

**Горбатенков О.В.**

*студент,*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

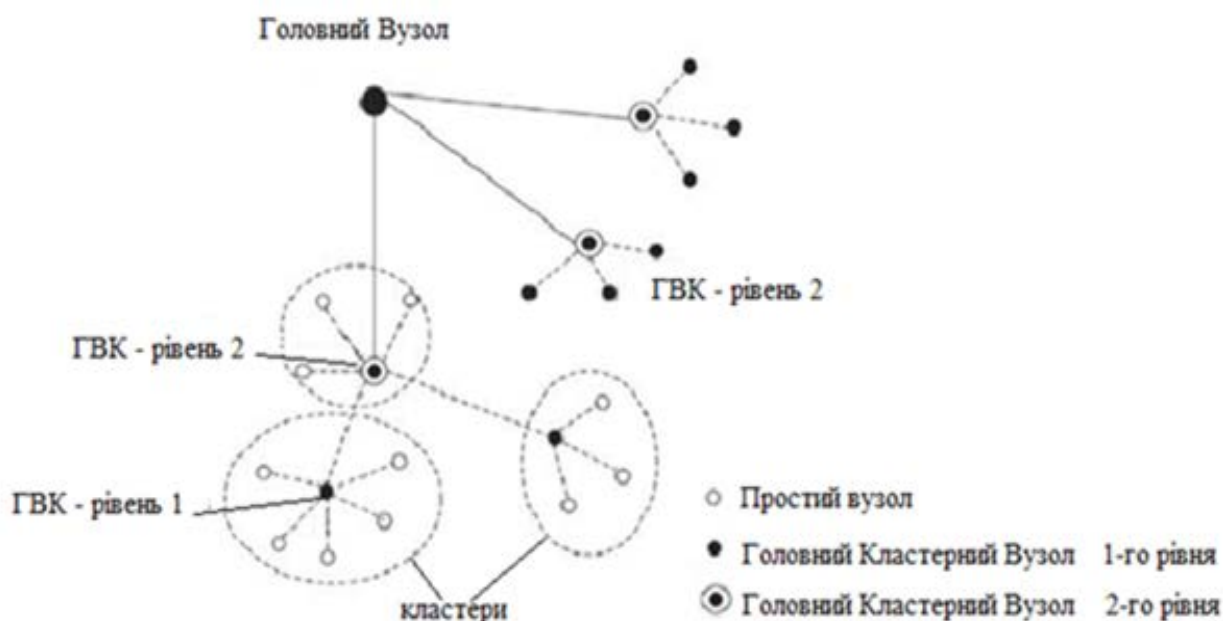
## **АНАЛІЗ І ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ІЄРАРХІЧНИХ ПРОТОКОЛІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ БЕЗДРОВОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ**

Останнім часом спостерігається тотальна інформатизація та сенсоризація суспільства, що потребує дистанційно у режимі реального часу отримувати дані про досліджуваній об'єкт із подальшим аналізом та прийняттям відповідних управлінських рішень.

Бездротові і сенсорні мережі (БСМ) представляють собою мережі, що само організуються і складаються з одного або декількох головних вузлів і безлічі бездротових сенсорних вузлів, розподілених в просторі і призначених для моніторингу характеристик навколишнього середовища або об'єктів, розташованих в ньому. Бездротові сенсорні мережі є технологічною основою для впровадження концепції Інтернету Речей [1] (IoT Internet of Things).

### **Протокол TEEN**

Мережевий протокол під назвою TEEN (Threshold Sensitive Energy Efficient Sensor Network Protocol) [5]. Протокол застосовує реактивну маршрутизацію і розроблений на основі протокола LEACH, групує сенсори в кластери і вибирає головні вузли кластерів. При цьому використовується декілька рівнів кластерів зі своїми головними вузлами кластерів відповідно (рис. 1) [17]. Кожен з них агрегує і передає данні до головного вузла кластера вищого рівня. На останньому рівні головний вузол кластера передає інформацію на головний вузол (базову станцію, сервер, ПК, приймач).



**Рис. 1. Топологія протоколу TEEN**

Цей протокол використовується для критичних за часом додатків. Він складається з двох припущень:

- БС і сенсорні вузли мають однакову початкову енергію;
- БС може передавати дані на всі вузли в мережі безпосередньо;

У цій схемі, в кожен момент часу зміни кластера, в доповненні до атрибутів, головний вузол кластера ретранслює всім його членам [23; 24]:

**Жорсткий поріг** (Hard Threshold – HT): Це порогове значення для сприйманого атрибута. Це абсолютне значення атрибута, зчитуючи значення цього параметра, вузол і вирішує чи необхідно вмикати передавач і передавати на головний вузол кластера інформацію.

