

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОМОДУЛІВ NRF24L01 У СЕНСОРНІЙ МЕРЕЖІ**

Сенсорна мережа – це інтегрована система розподілених сенсорних вузлів, що взаємодіють між собою та іншими мережами для ефективного обміну запитаннями, обробки, передачі та представлення інформації, отриманої від об'єктів реального фізичного світу.

Мета цієї системи полягає в тому, щоб систематизувати інформацію та реагувати на неї з врахуванням контексту. Структурно, сенсорна мережа включає в себе не лише сенсори, актуатори, і комунікаційні вузли, але й встановлює зв'язок з іншими мережами для комплексного аналізу та обробки даних.

Основне призначення сенсорної мережі полягає в контролі та моніторингу параметрів фізичних середовищ та об'єктів, а також у випадках потреби – управління ними.

Зона покриття сенсорної мережі може розширюватися від кількох метрів до кількох кілометрів завдяки вмінню передавати повідомлення від одного вузла до іншого через інтерфейс сусідніх вузлів, що забезпечує оптимальний маршрут для руху інформаційних потоків.

Однією з унікальних характеристик сенсорних мереж є їх здатність ретранслювати повідомлення ланцюжком від одного вузла до іншого. Це дозволяє забезпечити передачу інформації через сусідні вузли у разі виходу з ладу одного з елементів мережі, зберігаючи високу якість передачі даних.

Зв'язок в сенсорних мережах, зазвичай, реалізується за допомогою бездротових технологій, таких як радіо, інфрачервоне випромінювання або оптичні сигнали. Однак основним обмеженням такого зв'язку є вимога прямої видимості між відправником та отримувачем.

Максимальна відстань взаємодії між вузлами бездротової системи залежить від ряду факторів, включаючи робочу частоту, вихідну потужність передавача, характеристики антен, чутливість приймача, а також перешкоди, переміщення об'єктів і навіть атмосферні умови. Безумовно, важливим аспектом створення бездротових систем є вибір частотного діапазону.

Використання смуг частот ISM (промислові, наукові та медичні цілі) є одним з популярних варіантів радіозв'язку, оскільки вони доступні без ліцензій у більшості країн і дозволяють впровадження енергозберігаючих стратегій у сенсорних мережах.

У конкретній роботі розглядається можливість застосування радіомодулів nRF24L01, рис. 1, для створення бездротової сенсорної мережі. Зазначений модуль має 125 частотних каналів у діапазоні ISM від 2,4 ГГц до 2,525 ГГц з кроком 1 МГц. Один канал може обслуговувати одночасну роботу 7 пристроїв (1 приймач і 6 передавачів) з різними адресами.



Рис. 1. Вигляд радіомодулів nRF24L01

Модуль використовує передавач із GFSK модуляцією та максимальною вихідною потужністю 0 дБм, а також антену із коефіцієнтом підсилення 2 дБм, що забезпечує зв'язок на відстань до 100 метрів при чутливості приймача -82 дБм.

Модуль підключається до мікроконтролера сенсорного вузла за допомогою інтерфейсу SPI, забезпечуючи максимальну швидкість передачі до 2 Мбіт/с. Використання послідовного периферійного інтерфейсу (SPI) дозволяє синхронний обмін даними між мікроконтролером та підключеними пристроями.

У цілому, функціональні можливості радіомодуля NRF24L01 дозволяють ефективно організувати бездротову сенсорну мережу без потреби в Інтернет-підключенні, забезпечуючи надійний обмін даними між різними вузлами мережі.

### **Список використаних джерел**

1. Dargie W.; Poellabauer C. Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice. John Wiley and Sons. 2010. pp. 168–183, 191–192.
2. Ullo Silvia Liberata; Sinha G. R. Advances in Smart Environment Monitoring Systems Using IoT and Sensors. Інтернет ресурс: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7309034/>
3. nRF24L01+ - Single Chip 2.4GHz Transceiver. Інтернет ресурс: [https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Plus\\_Preliminary\\_Product\\_Specification\\_v1\\_0.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Plus_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf)