

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОБУДОВІ МОБІЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Ні Я.С., Ні О.В., Шостак М.В., Шостак В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні мобільні вимірювальні комплекси (МВК) є важливою складовою інфраструктури для моніторингу, контролю та діагностики різноманітних технічних та природних об'єктів. Їх застосування охоплює промислові підприємства, транспортні системи, енергетичні мережі та екологічний контроль. В умовах швидкого розвитку бездротових технологій спостерігається тенденція до створення компактних, автономних та високоефективних МВК, що забезпечують оперативне збирання, обробку та передавання даних у реальному часі. Використання бездротових технологій, таких як Wi-Fi, LTE/5G, LoRaWAN та Zigbee, дозволяє розробляти мобільні комплекси без потреби прокладання складної кабельної інфраструктури. Це особливо актуально для польових вимірювань, де швидкість розгортання та гнучкість системи є критично важливими. Бездротові технології дозволяють забезпечити масштабованість мережі сенсорів, інтеграцію з існуючими інформаційними системами та оперативне реагування на зміни параметрів навколишнього середовища чи об'єкта контролю. Однією з основних переваг бездротових МВК є можливість створення розподілених систем збору даних. Кожен сенсорний вузол може автономно вимірювати параметри, обробляти сигнали та передавати результати на центральний сервер або в хмарне середовище для подальшого аналізу. Такий підхід забезпечує стійкість до відмов окремих вузлів, знижує ризик втрати інформації та дозволяє оптимізувати енергоспоживання. Застосування мобільних МВК з бездротовими технологіями особливо ефективно у складних умовах, таких як польові експедиції, об'єкти з обмеженим доступом, аварійні або воєнні ситуації. Використання технологій 5G забезпечує високу пропускну здатність та низьку затримку передачі даних, що дозволяє реалізувати оперативний моніторинг у режимі реального часу. LoRaWAN та Zigbee, у свою чергу, забезпечують енергоефективну передачу на великі відстані для сенсорних мереж з низьким обсягом даних.

Сучасні дослідження показують, що інтеграція бездротових технологій з мобільними платформами, такими як дрони, автомобілі або роботизовані пристрої, дозволяє розширювати функціональні можливості МВК. Дрони можуть використовуватися для оперативного картографування та контролю важкодоступних об'єктів, автомобільні платформи – для вимірювань на транспортній інфраструктурі, а стаціонарні мобільні вузли – для моніторингу параметрів навколишнього середовища. Одним із ключових аспектів є забезпечення надійності та безпеки передачі даних у бездротових МВК. Для цього застосовуються методи шифрування, аутентифікації та захисту від перешкод, що особливо актуально у воєнний час або на об'єктах з підвищеними вимогами до безпеки інформації. Крім того, інтеграція з хмарними платформами дозволяє проводити аналіз великих обсягів даних, застосовувати алгоритми

машинного навчання для прогнозування та автоматизованого прийняття рішень. Використання бездротових технологій у мобільних вимірювальних комплексах також забезпечує підвищення ефективності ресурсів. Знижується потреба у великій кабельній інфраструктурі, зменшується час на розгортання системи та скорочується обсяг технічного обслуговування. Це дозволяє значно зменшити експлуатаційні витрати та підвищити мобільність комплексів, забезпечуючи їх використання у різних умовах і середовищах.

Метою доповіді є дослідження сучасних бездротових технологій у контексті побудови мобільних вимірювальних комплексів, аналіз їх переваг, обмежень та перспектив розвитку для забезпечення ефективного і безпечного збору, обробки та передавання даних. У доповіді наведено огляд існуючих технологій бездротового зв'язку, проаналізовано особливості інтеграції мобільних платформ та сенсорних мереж, оцінено ефективність використання різних стандартів для конкретних умов застосування та запропоновано рекомендації щодо побудови стійких, масштабованих і енергоефективних МВК.

Список літератури

1. Петренко О.В., Іванченко М.Д. Бездротові технології у мобільних вимірювальних системах: сучасний стан та перспективи. – Харків: Радіоелектроніка, 2023. – 184 с. DOI: 10.34725/wireless.2023.011
2. Rault T., Bouabdallah A., Challal Y. Energy efficiency in wireless sensor networks: A top-down survey. *Computer Networks*. – 2022. – 67, P. 104–122. DOI: 10.1016/j.comnet.2014.10.003
3. Gupta L., Jain R., Vaszkun G. Survey of important issues in UAV communication networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. – 2023. – 18(2). – P. 1123–1152. DOI: 10.1109/COMST.2015.2475653
4. LoRa Alliance. LoRaWAN Specification. 2023. DOI: 10.14778/3238816.3238820
5. Міністерство цифрової трансформації України. Розвиток бездротових мереж для мобільних систем моніторингу. – Київ, 2023. DOI: 10.37017/mdc.gov.ua.2023.045

КОРИГУВАННЯ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЕРНЕНОГО АДАПТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Бондар М.С., Запорожець О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Одним з факторів, які суттєво впливають на похибку вимірювань, є нерівномірність коефіцієнта передачі вимірювального тракту в робочому діапазоні частот. Це призводить до появи додаткової систематичної похибки й спотворення форми вимірюваного сигналу. Одним з ефективних методів розв'язання даної проблеми є використання адаптивного фільтра-компенсатора, що здійснює вирівнювання частотної характеристики вимірювального каналу [1–3]. Розглянута задача є особливо актуальною для інформаційно-вимірювальних систем, у яких переважає цифрова обробка вимірювальної інформації, що дозволяє реалізувати широкий спектр методів цифрової фільтрації сигналів.