Тема:

“МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦІЇ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ”

Актуальність:

- Безпровідні сенсорні мережі - основа для побудови інтелектуальних систем моніторингу, які застосовуються на сьогоднішній день у різноманітних сферах діяльності (охорона здоров'я, відстеження навколишнього середовища, промисловість, “розумний дім”, тощо)
- Основна відмінність безпровідних сенсорних мереж від інших - взаємодія між собою великої кількості малопотужних сенсорних пристроїв, тому ставляться високі вимоги до енергоефективності та тривалого часу роботи такої мережі
- Оскільки безпровідна сенсорна мережа суттєво обмежена в запасах енергії, але в свою чергу потребує її постійних витрат, тому як зменшити, збалансувати споживання енергії в даній мережі є ключовою проблемою при її проектуванні

Мета:

Підвищення енергоефективності сенсорної мережі за рахунок модифікації методу кластеризації сенсорних мереж

Задачі:

1. Проаналізувати можливості існуючих методів кластеризації для забезпечення підвищення енергоефективності сенсорних мереж.

2. Модифікувати механізм ініціалізації та зміни головних вузлів сенсорної мережі за рахунок зміни критеріїв.

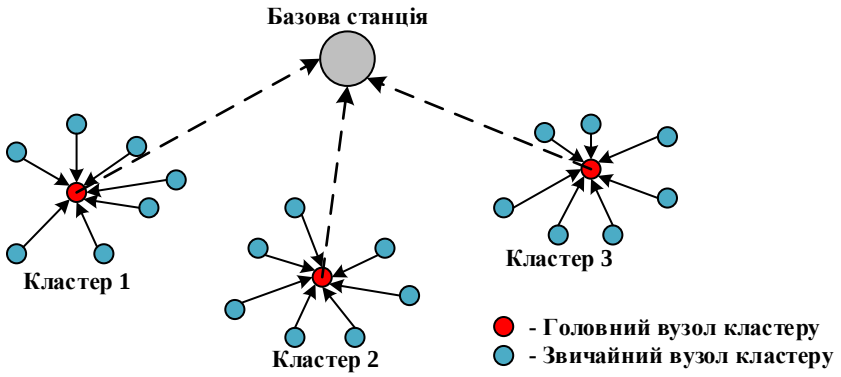
3. Модифікувати метод кластеризації за рахунок запропонованого механізму зміни головних вузлів сенсорної мережі та врахування динаміки параметрів події, що спостерігається.

4. Провести імітаційне моделювання для доведення працездатності модифікованого методу.

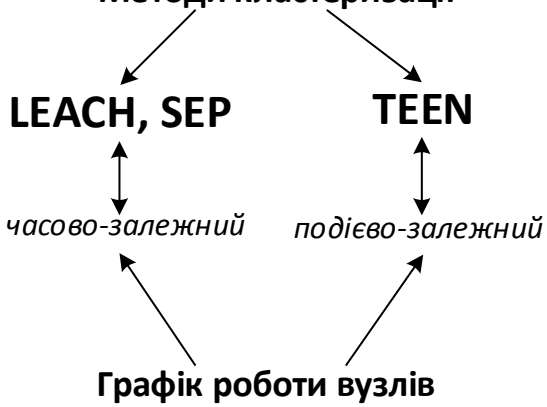
5. Провести аналітичну оцінку енергоефективності запропонованого методу в порівнянні з прототипом.

Аналіз існуючих методів кластеризації

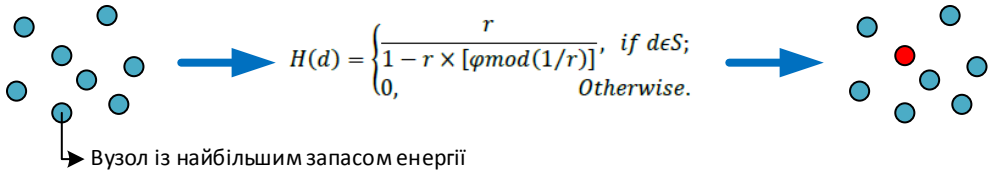
Приклад кластеризованої сенсорної мережі



