

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНИХ ШИРОКОСМУГОВИХ ГНУЧКИХ LTE-АНТЕН ДЛЯ НОСИМИХ БЕЗДРОТОВИХ ПРИСТРОЇВ У ВИСОКОДИНАМІЧНИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розвиток сучасних бездротових технологій мобільного зв'язку та Інтернету речей (IoT) зумовлює необхідність створення нових типів антенних систем, здатних ефективно функціонувати в умовах мініатюризації пристроїв. У роботі представлено розробку та дослідження широкосмугової гнучкої LTE-антени, призначеної для інтеграції в носії бездротових пристроїв, які працюють у високодинамічних інфокомунікаційних мережах.

Ключові слова: гнучка антена, широкосмугова антена, LTE, IoT, носимі пристрої, бездротові сенсорні мережі.

Abstract

The development of modern wireless technologies of mobile communication and the Internet of Things (IoT) necessitates the creation of new types of antenna systems capable of operating effectively in conditions of miniaturization of devices. The paper presents the development and research of a broadband flexible LTE antenna designed for integration into carriers of wireless devices operating in highly dynamic infocommunication networks.

Keywords: flexible antenna, broadband antenna, LTE, IoT, wearable devices, wireless sensor networks.

Вступ

З розвитком технологій мобільного зв'язку нового покоління особливу актуальність забезпечують носії пристроїв, які інтегруються в систему Інтернет-речей (IoT), забезпечуючи безперервний моніторинг та передачу даних. Одним із ключових компонентів таких пристроїв є антени, які мають бути не тільки компактними, але й здатними працювати в широкому частотному режимі, забезпечуючи стабільність сигналу та ефективність передачі. [1]

У традиційних бездротових системах використовують жорсткі антени, які мають обмеження щодо розміщення на вигнутих поверхнях або в компактних корпусах пристроїв. Використання гнучких антен дозволяє розширити можливості носимих пристроїв, забезпечуючи їх інтеграцію в сучасних технологіях. [2]

Методи дослідження

Проектування антени виконувалось в середовищі ANSYS HFSS – програмному пакеті, що використовується для чисельного моделювання електромагнітних структур. У якості матеріалу антени було обрано діелектричну основу з поліетиленової плівки товщиною 30 мкм ($\epsilon_r = 2,03$) у поєднанні з середньою фольгою завтовшки 100 мкм. Така комбінація забезпечує низькі втрати та достатню механічну гнучкість антени. [3]

Основні етапи дослідження включали:

1. Розрахунок геометрії антени та моделювання її параметрів у частотних областях LTE B20 (791–861 МГц) та B3 (1710–1880 МГц).
2. Оптимізація конструкції для зниження коефіцієнта стоячої хвилі (VSWR) та підвищення ефективності випромінювання. [4]

3. Виготовлення експериментальних зразків антен.
4. Дослідження роботи антени в різних умовах, включаючи розташування на зап'ясті, у повітрі та на жорсткій поверхні.

Результати дослідження

Запропонована антена має розміри 39×12 мм і може бути інтегрована в ремінець носимого пристрою. Проведені дослідження показали, що антена працює в двох частотних зонах LTE. Було також досліджено вплив розташування антени на якість сигналу. [5] Результати показали, що при розміщенні антени на зап'ясті людини відбувається зміна резонансної частоти, що потребує додаткової компенсації.

Узгодження антени з електронною схемою пристрою відбувається за допомогою індуктивного узгоджувального контуру. Отримані результати дозволили покращити збудження антени та зменшити вплив людського тіла на її характеристики.

Висновки

Проведене дослідження підтвердило ефективність запропонованої конструкції антени для використання в портативних бездротових пристроях. Виявлено, що зміна її розташування щодо людського тіла суттєво впливає на робочі характеристики. Тому подальший розвиток проекту має бути спрямований на вдосконалення конструкції антени для забезпечення стабільності її параметрів незалежно від умов експлуатації.

Майбутні дослідження будуть зосереджені на розширеній смузі частотної пропускну здатності та покращенні адаптивних можливостей антени. Додаткове оптимізація узгоджувальних схем сприятиме зменшенню впливу зовнішніх чинників, що підвищує ефективність використання таких антен у розумному одязі, медичних мобільних пристроях та спортивних технологічних аксесуарах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Д. Ван, К. Хе та Л. Чжан. «Вплив близькості до тіла людини на гнучкі антени». *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2020. DOI: 10.1109/TBME.2020.2990782.
2. Y. Lin, K. Chen, & J. Wang. «Бездротова передача електроенергії за допомогою переносних антен». *Microwave and Optical Technology Letters*, 2021. DOI: 10.1002/mop.32781.
3. П. Сінгх, Р. Гупта та М. Браун. «Удосконалення гнучких і розтяжних антен для медичних застосувань». *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 2022. DOI: 10.1109/JBHI.2022.3145678.
4. X. Чжао, В. Лі та Б. Ван. «Інтеграція гнучких антен з розумним текстилем». *Journal of Electronic Materials*, 2021. DOI: 10.1007/s11664-021-09012-3.
5. Дж. Лю, З. Сю та Ч. Лі. «Надширокопasmові антени для носимих медичних пристроїв». *Транзакції IEEE щодо антен і розповсюдження*, 2021. DOI: 10.1109/TAP.2021.3124546.

Пінаєв Богдан Олегович – старший викладач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Pinaev.bogdam@gmail.com

Припула Максим Олександрович – к.т.н., старший викладач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: pritulamo@ukr.net

Дудат'єв Ігор Андрійович - канд. техн. наук, доцент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, email : dudatiev.igor@gmail.com

Осадчук Ярослав Олександрович – к.т.н., доцент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osadchuk.j93@gmail.com

Pinaev Bohdan Olegovich – Ph. D., at the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Pinaev.bogdam@gmail.com

Prytula Maksym Oleksandrovych - Ph.D., Senior Lecturer of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pritulamo@ukr.net

Dudatiev Ihor Andriyovich— PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, email: dudatiev.igor@gmail.com.

Osadchuk Iaroslav Oleksandrovych - Ph.D., Associate Professor of the Department information radioelectronic technologies and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osadchuk.j93@gmail.com