

**УДК 332.87+ 004.021**

*О. Ю. Білоус, студент гр. ПГ-91мп, О. М. Павловський к.т.н., доц.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## **АЛГОРИТМИ ТА ПРОТОКОЛИ ВЗАЄМОДІЇ ПРИСТРОЇВ СИСТЕМИ SMART HOME**

*Анотація.* Сучасні системи типу SmartHome дозволяють автоматизувати щоденні справи та полегшити взаємодію користувача з безліччю пристроїв. Зазвичай ці системи складаються з групи пристроїв, які поєднані між собою в одну мережу задля зручної комунікації та обміну даними між собою. В даній роботі розглядаються існуючі протоколи передачі даних між пристроями системи типу SmartHome. Кожен пристрій має ряд своїх вимог, тому має бути вибраний відповідний протокол, зважаючи на переваги і недоліки останнього. Ряд кінцевих пристроїв і датчиків потребують низьке енергоспоживання та невелику пропускну здатність – для них використовується протокол ZigBee або Bluetooth. Для зв'язку користувацького пристрою та контролера системи SmartHome зазвичай використовується протокол Wi-Fi. У випадку, коли для компонентів потребується енергоефективність та підтримка IP-протоколу, то вибір припадає на Thread.

**Ключові слова:** Smart Home, протокол, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Thread, мережа, датчики, автономне живлення, топологія.

### **ВСТУП ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

Концепція SmartHome набуває все більшого поширення останні роки, з'являються нові застосунки, розумні датчики та системи керування. Розумна техніка може за допомогою протоколів зв'язку підключитись до мережі по бездротовому інтерфейсу і сповістити користувача про статус, або про завершення виконання поставленої задачі. Коли мова йде про мережу бездротових датчиків та модулів, що живляться від блоку живлення або батарейки, то в такому випадку створюється єдина розподілена мережа, яка має можливість самостійно реагувати на критичні дані, виконувати певну послідовність дій в залежності від заданих сценаріїв та якою можна керувати віддалено.

Отже, мета даної статті — аналіз і формування рекомендацій для вибору протоколу взаємодії між пристроями системи SmartHome для їх подальшого створення.

### **АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРОТОКОЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ SMART HOME**

На сьогоднішній день існує велика кількість бездротових технологій, кожна з яких має свої особливості. Для розгляду було обрано наступні існуючі протоколи передачі даних: «Wi-Fi», «Bluetooth», «ZigBee» та «Thread». Всі вони працюють в частотному діапазоні 2,4 ГГц. В табл. 1 представлена порівняльна інформація цих технологій. За наведеною у таблиці інформацією можемо розділити дані протоколи на дві групи за використовуваною топологією: протоколи, що використовують топологію «зірка», та протоколи, що використовують топологію «mesh» [1].

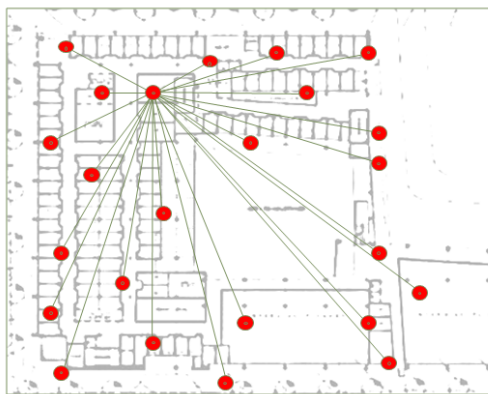
Мережі, що використовують Wi-Fi або Bluetooth мають недолік у порівнянні з ZigBee та Thread – весь трафік проходить через центральний шлюз. Тому в такій системі є єдина точка відмови, тобто при виведенні маршрутизатора з ладу втрачається можливість обміну даними.

Таблиця 1. Протоколи передачі даних в системі типу SmartHome

Технологія	Wi-Fi	Bluetooth	ZigBee	Thread
Стандарт зв'язку	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4
Швидкість передачі даних	>300Мбіт/с	До 3 Мбіт/с	250 Кбіт/с	250 Кбіт/с
Енергоспоживання	Високе	Низьке	Низьке	Низьке
Частотний діапазон	2,4 ГГц	2,4 ГГц	2,4 ГГц	2,4 ГГц
Підтримка IP-технологій	+	-	-	+
Топологія	«зірка»	«зірка»	«mesh»	«mesh»

З іншого боку, завдяки топології «mesh» в мережах Thread та ZigBee існують надлишкові канали зв'язку, що надає системі підвищену надійність. Якщо компонент не знаходиться в сплячому стані, то він виконує роль маршрутизатора і передає трафік, ретранслює пакети та обирає найбільш оптимальний шлях для їх передачі. Схема мереж з відповідними технологіями представлена на Рис.1.