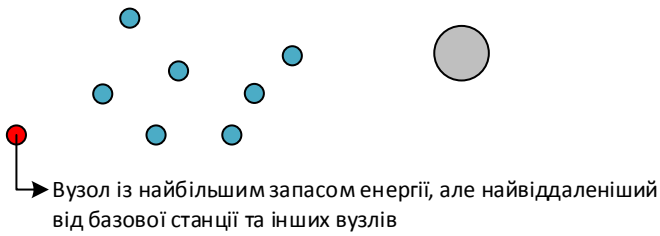
Методи кластеризації



- **LEACH** — Метод не враховує параметрів сенсорів (запас енергії)

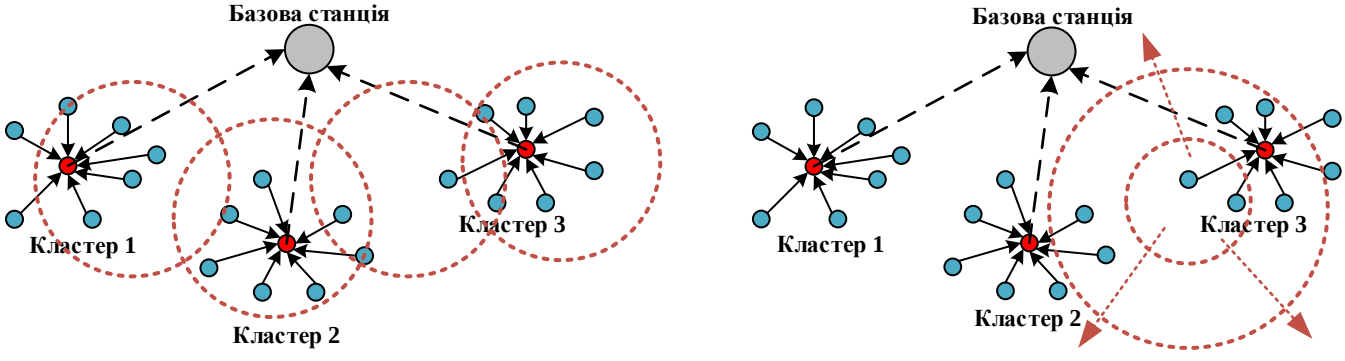


- **SEP** — Метод використовує лише один критерій, ігноруючи інші



- **LEACH** — Методи не враховують факту появи події, її змін
- **SEP**

Приклад зміни розташування події (а), та її обсягу прояву (б)



Модифікація ініціалізації та зміни головних вузлів кластерів

3

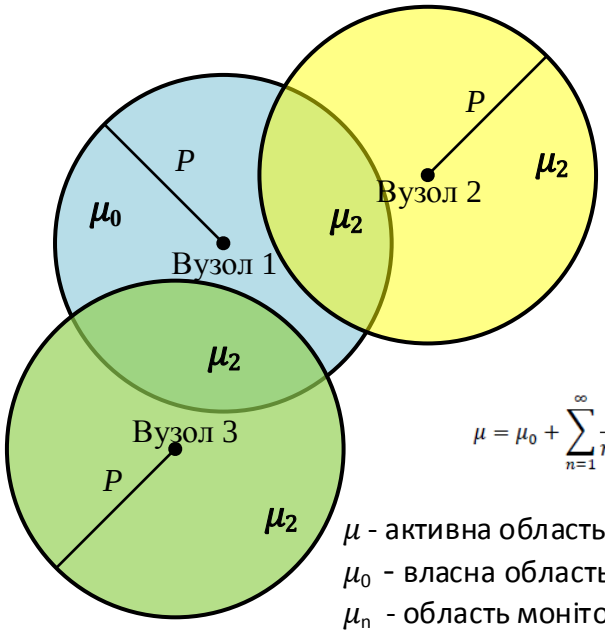
“ + ” Використання декількох критеріїв для більш обґрунтованого вибору головного вузла кластеру

Ініціалізація головного вузла кластеру: використання критерію щільності розташування вузлів

МЕТОД:

1. Базова станція визначає відстані між усіма вузлами.
2. Для кожного вузла обчислюється його значення μ.
3. Формуються групи щільно розташованих вузлів для подальшого використання їх у формуванні кластерів.
3. Кожному вузлу надається число від 0 до 1, отримане випадковим чином.
4. Якщо надане число менше значення μ, то відповідний вузол стає головним вузлом кластеру.
5. В результаті використовуючи наявні групи вузлів, формуємо кластери із обраними головними вузлами.

Приклад областей перекриття (область моніторингу вузла 1 перекривається областями вузлів 2 та 3).



