

## СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

**Туранська О.С., Прищепя Т.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна*

*E-mail: tos.kpi@gmail.com*

### **Ways to Improve Reliability of Wireless Sensor Networks**

This work examines mathematical models for the estimation of reliability of wireless sensor networks and their classification. Features of wireless sensor networks are brought, touch-control architecture, the value of sensory networks in different industries and in our life is also considered.

На сьогоднішній день використання безпроводних сенсорних мереж (БСМ) є перспективною і невід'ємною частиною розвитку сучасних телекомунікацій та вирішення завдань широкого кола значень. Основними особливостями БСМ є самоорганізація і адаптивність до змін в умовах експлуатації, тому потрібні мінімальні витрати при розгортанні мережі на об'єкті і при подальшому її супроводі в процесі експлуатації. Саме це приваблює користувачів БСМ, яких стає все більше з кожним днем. Тому постійно виникає необхідність покращення характеристик БСМ, однією з яких є надійність.

Головною перевагою систем на основі сенсорних мереж є надійність мережі в цілому – в разі виходу з ладу одного з вузлів інформація передається через сусідні елементи.

Найбільш суттєвими факторами, що впливають на надійність мережі є: надійність апаратного та програмного забезпечення вузлів, область розгортання мережі, взаємне розташування вузлів, період регламентного обслуговування мережі, інтенсивність збору та передачі інформації кінцевими вузлами (вузли, оснащені сенсорами і здійснюють вимірювання), розмір переданих пакетів інформації.

WSN складається з великої кількості вузлів-датчиків, що розгорнуті на певній території і надають дані в реальному часі про певні явища. Основними областями застосування БСМ (WSN) виступають: військові операції, зонні спостереження, охорона навколишнього середовища і довкілля, моніторинг, дистанційне зондування та глобальна поінформованість. Розгортання WSN може бути виконано випадковим чином (опускаючи датчики у ворожу місцевість або зону лиха) або детермінованим (розміщення датчиків уздовж трубопроводу для моніторингу тиску і/або температури). Проте, в обох випадках потрібно налаштувати WSN з максимальною надійністю кластерів. Кожен кластер має одну або кілька касетних головки. Вони прикріплені на вузол, який може бути базовою станцією або кінцевим користувачем, як

правило, за допомогою декількох шлюзів або ретрансляційних вузлів. Це необхідно для забезпечення високої надійності, відмовостійкості кластерів з великою кількістю дешевих датчиків і використання надмірності разом з методами інформаційної інтеграції (агрегації) і синхронізації.

Два основні чинники впливають на ймовірність відмови датчика вузла: по-перше, це обмежені ресурси і низька вартість виробництва, по-друге, різкий характер середовища WSN додатків. Надійний моніторинг (або виявлення подій) залежить від колективних даних, наданих цільовим кластером датчиків, а не з кожного окремого вузла.

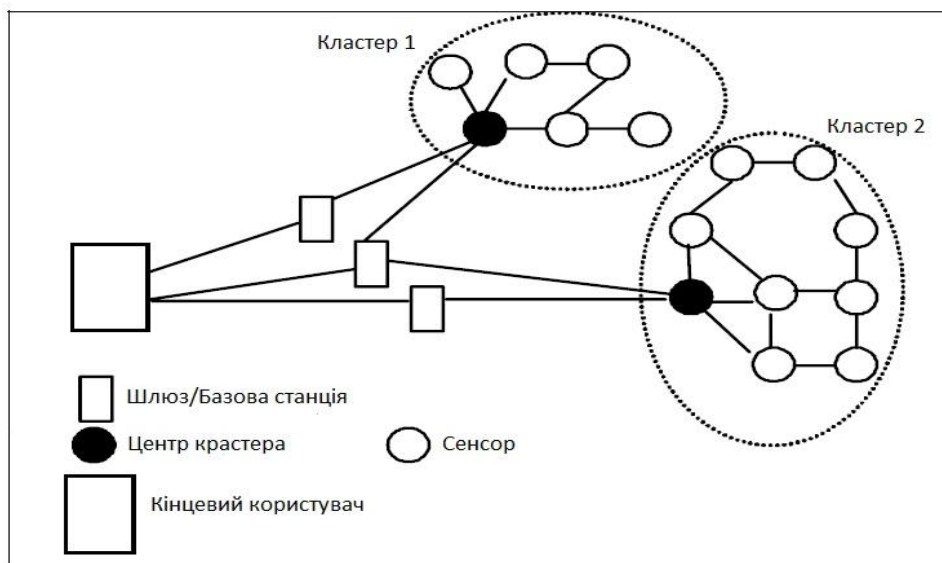


Рис. 1 Структура БСМ. Кластери, шлюзи та сенсорні вузли.