**Wi-Fi, Bluetooth**



**ZigBee, Thread**

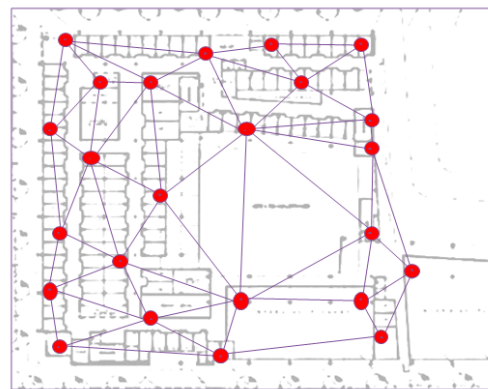


Рис 1. Топологія «зірка» (ліворуч), та топологія «mesh» (праворуч)

Розглянемо протокол Wi-Fi. Стандартизований відповідно до стандарту 802.11.x (існує декілька версія протоколу: a, b, g, n, ac), використовує радіохвилі частотою 2,4 ГГц і 5 ГГц. Мережа може містити до 2007 вузлів. Радіус дії – до 100м. Серед недоліків варто відмітити високе споживання енергії, та популярність частоти 2,4 ГГц, що призводить до виникнення перешкод та нестабільності сигналу, тому рекомендовано використовувати частотний діапазон 5 ГГц, що є більш перспективним. Протокол Wi-Fi слід використовувати при потребі керувати пристроями типу Smart Home зі смартфона, при умові, що є доступ до безперебійного живлення.

Наступний протокол –Bluetooth. Остання версія 5.0 має радіус сигналу до 240м, швидкість передачі – до 50 Мбіт/с та працює на частоті 2,4 ГГц. Цей протокол використовується, коли треба об'єднати пристрої на невеликій відстані. Має кращу, порівняно з Wi-Fi, енергоефективність та хорошу сумісність (охоплені всі рівні OSI). Серед недоліків – завантажений діапазон 2,4ГГц, та ненадійна топологія «зірка».

Розглянемо протокол ZigBee – заснований на стандарті IEEE 802.15.4. Має невелику пропускну здатність – 250 кбіт/с та використовує частоту 2,4МГц. Може підтримувати до 65 000 вузлів у мережі, а радіус дії – до 100м [2]. Значною

перевагою є низький рівень енергоспоживання, датчики та кінцеві модулі можуть працювати роками від батареї. Серед недоліків варто відмітити використовуваний діапазон – 2,4ГГц, на якому відчутні перешкоди від Wi-Fi та Bluetooth [3].

В свою чергу Thread –протокол, що використовує технологію 6LoWPAN, яка надає кожному вузлу мережі IP-адресу, підтримуючи при цьому адресацію IPv6. Цей протокол має також низьке енергоспоживання, пропускну здатність у 250 кбіт/с, та використовує частоту 2,4 ГГц. Радіус дії – до 30м. Також наявне шифрування інформації (шифрування AES). Серед недоліків: проблеми з сумісністю пристроїв різних виробників (відсутня стандартизація на прикладному рівні OSI) та перешкоди на частоті 2,4 ГГц [4].

## ВИСНОВКИ

У даній статті наведено сучасні протоколи зв'язку, що забезпечують взаємодію датчиків та кінцевих пристроїв з центральним шлюзом та користувачем. З розглянутих протоколів для пристроїв типу SmartHome кожен має свою сферу застосування, оскільки у випадку потреби у довгій роботі системи без постійного живлення – використовуватись буде ZigBee або Thread. З іншого боку, при потребі у високій швидкості передачі даних слід використовувати Wi-Fi. Bluetooth, в залежності від версії, може бути як максимально енергоефективним, так і мати високі швидкісні характеристики. Таким чином, для пристроїв системи SmartHome не можна виділити єдиний універсальний протокол зв'язку. Подальший розвиток таких систем буде потребувати більшої інтеграції та взаємодії розглянутих протоколів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Zigbeevs. Wi-Fi или как настроить ZigBee сеть в условиях многоквартирного дома. Режим доступу: <https://smart-life.online/smart-home/lifehack/zigbee-vs-wi-fi/>
- [2] ZigBeeIP Specification. Режим доступу: [http://www.sandelman.ca/tmp/6tisch/13002r01ZB\\_Marketing-ZigBee\\_IP\\_Specification\\_Public\\_Download.pdf](http://www.sandelman.ca/tmp/6tisch/13002r01ZB_Marketing-ZigBee_IP_Specification_Public_Download.pdf)
- [3] Протокол беспроводной передачи данных. Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/protokol-zigbee-besprovodnoy-peredachi-dannyh/viewer>
- [4] ThreadVs. ZigBee (ForIoTengineers). Режим доступу: <https://www.link-labs.com/blog/thread-vs-zigbee-for-iot-engineers>

**Наук. керівник – к.т.н., доц, Павловський О. М.**