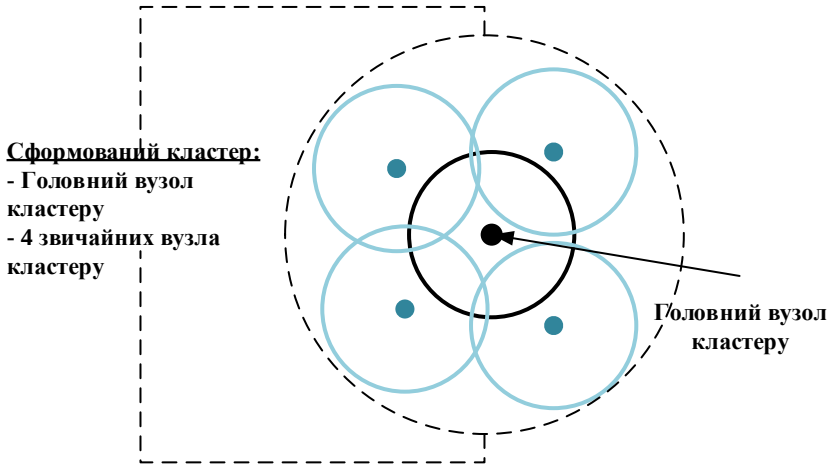
$$\mu = \mu_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n}{n+1}.$$

μ - активна область моніторингу

μ_0 - власна область моніторингу

μ_n - область моніторингу, що перекривається зонами моніторингу інших сусідніх вузлів.

Приклад сформованного кластеру, використовуючи результати відбору головного вузла кластеру.

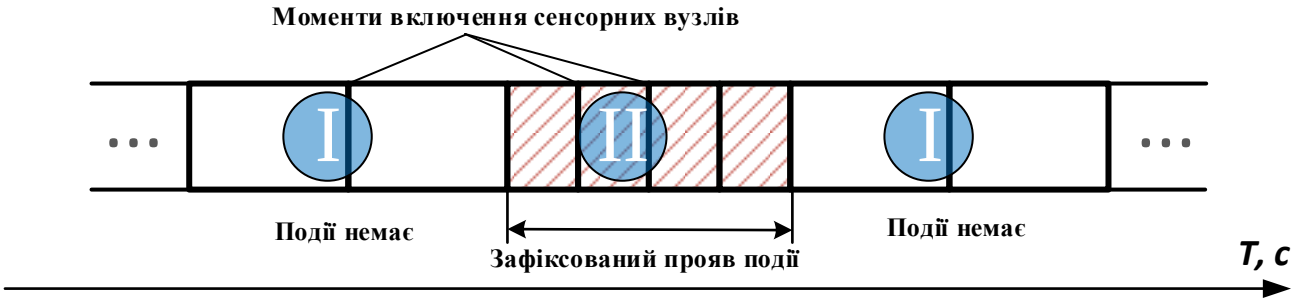


Зміна головного вузла кластеру: використання критерію енергетичного запасу вузла



Комбінований графік роботи вузла мережі

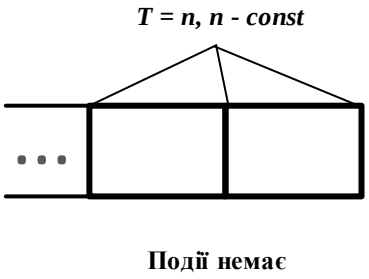
Приклад переходу сенсорів від подієвозалежного графіку до інтенсивного розподіленого за часом графіку роботи.

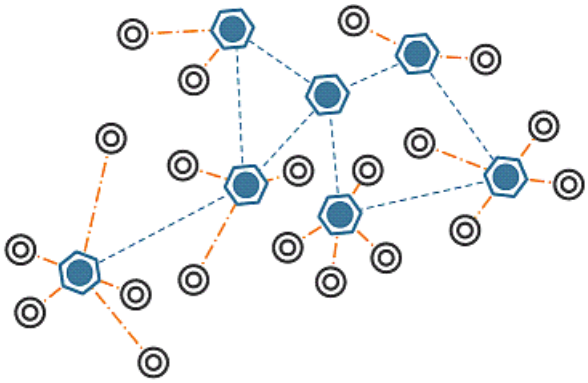


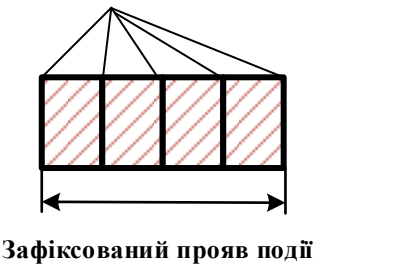
I Графік роботи на основі подій використовується для збереження енергії.