Для оцінки надійності безпроводних сенсорних мереж існує декілька математичних моделей. Підхід до оцінювання надійності базується на представленні функціонування безпроводної сенсорної мережі як марківського процесу і припускає використання математичної моделі надійності передачі даних між двома вузлами такої мережі, яка, в свою чергу, являє собою композицію моделей надійності вузлів, комунікацій між ними та механізму їх доступу до середовища.

Існують наступні математичні моделі підвищення надійності: модель надійності передачі пакетів між двома вузлами, модель надійності вузла, модель надійності комунікацій між вузлами, модель впливу ефекту прихованого вузла

Модель надійності передачі пакетів між двома вузлами описується виразом, що визначає ймовірність успішної передачі пакета від одного вузла іншому. Алгоритм розрахунку даної ймовірності заснований на одному з можливих принципів роботи механізму маршрутизації. На кожному вузлі є

обмежена таблиця маршрутизації, записи в якій ранжовані по перевагах використання кожного напрямку передачі. Ємність таблиці маршрутизації може бути обрана довільно при побудові мережі.

Обмеження на надійність вузлів безпроводної сенсорної мережі обумовлена розрядом батареї в процесі роботи мережі, а також можливістю виходу їх з ладу, викликаного різними факторами: відмовою апаратного та програмного забезпечення, зовнішніми впливами та ін.. Необхідно врахувати, що основне споживання енергії вузлом відбувається при активній роботі його приймача або передавача, тому час розряду батареї буде обернено пропорційний довжині пакетів і сукупної інтенсивності їх прийому/передачі. Заміна розряджених батарей здійснюється періодично та одночасно для всіх вузлів. Дана модель носить назву «модель надійності вузла».

У зв'язку з особливостями експлуатації БСМ має місце модель надійності комунікацій між вузлами. Втрата пакетів також може відбуватися через наявність шумів, що в свою чергу може вплинути на надійність мережі. У даній моделі ймовірність успішної передачі повідомлення залежить від довжини самого повідомлення та ймовірності безпомилкового прийому символу даних. Модель впливу ефекту прихованого вузла описує розподілені безпроводні мережі, які не володіють повною зв'язністю. В процесі передачі пакету  $i$ -им вузлом на адресу  $j$ -го вузла може також відбуватися передача пакета вузлом, що знаходяться в радіусі досяжності  $j$ -го, але за межами радіуса досяжності  $i$ -го вузла, що призводить до колізій на  $j$ -му вузлі. Це викликає затримку передачі, що знижує ймовірність успішної доставки пакета. Цей вплив на надійність БСМ посилюється при збільшенні мережевого трафіку.

В ході роботи над даною темою було розглянуто особливості архітектури сучасних безпроводних сенсорних мереж та їх характеристика, які визначають їх переваги перед іншими рішеннями в галузі моніторингу: автономність вузлів, можливість розміщення у важкодоступних місцях, мале енергоспоживання, здатність до самоорганізації. Також розглянуто можливі методи підвищення надійності БСМ та їх математичні моделі.

### Література

1. Акимов Е.В., Кузнецов М.Н. Вероятностные математические модели для оценки надежности беспроводных сенсорных сетей // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 40// URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/>
2. Hossam. M. F. Abo El Fotoh, Ehab. S. El Mallah, Hossam. S. Hassanein. On The Reliability of Wireless Sensor Networks // INTERNATIONAL JOURNAL OF SENSOR NETWORKS 2(5/6):311-320 · JANUARY 2007 with 39 READS//URL :<https://www.researchgate.net>.
3. Половко А.М., Гуров С. В. Основы теории надежности. – СПб.: БХВ-Петербург 2006. – 560 с.