**М'який Поріг** (Soft Threshold – ST): Це невелика зміна величини виміряного атрибута, яка запускає вузол для перемикавання на його передавач і передачі інформації.

В майбутньому будуть передавати дані, тільки тоді, коли виконуються наступні умови:

1. Поточне значення виміряного атрибута більше, ніж значення жорсткого порогу.
2. Поточне значення виміряного атрибута відрізняється від  $SV$  на величину, що дорівнює або більше, ніж порогове значення м'якого порогу.

Основним недоліком цієї схеми є те, що, якщо порогові значення не досягаються, вузли ніколи не будуть вмикатися, користувач не отримає жодних даних з мережі і навіть не знатиме, чи працюють вузли взагалі.

### **Протокол APTEEN**

Протокол, розроблений для гібридних мереж, APTEEN (Adaptive Periodic Threshold-sensitive Energy Efficient Sensor Network Protocol) розроблений як розширення протоколу TEEN. У APTEEN після того, як вибрані головні вузли кластерів [25], в кожному періоді кластера, головний вузол кластера передає наступні параметри:

**Атрибути** (*Attributes* –  $A$ ): Це набір фізичних параметрів, про які користувач зацікавлений отримувати дані.

**Пороги** (*Thresholds*): Цей параметр складається з жорсткого порогу ( $HT$ ) і м'якого порогу ( $ST$ )  $HT$  являє собою конкретне значення атрибута, за межами якого вузол може бути активований, для передачі даних.  $ST$  невелика зміна в значенні атрибута, яке може активувати вузол для передачі даних знову.

**Розклад** (*Schedule*): Це розклад TDMA, аналогічно тому, який використовується в роботі [8], що привласнює слот для кожного вузла.

**Лічильник часу** (*Count Time* –  $T_C$ ): Це максимальний період часу між двома послідовними повідомленнями, які були надіслані вузлом. Він може бути кратною довжиною графіка TDMA і на його частку припадає активний компонент.

Щоб показати ефективність роботи зазначених протоколів наведемо результати моделювання протоколів LEACH, TEEN і APTEEN в середовищі Matlab з наступними параметрами[6]: моделювання було виконано з мережею зі 100 вузлів та фіксованим головним вузлом. Вузли в мережі розташовані випадковим чином. Всі вузли починають роботу з початковою енергією 2Дж.

Формування кластерів виконуються, згідно протоколу LEACH. Для експериментів була зімітоване середовище зі зміною температурою в різних частинах. Датчик вузла мережі спочатку поміщають випадковим чином в обмежувальну зону 100x100 одиниць. Фактична площа покрита мережею потім ділиться на чотири квадранта. Кожному квадранту пізніше присвоюється випадкова температура в діапазоні від 0F до 200F кожні 5 секунд протягом моделювання.

