

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ БЕСПРОВОДОВИМИ СЕНСОРНИМИ МЕРЕЖАМИ

Жук О.В., Романюк В.А, Стрела Т.С.

Військовий інститут телекомунікацій і інформатизації імені Героїв Крут

E-mail: beatle135@ukr.net

The method of estimation efficiency of control methods wireless sensor networks

The method of estimation efficiency of control methods wireless sensors networks has been considered. The method allows to allocate an allowable set of control methods that meet the requirements for a specific wireless sensor network and determine the ranges of their effective use. The results will be used in the design of military tactical systems.

Безпроводні сенсорні мережі (БСМ) – розподілені мережі, що складаються з маленьких сенсорних вузлів, з інтегрованими функціями моніторингу навколишнього середовища, обробки і передачі даних.

Особливостями БСМ військового призначення є: особливості розміщення (детерміновано або випадково), покриття (бар'єрне, площі, цілі) поля бою, змінна топологія (щільність мережі, відмови вузлів, рівень „життя”), велика розмірність та ієрархічність, обмежені ресурси вузлів (ємність батарей, продуктивність процесора тощо), різнорідний трафік (дані, відео). Ці та інші особливості визначають ключові вимоги до методів управління (МУ) БСМ, які забезпечують різні цілі функціонування мережі (вузла) – покриття, моніторинг та передача всіх видів інформації із заданою якістю обслуговування з виконанням вимог щодо прийняття рішень в реальному часі, мінімальне завантаження мережі службовою інформацією, мінімізація використання вузлових та мережевих ресурсів (обчислювальних, енергетичних та ін.), оптимізація параметрів функціонування сенсорних вузлів та БСМ в цілому [1].

Існуючі методики оцінки ефективності методів управління телекомунікаційними мережами розраховані на статичні (квазістатичні) умови їх функціонування і не враховують особливостей БСМ. В той же час основними особливостями систем управління БСМ являються: різні цілі управління, вимоги до якості покриття, моніторингу та передачі інформації; особливості архітектури побудови системи управління БСМ; та велика залежність характеру функціонування от параметрів БСМ та зовнішніх впливів.

Запропонована функціональна модель системи управління (СУ) з виділенням наступних основних підсистем: збору та зберігання інформації про стан мережі, управління покриттям та моніторингом (розгортання, покриття, виявлення та ідентифікація цілей), управління телекомунікаційною складовою (топологія, маршрутизація, радіоресурс тощо), інтеграції та координації (координує функціонування множини методів управління за рівнями OSI (телекомунікаційна складова) з методами управління розгортанням, покриттям та моніторингом з

метою оптимізації показників функціонування мережі), реалізації рішень [2].

Постановка задачі. Задані: безпроводова сенсорна мережа; система управління мережею, яка складається з K функціональних підсистем, які реалізують множину методів управління $E = \{U_\rho^k\}$, $\rho = 1 \dots P_k$, $k = 1 \dots \hat{E}$ (які пропонуються для реалізації в даній системі управління); та - вимоги до системи управління БСМ $\{\Theta_q\}$, $q = 1 \dots Q$: забезпечення покриття та моніторинг заданих об'єктів (зон, цілей) у заданий час і якістю; передача різних типів трафіка (данні, відео) з заданою якістю; забезпечення адаптивного і розподіленого функціонування мережі з можливістю її самоорганізації; прийняття рішень в реальному або близькому до реального масштабу часу; оптимізація характеристик мережі.

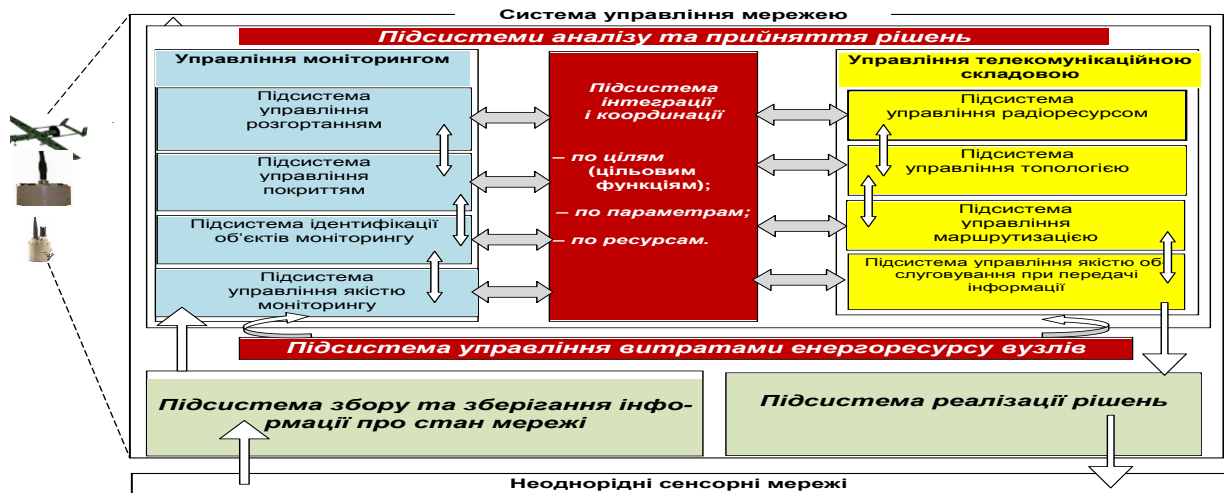


Рис. 1. Функціональна модель системи управління БСМ/

Необхідно: оцінити ефективність запропонованих методів управління та надати рекомендації по їх застосуванню в БСМ.

