

## **СИСТЕМА ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ АВАРІЙ**

Актуальною задачею забезпечення контролю якості лікарської сировини впродовж усього її життєвого циклу є створення відповідних систем комплексного моніторингу мікроклімату. Існуючі системи моніторингу мікроклімату вирішують тільки локальні задачі контролю та регулювання на окремих етапах життєвого циклу лікарської сировини, а саме: вирощування або виробництва сировини, збору та попереднього її перероблення, підготовки до транспортування, транспортування та зберігання в складських приміщеннях перед остаточним переробленням, зберігання в торгових приміщеннях та на базах, доставки до споживача тощо.

Визначено, що вимірювання і регулювання мікрокліматичних показників на фармацевтичних підприємствах має кілька цілей:

- забезпечення оптимальних умов при розробці, виготовленні та зберіганні препаратів для імунізації;
- створення сприятливого середовища для життєдіяльності і роботи людей, дотримання вимог охорони праці;
- підтримання справної і ефективної роботи обладнання.

Показано, що основні вимоги до системи моніторингу лікарської сировини наступні:

- система моніторингу повинна забезпечувати необхідну точність вимірювання;
- система повинна бути гнучкою, здатною до нарощування і збільшення контрольованих параметрів;
- система повинна бути оснащена звуковою (світловою) сигналізацією;
- повинна бути система автоматичного архівування вимірюваних значень;
- отримані дані вимірювань повинні бути надійно захищені;
- можливість віддалених сигналізацій про порушення умов зберігання та контролю за вимірюваними параметрами.

Враховуючи сукупність особливостей вказаних вимог, запропонована мобільна розподілена система комплексного моніторингу лікарської сировини, що охоплює всі основні етапи її життєвого циклу. Одним з основних параметрів сучасних систем телекомунікацій є наявність надійного та недорогого каналу зв'язку, що забезпечує технологія LoRa [1].

Дослідження показали, що технологія модуляції LoRa (LongRange) являє собою метод модуляції, який забезпечує велику дальність зв'язку (зону покриття), ніж інші конкуруючі з ним методи. Метод ґрунтується на технології модуляції з розширеним спектром і варіацією лінійної частотної модуляції (ChirpSpreadSpectrum, CSS) з інтегрованою прямою корекцією помилок (ForwardErrorCorrection, FEC).

Технологія LoRa дозволяє виконувати демодуляцію сигналів з рівнем на 19,5 дБ нижче рівня шумів, при тому, що для правильної демодуляції більшості системам з частотною маніпуляцією (FrequencyShiftKeying, FSK) необхідна потужність як мінімум на 8–10 дБ вище рівня шумів [2].

Переваги технології LoRa: велика дальність роботи, низька ціна обладнання, низька потужність, стандартизація, велика ємність мережі.

Авторами запропоновано два варіанти топології системи моніторингу: кільцева та вузлова з можливістю програмного її трансформування. Перевагами запропонованої системи є: низька ціна обладнання, використання неліцензованого діапазону частот, низьке енергоспоживання, великий радіус дії та високі мобільність і швидкодія.

Виконано дослідження завадостійкості запропонованої системи і її вплив на дальність дії. Запропоновано цифровий алгоритм вагового оброблення LoRa-символів, що покращує достовірність прийому до 50%.

Показано, що при демодуляції сигналів LoRa використовується комбінована частотна та широтно-імпульсна багаторівнева маніпуляція, яку доцільно реалізовувати на основі цифрової адаптивної узгодженої фільтрації.

Запропонований алгоритм оброблення LoRa-символів забезпечує максимум співвідношення завадостійкості/швидкодія. Виконано імітаційне моделювання роботи системи та отримані характеристики її завадостійкості і швидкодії для різних режимів прийому.

### **Список використаних джерел**

1. Laveyne J. Application of LoRaWAN for Smart Metering: An Experimental Verification / J. Laveyne, G. Van Eetvelde, L. Vandeveld. // International Journal of Contemporary ENERGY. – 2018. – №1.
2. Wu Mengdi. Wireless communication technologies in Internet of Things (IOT) / Wu Mengdi. – University of Vaasa: Vaasa, 2016.