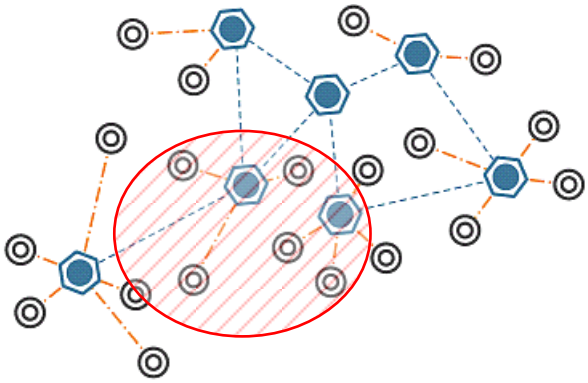
II Графік роботи на основі розподілу за часом використовується для точності/актуальності отримуваних, переданих даних.

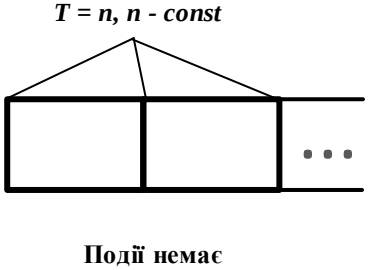
Приклад зміни графіку та частоти роботи сенсорів в залежності від зміни прояву події, над якою здійснюється моніторинг.