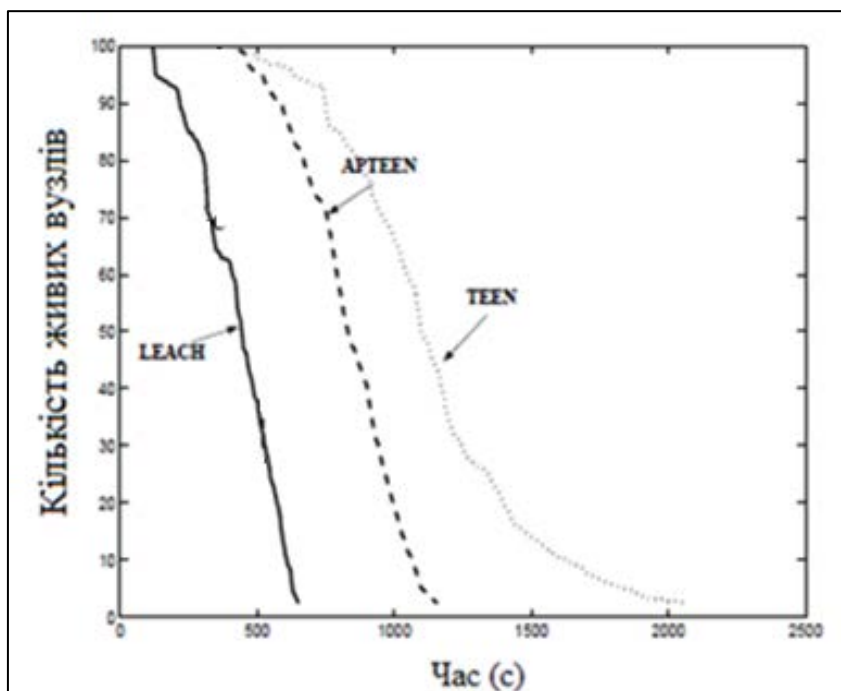


Рис. 2. Порівняння кількості виживши вузлів в LEACH, TEEN і APTEEN

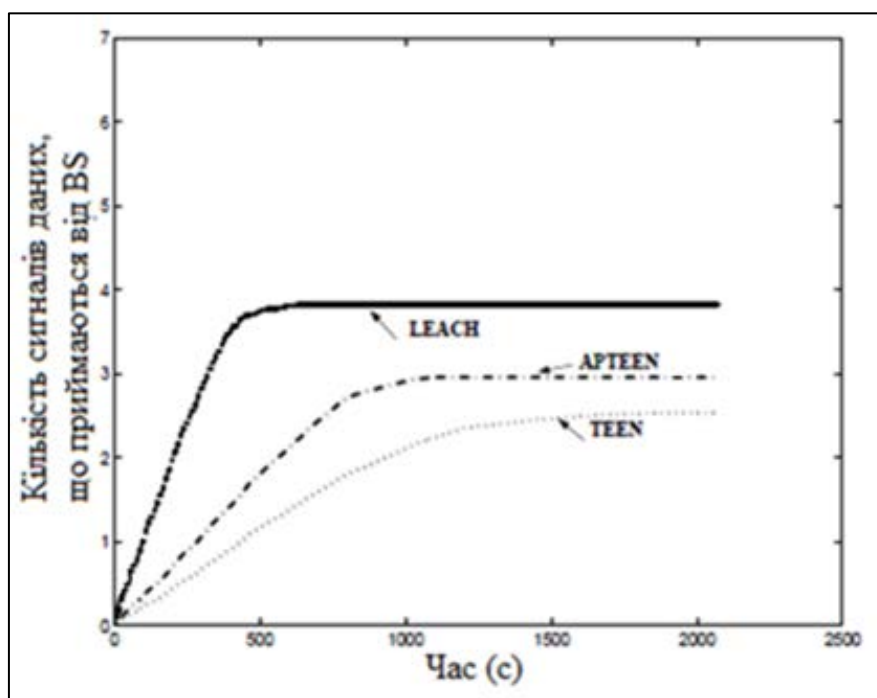


Рис. 3. Загальна кількість даних, отриманих на головному вузлі в LEACH, TEEN і APTEEN

**Список використаних джерел:**

1. Кучерявый, А. Е. Интернет Вещей / А. Е. Кучерявый // Электросвязь. – 2013. – № 1. – С. 21-24.
2. Гольдштейн, Б. С. Сети связи пост-NGN / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. – Санкт-Петербург: БХВ-С. Петербург, 2013. – 160 с.
3. О.Тимченко, М.Зеляновський Аналіз характеристик ієрархічних протоколів маршрутизації Бездротових Сенсорних Мереж ЛНУ «Львівська Політехніка» 2010.
4. Kumar, N. Kaur, J, «Improved LEACH Protocol for Wireless Sensor Networks,» in Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM), 2011 7th International Conference on, Sept. 2011.
5. Arati Manjeshwar and Dharma P. Agrawal, TEEN: A Routing Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks, 2001.
6. Arati Manjeshwar and Dharma P. Agrawal, APTEEN: A Hybrid Protocol for Efficient Routing and Comprehensive Information Retrieval in Wireless Sensor Networks, 2002.

**Слабик О.М.**

*аспірант;*

**Матіко Ф.Д.**

*доктор технічних наук, доцент,*

*Національний університет «Львівська політехніка»*

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ  
ВИМІРЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ  
НА ОСНОВІ ВИТРАТОМІРІВ ЗМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ**

Раціональне використання та точний облік теплової енергії є надзвичайно важливими, оскільки дають змогу зменшити використання різних видів палива а, відповідно, імпортозалежність економіки нашої держави. Налагодження точного обліку можливе тільки за наявності якісної нормативної бази та точних технічних засобів вимірювання кількості теплової енергії. Тому розроблення теоретичної бази для формування нормативних документів з вимірювання кількості теплової енергії, розроблення системи автоматизованого проектування точних засобів вимірювання є важливими та актуальними завданнями, які є предметом вирішення цієї дисертаційної роботи.

Для вимірювання витрати та кількості плинних середовищ, зокрема і води та водяної пари в системах теплопостачання, застосовують витратоміри змінного перепаду тиску. Ці витратоміри широко застосовують для вимірювання витрати у трубопроводах великого діаметру, що зумовлено їх перевагами: простотою конструкції, невисокою вартістю, можливістю виготовлення без калібрування первинного перетворювача витрати.

Система обліку теплової енергії для закритої системи теплопостачання з одним подаючим та одним зворотним трубопроводом має структуру, що представлена на рисунку 1. Для реалізації такої системи необхідно вимірювати витрату теплоносія, температуру прямого та зворотного потоку а також тиск