Методика оцінки ефективності включає наступні етапи.

1. Аналіз умов функціонування мережі та задача початкових даних у вигляді:

а) *параметри БСМ* (початкові варіанти топології БСМ: кількість сенсорних вузлів – N , діаметр мережі – d); *параметри вузлів мережі* описані на різних рівнях моделі OSI: типи сенсорних модулів (магнітний, акустичні, інфрачервоний тощо), координати розміщення (x_i, y_i) , наявність системи позиціонування, енергія батареї $e_i(t)$, потужність передачі $p_i(t)$, радіус моніторингу $r_{\text{мон}}(t)$, радіус передачі $r_{\text{пер}}(t)$, Q^{ξ} , $i = \overline{1, N}$; параметри радіоканалів: s_{ij} – пропускна спроможність каналу та ін.; б) *параметри покриття*: площа (κ – покриття, $k = 1 \dots k$; α – покриття, $0 < \alpha < 1$), бар'єр; *моделі покриття* (секторальна, дискова модель тощо); в) *параметри інформаційного обміну в мережі*: вхідне навантаження, час доставки повідомлень; г) *множина методів управління*, запропонованих для використання у відповідних функціональних підсистемах (покриття, топології, маршрутизації) вузлової СУ на всіх рівнях моделі OSI – $U(t) = \{U_{\text{пок}}, U_{\text{топ}}, U_{\text{мар}}\}$; д) *вимоги до методів* $\{\Theta_q\}$,

$q=\overline{1, Q}$ (децентралізоване управління, мінімальний службовий трафік, мінімальна розрахункова складність, мінімальний об'єм пам'яті).

2. Вибір показників ефективності функціонування методів управління. З позиції системного підходу необхідно оцінювати необхідно оцінювати ефективність методів управління по двом групам показників: **локальні**: часова, обчислювальна та зв'язна складність методів, а також енергетичний ресурс, що витрачається; **глобальні** (показники функціонування БСМ): *коефіцієнт покриття, максимальна тривалість функціонування мережі* (при реалізації покриття, топології, маршрутизації); *пропускна спроможність мережі; час передачі даних моніторингу*.

3. Оцінка ефективності методів управління k -ої функціональної підсистеми

а) За локальними показниками $L_j^k, j = 1 \dots J_k, k = 1 \dots K$. Для цього необхідно побудувати відповідні аналітичні або імітаційні моделі. Наприклад, для оцінки методів маршрутизації в БСМ запропоновано використовувати асимптотичну оцінку зв'язної, часової та обчислювальної складності алгоритмів їх реалізації. Далі здійснюється багатокритеріальна оцінка МУ і формування їх допустимої множини $\{U_{\text{д}}^k\} \subseteq \{U_{\text{р}}^k\}$ k -ої підсистеми, виключаючи методи, які не задовольняють вимогам $\{\Theta_n^k\}$ и $\{\Theta_q\}$;

б) За глобальними показниками $G_i, i=1 \dots I$. За допомогою системи імітаційного моделювання (наприклад, NS-3) будується імітаційна модель функціонування БСМ, яка включає моделі процесів функціонування кожного МУ (динаміка процесів, що відбуваються не дозволяє отримати аналітичні моделі).

Здійснюється планування і проведення експериментів для отримання залежностей G_i від $\{U_{\text{д}}^k\}$ при різних параметрах функціонування БСМ (тип покриття, динаміка топології, розмірність і ін.). Метою експериментів є отримання граничних діапазонів ефективного застосування методів управління k -ої функціональної підсистеми, а також звуження множини що розглядається $\{U_{\text{д}}^k\}$ за рахунок виключення методів, які показали найгірші результати.

Таким чином, запропонована методика дозволяє виділити допустиму множину методів управління, які задовольняють вимогам до конкретної БСМ та визначити діапазон їх використання. Отримані результати будуть використані при проектуванні сенсорних систем військового призначення.

Література

1. Жук О.В. Методологічні основи управління перспективними неоднорідними безпроводовими сенсорними мережами тактичної ланки управління військами. Тези доповідей та виступів учасників IX науково-практичної конференції [„Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”], (Київ, 2016 р.) / Жук О.В., Романюк В.А., Сова О.Я. – К.: ВІПІ НТУУ „КПІ”, 2016. – С. 34 – 44.
2. Zhuk O.V. Monitoring and telecommunications subsystems integration in the wireless sensor networks: Report of 4th International Scientific and Practical Conference [„Problems of Infocommunications. Science and Technology / PIC S&T-2017”], (Kharkiv, 2017 p.) / Zhuk O.V., Romaniuk V.A., Tkachenko D.V., Romaniuk A. V. – К.: KNURE, 2017. – С. 334 – 338.