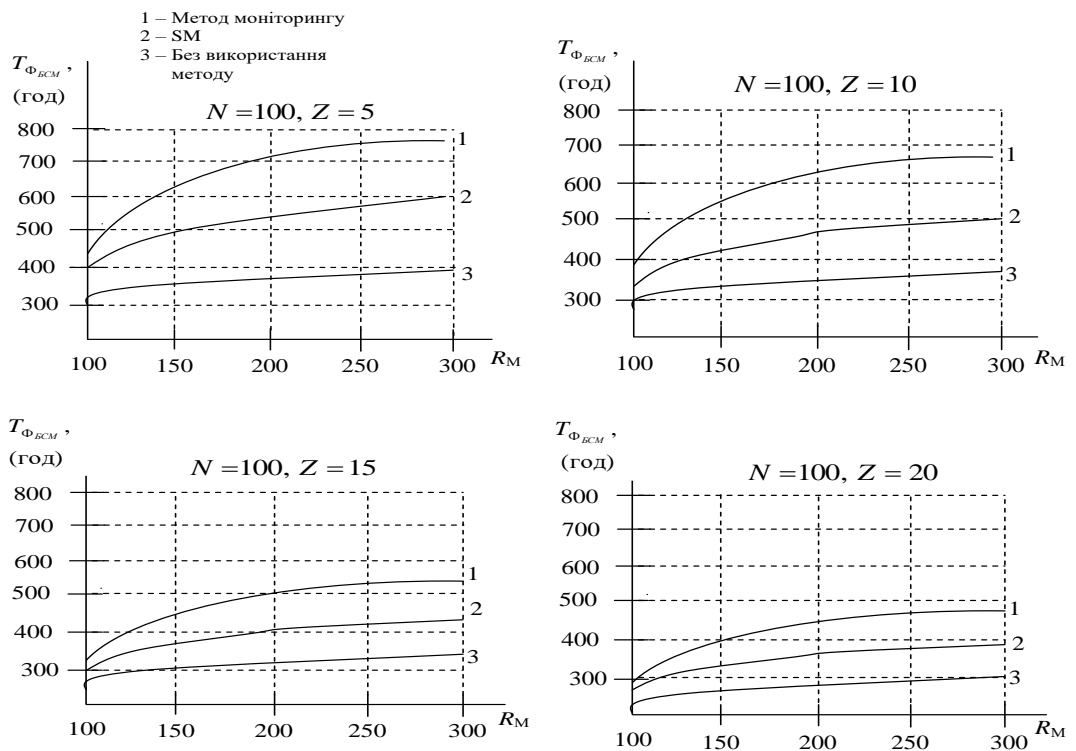


Рис. 1. Залежність тривалості функціонування $T_{\Phi_{\text{БСМ}}}$ сенсорної мережі від радіусу моніторингу, кількості цілей та методів моніторингу ($R_{\Pi} = \text{const}$).

Отримані результати показують, що застосування запропонованого методу забезпечує збільшення тривалості функціонування БСМ в середньому на 10-15% в порівнянні з існуючими методами.

Література

1. Лисенко О. І. Функціональна модель системи управління безпроводовою сенсорною мережею із самоорганізацією для моніторингу параметрів навколишнього середовища / О. І. Лисенко, К. С. Козелкова, В. І. Новіков, Т. О. Прищеп, А. В. Романюк // Системи обробки інформації. - 2015. - Вип. 10. - С. 222-225
2. Новіков В. І. Метод збільшення часу життя безпроводної сенсорної мережі з надлишковою кількістю вузлів під час стеження за цілями моніторингу / В. І. Новіков // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. - 2017. - Том 28 (67) № 2 - С. 38-43.
3. Алексеева І.В. ПРОЦЕДУРА ПОБУДОВИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТОПОЛОГІЇ БЕЗПРОВОДОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ ЦІЛЕЙ [Електронний ресурс] / І.В. Алексеева, О.І. Лисенко, В.І. Новіков // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «ПЕРСПЕКТИВИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ». – 2018. –С. 316 – 319. – Режим доступу : URL : <http://conferenc.its.kpi.ua/proc/article/view/131557>.
4. Yan T. Differentiated surveillance for sensor networks / T. Yan, T. He, J. A. Stankovic // 1st Int. Conf. Embedded Networked Sensor Systems. – Los Angeles. –2003. – pp. 51 – 62.
5. Жук О.В. Оцінка ефективності методики моніторингу цілей в безпроводній сенсорній мережі тактичної ланки управління / О.В. Жук, В.А. Романюк, О. Я. Сова // Труды Академії. – 2008. – № 7 (87). – С. 154 – 162.