

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ SMART-АНТЕН В МЕРЕЖАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ 5G

Андрущенко О.В., Шумков І.М.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Москалець М.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІКІ ім.

В.В. Поповського, м. Харків, Україна

тел. +38(099) 388-15-09.

тел. +38(067)849-66-93.

This work is devoted to the assessment of the perspective of using Smart antennas in 5G networks. The advantages of using smart antennas are given. Technologies used in Smart-antennas are listed in the article. The synthesis of a Smart antenna in the form of a linear uniform antenna array is developed. The methods of adaptive formation of the directional pattern of the Smart antenna, namely the least mean squares (LMS) method and recursive least squares (RLS) algorithm, which are used to calculate the weight coefficients of the linear antenna array, are analyzed.

Поява мереж 5G відкриває нові можливості для передачі даних з великою швидкістю та забезпечення стабільного зв'язку в умовах високої щільності користувачів. Однією з ключових технологій, яка дозволяє досягнути цих цілей, є використання Smart-антен [1]. Smart-антени – це нове покоління антен, що забезпечують більш ефективний передачу сигналу в мережі 5G, за допомогою використання різних технологій формування променів та оптимізації напрямку передачі.

У 5G MIMO використовуються кілька типів Smart-антен, зокрема [2]:

1. Beamforming – це технологія, яка використовує smart-антени для передачі радіосигналу в певному напрямку, замість того, щоб передавати сигнал на всі боки. За допомогою налаштування фази та амплітуди сигналу на кожній антені, можна створити вузький промінь світла, який спрямований у потрібному напрямку.

Smart-антени, що використовуються для «beamforming», можуть бути як аналоговими, так і цифровими. Аналогові smart-антени можуть бути налаштовані на певну частоту і напрямок, але вони не можуть змінювати напрямок швидко, що обмежує їх застосування в динамічних умовах. Цифрові smart-антени, з іншого боку, можуть швидко змінювати напрямок сигналу, що робить їх більш гнучкими у використанні.

2. MMIMO (Massive MIMO) – це технологія, яка використовує велику кількість антен (зазвичай більше 64) на базовій станції для одночасного обслуговування набагато більшої кількості користувачів (часто сотень або навіть тисяч) [3]. Кожному користувачеві призначається унікальний вектор формування променя для оптимізації якості сигналу і зменшення завад. MMIMO призначений для підвищення спектральної ефективності, збільшення пропускну здатності мережі та покращення якості обслуговування.

3. MU-MIMO (Multi-User MIMO) – це технологія, яка використовує кілька антен на базовій станції для одночасного обслуговування декількох користувачів, зазвичай до чотирьох. Вона використовує просторове мультиплексування для передачі різних потоків даних кожному користувачеві в одній і тій же смузі частот, мінімізуючи при цьому перешкоди між користувачами. MU-MIMO призначений для збільшення пропускної здатності мережі та покращення загального користувацького досвіду [1].

В даному дослідженні показано основні принципи синтезу лінійної антенної решітки з рівноамплітудним та синфазним збудженням та було проведено аналіз методів адаптивного формування діаграми спрямованості Smart-антени на основі алгоритмів найменшого середньоквадратичного відхилення LMS та рекурсивного алгоритму найменших квадратів RLS.

При порівнянні враховувалися різні критерії, включаючи амплітудний відгук (коефіцієнт решітки), час збіжності, отримання та відстеження бажаного корисного сигналу.

Загалом, використання Smart-антен може призвести до створення більш ефективної, надійної та економічно вигідної системи бездротового зв'язку з покращеною якістю сигналу, більшою пропускною здатністю та кращим покриттям.

Список використаних джерел:

1. Андрущенко, О.В., Москалець, М.В., & Шумков, І.М. (2022). Оцінка продуктивності алгоритмів адаптивного формування променю Smart-антени для систем мобільного зв'язку 5G. Матеріали восьмої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми електромагнітної сумісності перспективних безпроводових мереж зв'язку (EMC-2022)». 01-04.

<https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/c85b3240-d1f3-4d67-bd4f-170ff7330afc/content>

2. Шумков, І. М., Москалець, М. В., & Андрущенко, О. В. (2022). Розробка ефективних моделей частотно-територіального планування мережі мобільного зв'язку LTE. Матеріали восьмої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми електромагнітної сумісності перспективних безпроводових мереж зв'язку (EMC-2022)». 05-09.

<https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/cb3a40c2-b7b3-4137-a37b-f14b7ffa1ea3/content>

3. Muliar, B., Koliadenko, Y. U., & Moskalets, M., Loshakov, V., Martynchuk, O., Ageyev, D. (2022). Interaction Model and Phase States at Frequency Resource Allocation in a Grouping of Radio-Electronic Equipment of 5G Mobile Communication Network. 2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), pp. 1-7. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.16.089>