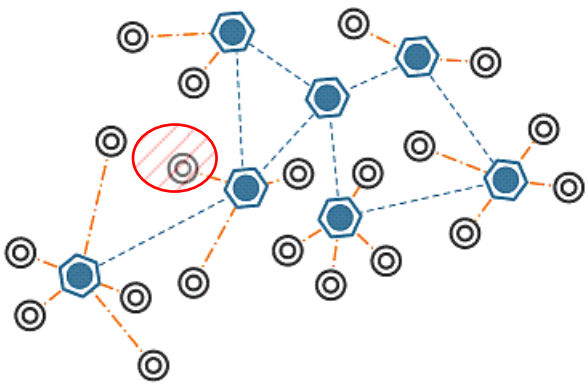




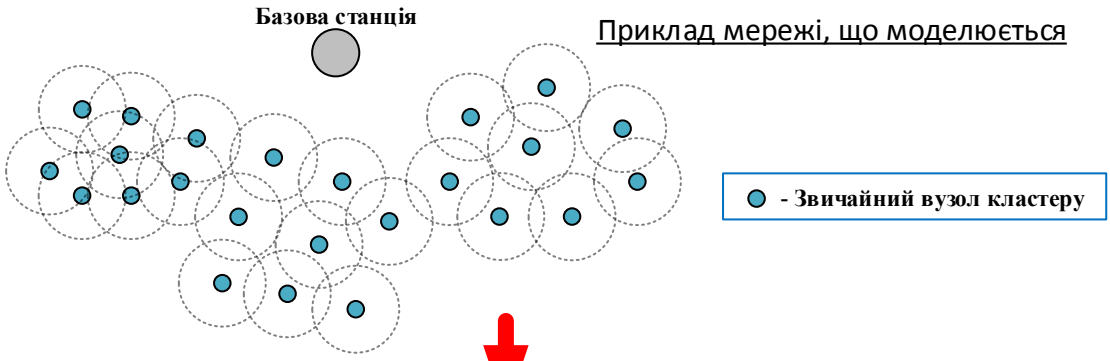




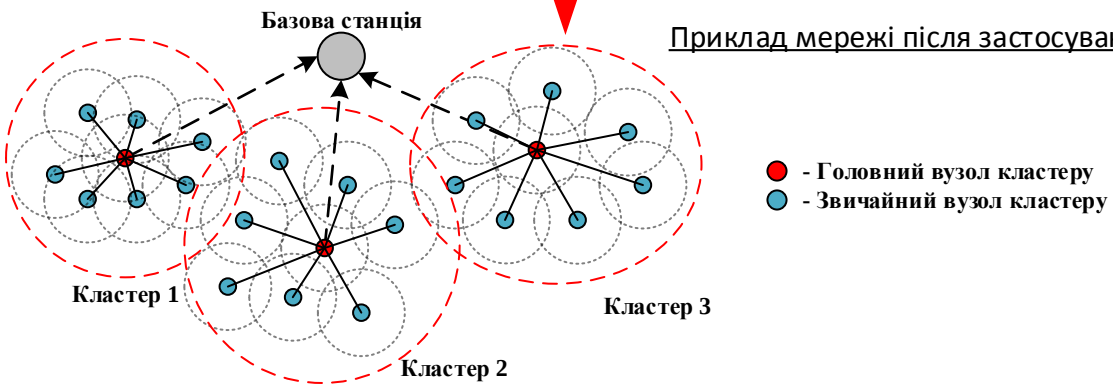




Імітаційна модель мережі з модифікованим методом





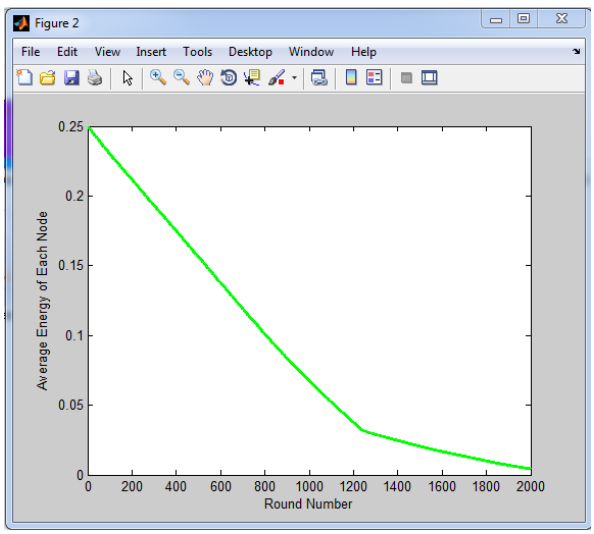


! Необхідно підтвердити практично:

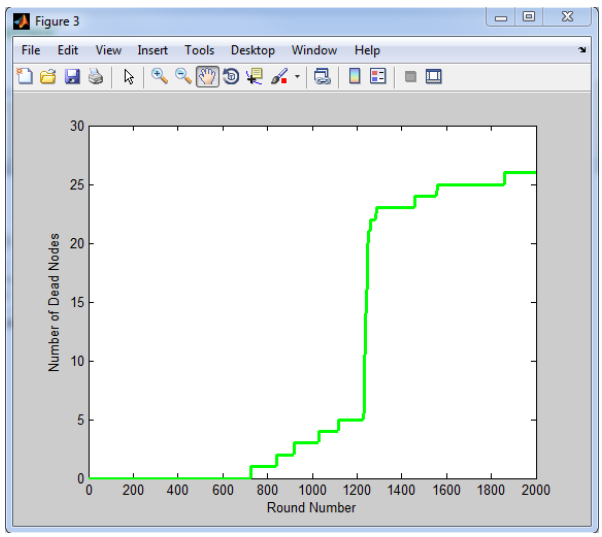
– дієвість, працездатність мережі, що моделюється, при використанні модифікованого методу

– енергоефективність даного методу.

Графік зміни середньої кількості енергії кожного вузла мережі



Графік зміни кількості недіючих вузлів у мережі

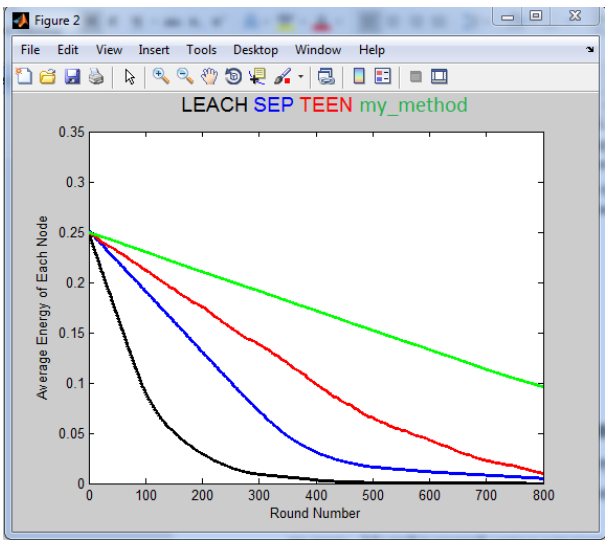


LEACH – класичний протокол, формування кластеру відбувається випадковим чином;

