

## **ПЕРЕДАЧА ДАНИХ ТА ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ**

Сокіркаєв Д. В.

email: denys.sokirkaiev@nure.ua

Науковий керівник – д.т.н., доц. Зарудний О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТІКС  
м. Харків, Україна

The development of wireless power transmission (WPT) technologies opens up new opportunities for creating autonomous power systems that do not require physical connections. This is especially important for electric vehicles, medical implants, mobile devices, and industrial applications. However, the effective implementation of the WPT requires not only a stable power supply, but also reliable data exchange between devices. To ensure the reliability of WPT systems, simultaneous wireless power and data transmission technology has attracted increasing attention to realize real-time information exchange between the transmitter and receiver.

Розвиток технологій бездротової передачі енергії (БПЕ) відкриває нові можливості для створення автономних систем живлення, що не потребують фізичних з'єднань. Це особливо важливо для електромобілів, медичних імплантатів, мобільних пристроїв та промислових застосувань. Однак ефективна реалізація БПЕ вимагає не лише стабільного енергопостачання, але й надійного обміну даними між пристроями. Для забезпечення надійності БПЕ, технологія одночасної бездротової передачі енергії та даних привертає все більше уваги для реалізації обміну інформацією в реальному часі між передавачем та приймачем.

Система бездротової передачі енергії призначена для безконтактної передачі енергії від первинного джерела до одного або декількох приймачів [1,3]. Завдяки своїй безпеці, зручності та відсутності необхідності підключення до електромережі, технологія бездротової зарядки привернула до себе більше уваги. Вона широко застосовується в електромобілях (EV), смартфонах, автоматизованих керованих транспортних засобах (AGV) та імплантованих пристроях [2]. У добре спроектованій системі бездротової зарядки обмін даними в режимі реального часу між передавачем і приймачем має важливе значення для стабільної та контрольованої передачі енергії. Завдяки відмінній надійності та доступності, багатодіапазонна система телеметрії та радіочастотні технології, такі як Bluetooth, модуль 2.4G, Wi-Fi та Zigbee, широко застосовуються в системі БПЕ. Однак ці методи потребують додаткових компонентів, і тоді може бути витрачено більше коштів. Для реалізації зв'язку в системі БПЕ можна використовувати катушки зв'язку між передавачем і приймачем [1-3].

Останнім часом з'являється все більше досліджень технології одноча-

сної бездротової передачі енергії та даних (SWPDT) [4,5]. Відповідно до методів реалізації, можна виділити дві основні технології для реалізації SWPDT: технологія передачі даних на основі ізольованих каналів і технологія передачі даних на основі спільного каналу. Першу технологію передачі даних також можна назвати технологією двоканальної передачі. У цьому методі дві пари з'єднувальних котушок призначені для окремої передачі енергії та інформації. В ізольованому каналі передача даних та енергії є відносно незалежною, тому верхня межа швидкості передачі сигналу є дуже високою. Однак це неминуче спричинить серйозні перешкоди між механізмами зв'язку. Таким чином, передача енергії може бути порушена сигнальним каналом, що призведе до спотворення вихідної напруги; передача сигналу також буде порушена силовим каналом, що збільшує складність демодуляції сигналу і коефіцієнт бітових помилок при передачі [2,4]. Другий метод реалізує передачу даних і живлення по одному каналу. У цій технології зазвичай використовуються методи двійкової амплітудної маніпуляції (2-ASK або BASK) і двійкової частотної маніпуляції (2-FSK або BFSK). У порівнянні з двоканальною передачею, технологія передачі даних на основі спільного каналу може використовувати котушки передачі потужності для одночасної передачі даних з енергією [5]. Таким чином, можна уникнути взаємних перешкод між каналом даних і каналом живлення в двоканальному режимі. Крім того, вартість та об'єм цієї системи передачі даних та енергії зменшиться завдяки спільним котушкам.

#### Висновки:

Інтеграція передачі даних і енергії в системах БПЕ є перспективним напрямком, що дозволяє зменшити кількість апаратних компонентів, підвищити ефективність та знизити рівень електромагнітних завад. Технології, засновані на одночасній передачі енергії та даних через єдиний канал, мають значний потенціал для застосування в автономних системах, таких як електромобілі, роботизовані платформи та біомедичні пристрої.

Подальші дослідження у сфері SWPDT сприятимуть підвищенню швидкості передачі даних, стабільності енергопостачання та розробці нових методів модуляції сигналів. Зокрема, удосконалення методів амплітудної (ASK) та частотної (FSK) модуляції дозволить мінімізувати втрати та покращити якість зв'язку.

#### Список використаних джерел:

1. Review and Comparative Analysis of Topologies and Control Methods in Dynamic Wireless Charging of Electric Vehicles / A. C. Bagchi та ін. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. 2021. Т. 9, № 4. С. 4947–4962. URL: <https://doi.org/10.1109/jestpe.2021.3058968> (дата звернення: 05.02.2025).
2. Simultaneous Wireless Power and Information Transfer based on Phase-shift Modulation in ICPT System / C. Xia та ін. IEEE Transactions on Energy

Conversion. 2020. С. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/tec.2020.3026751> (дата звернення: 13.02.2025).

3. An Optimized Coil Array and Passivity-Based Control for Receiving Side Multilevel Connected DC-DC Converter of Dynamic Wireless Charging / J. Liu та ін. IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2022. С. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/tvt.2022.3146636> (дата звернення: 15.01.2025).

4. Machura P., Li Q. A critical review on wireless charging for electric vehicles. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. Vol. 104. P. 209–234. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.027> (дата звернення: 18.02.2025).

5. Simultaneous Wireless Power and Information Transmission Based on Harmonic Characteristic of Soft-Switching Inverter / X. Liu та ін. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2022. С. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/tie.2021.3086710> (дата звернення: 27.02.2025).