УДК 621.396.946

РОЗРОБКА БЕЗПРОВОДОВОЇ МЕРЕЖИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ LORA

Матеко А.О. Шостко І.С.
e-mail: arkadii.mateko@nure.ua, e-mail: ihor.shostko@nure.ua
Харківський національний університет радіоелектроніки,
каф. ІКІ ім. В.В. Поповського,
Харків, Україна

This work is discusses wireless network technology LoRa. LoRa (Long Range) is a wireless communication technology designed for long-distance data transmission with low power consumption. It employs spread-spectrum modulation to enhance signal resilience against interference, making it an ideal choice for IoT applications. LoRa networks, operating in unlicensed ISM bands, provide cost-effective solutions for smart cities, industrial monitoring, and agricultural automation. LoRaWAN, an open standard protocol, enables scalable deployment of IoT networks by managing communication between end devices and gateways. The technology's key advantage lies in its ability to maintain reliable data transmission over several kilometers while ensuring minimal energy consumption.

Технологія LoRa широко застосовується у сфері Інтернету речей (IoT) завдяки своїй здатності передавати дані на великі відстані з низьким енергоспоживанням. Наприклад у розумних містах LoRa використовується для моніторингу якості повітря, автоматизації вуличного освітлення та управління транспортними потоками, або у сільському господарстві ця технологія дозволяє віддалено контролювати рівень вологості ґрунту, температуру та стан рослин, що сприяє оптимізації зрошення та підвищенню врожайності. Також LoRa активно застосовується у системах безпеки, наприклад, для контролю доступу до об'єктів та виявлення несанкціонованих вторгнень. Завдяки низькому енергоспоживанню LoRa підходить для використання в автономних сенсорах, які можуть працювати без заміни батарей протягом кількох років. Використання LoRa сприяє розвитку бездротових комунікацій у віддалених та важкодоступних районах, де традиційні мережі є недоступними або надто дорогими. Це робить технологію універсальним рішенням для створення масштабованих, надійних та економічно ефективних безпроводових мереж.

Загалом, технологія LoRa є потужним інструментом для створення безпроводових мереж, що забезпечують передачу даних на великі відстані з низьким енергоспоживанням та високою стійкістю до перешкод. Її унікальні характеристики роблять її ідеальною для широкого спектра застосувань, від Інтернету речей до промислових систем моніторингу. Завдяки відкритій специфікації LoRaWAN та можливості використання ліцензійно-вільного спектра, ця технологія стає все більш популярною та

потрібною у різних галузях, відкриваючи нові можливості для розвитку безпроводових мереж.

Мережа LoRaWAN складається з кінцевих пристроїв, базових станцій, мережевого сервера та додатків, кожен з яких відіграє важливу роль у забезпеченні надійної та ефективної передачі даних. Передача даних між пристроями здійснюється через бездротові канали з використанням ліцензійно-вільного спектра. Завдяки цьому LoRaWAN підтримує масштабованість, безпеку та адаптивність мереж. Принципова схема побудови мережі LoRaWAN представлено на рисунку 1.

Рисунок 1 – Принципова схема побудови мережі LoRaWAN

Передача даних між кінцевими пристроями та базовими станціями мережі базується на використанні різних частотних каналів і швидкостей передачі даних. Вибір оптимальної швидкості передачі даних залежить від відстані до базової станції мережі та розміру повідомлення, що передається.

У мережі LoRaWAN застосовується адаптивна модуляція та кодування, що дозволяє динамічно налаштовувати параметри передачі даних для кожного окремого пристрою. Це забезпечує баланс між енергоспоживанням, дальністю зв'язку та надійністю передачі даних.

Передача даних із різним кодуванням сигналу, а саме різною швидкістю передачі, не викликає взаємних перешкод. Мережа LoRaWAN забезпечує передачу інформації зі швидкістю від 300 біт/с до 5 кбіт/с при використанні смуго-частотного спектра 125 кГц. Для збільшення терміну служби пристроїв від автономного джерела живлення та підвищення ємності системи інфраструктура мережі LoRaWAN використовує адаптивну схему вибору швидкості передачі даних (ADR, Adaptive Data Rate). Ця схема дозволяє індивідуально керувати швидкістю передачі даних та налаштовувати радіоканал для кожного кінцевого пристрою. Робота кінцевих пристроїв у мережі LoRa наведена на рисунку 2.

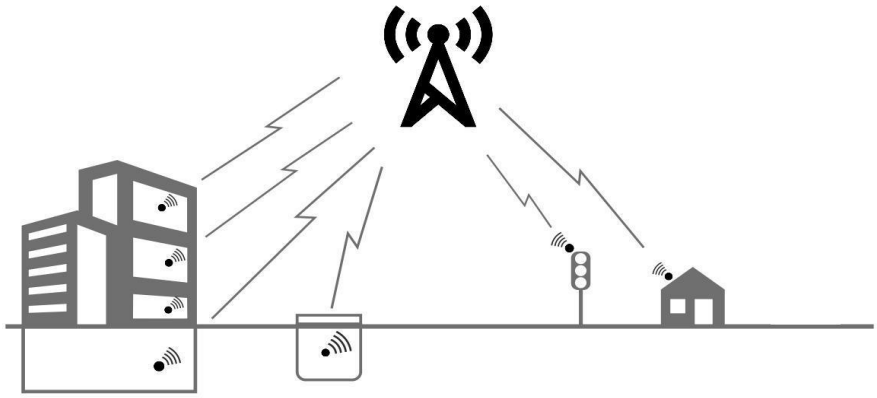

Рисунок 2 – Робота кінцевих пристроїв у мережі LoRa

Кінцевий пристрій, базується на використанні псевдовипадкового алгоритму для вибору каналу зв'язку для кожної спроби передачі даних. Цей підхід дозволяє знизити ризики інтерференції в мережі, що є важливим аспектом для забезпечення стабільності та надійності системи. Також пристрій дотримується максимального обмеження щодо циклу використання каналу зв'язку. Це відповідає вимогам регулювального органу ISM (ISM, Industrial, Scientific, and Medical) до діапазону 868 МГц.

Враховуючи вище наведене, можна зробити висновок, що технологія LoRa та LoRaWAN відіграє важливу роль у сучасному світі, знаходячи застосування у різних галузях, включаючи Інтернет речей, сільське господарство та промисловість. Її унікальні характеристики, такі як велика дальність передачі даних, низьке енергоспоживання та висока стійкість до перешкод, роблять її ідеальним вибором для створення безпроводових мереж. Адаптивна модуляція та кодування, що використовуються в мережах LoRaWAN, дозволяють динамічно налаштовувати параметри передачі даних, що забезпечує оптимальний баланс між енергоспоживанням, дальністю зв'язку та надійністю передачі даних.

Список використаних джерел:

1. Шостко І.С., Куля Ю. Застосування багатошляхової маршрутизації для балансування енергії в сенсорних мережах. Радіоелектроніка та інформатика, 2015. №1. С. 12-16.

2. Шостко І., Тевяшев А., Неофітний М., Куля Ю., Колядин А. Методи позиціонування вузлів бездротової сенсорної мережі. Проблеми телекомунікацій. 2019. № 1 (24). С. 68-89.

3, Поповський В.В., Москалець М.В. Основи теорії телекомунікаційних систем: підруч. / за ред. В.В. Поповського. ХНУРЕ, 2018. С. 335-354. ISBN 978-966-659-233-3.