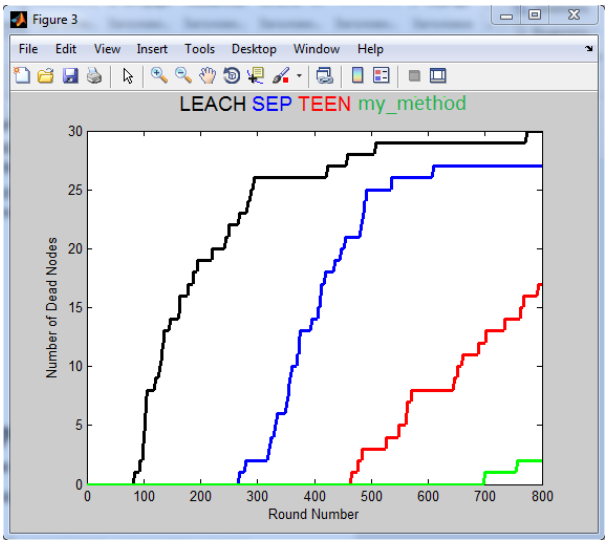
SEP – оптимізований протокол, що використовує в якості критерію відбору головного вузла кластеру запас енергії вузла мережі;

TEEN – найкращий щодо енергоефективності протокол кластеризації серед представлених, при формуванні кластеру та заданні графіку роботи сенсорів враховує факт появи/зміни події

Графік порівняння існуючих методів кластеризації із запропонованим модифікованим щодо зміни середньої кількості енергії за однаковий проміжок часу роботи мережі.



Графік порівняння існуючих методів кластеризації із запропонованим модифікованим щодо зміни кількості активних вузлів мережі після проходження *r* = 450 раундів роботи мережі.



LEACH: середній запас енергії усіх вузлів досяг критичного нульового значення ще після проходження 400-500 раундів. Відповідно за встановлений проміжок часу роботи мережа повністю втратила свою нормальну працездатність.

SEP: середній запас енергії усіх вузлів майже досяг критичного нульового значення - за встановлений проміжок часу роботи мережею було втрачено понад 25 вузлів із 30 існуючих.

TEEN: середній запас енергії усіх вузлів досягає не більше 0.02-0.03 Дж. Кількість мертвих вузлів набагато менша у порівнянні з попередніми методами: приблизно 17 вузлів із 30 існуючих.

Модифікований метод: середній запас енергії зменшився на 0.15 Дж., 2-3 вузли характеризуються критично малим, нульовим запасом енергії (середній час появи першого мертвого вузла – 700-750 раундів).

Загальні висновки

7

1. Проаналізовано можливості існуючих методів кластеризації для забезпечення підвищення енергоефективності сенсорних мереж. Виділено основні недоліки розглянутих методів, в результаті чого було визначена необхідність модифікації даних методів для значного зменшення енерговитрат та збільшення тривалості роботи безпровідної сенсорної мережі.
2. Модифіковано механізм ініціалізації та зміни головних вузлів сенсорної мережі за рахунок застосування багатокритеріальності: в момент ініціалізації головного вузла кластеру використовується критерій щільності розташування вузлів мережі відносно один одного; під час його зміни відбір відбувається з урахуванням запасу енергії вузла мережі в кластері. Здійснення роботи окремого вузла мережі та й усієї мережі в цілому без врахування події, над якою здійснюється моніторинг, її характеристик.
3. Модифіковано метод кластеризації за рахунок запропонованого механізму зміни головних вузлів сенсорної мережі та впровадження комбінованого графіку роботи вузла мережі з врахуванням динаміки параметрів події, що спостерігається.
4. Проведено імітаційне моделювання мережі із застосуванням запропонованого модифікованого методу кластеризації, в результаті якого було підтверджено працездатність даного методу.
5. Проведено оцінку енергоефективності запропонованого методу в порівнянні з прототипами, яка показала, що енергоефективність модифікованого методу вище за розглянуті методи кластеризації.

Проведено апробацію запропонованого методу на 3-х конференціях, а саме Міжнародній студентській науково-практичній конференції “Innovations in science and technology” (2016), Конференції НДІ телекомунікацій «ПРІТС-2017» та Конференції НДІ телекомунікацій «ПТ-2017»