

*Морозов Д.С., ст. викладач,
Журавський Ю.В., д.т.н., професор,
Чухов В.В., к.т.н., доцент,
Коломієць Р.О., к.т.н., доцент*

Державний університет «Житомирська політехніка»

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ БАГАТОШАРОВИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК НА ОСНОВІ ПАТЧ-АНТЕН ІЗ КРУГОВОЮ ПОЛЯРИЗАЦІЄЮ

Використання багатошарових антенних решіток із діелектричних матеріалів різної товщини та діелектричної проникності, що чергуються з шарами металізації, дають змогу ефективно розділити площину антенних елементів та мережу живлення [1]. Зв'язок між мережею живлення і антенними елементами у такому випадку забезпечується шляхом використання щілин різної форми в шарах металізації. Використання мікросмужкових подільників мережі живлення разом із контролюванням ступеня зв'язку між антенним елементом і лінією живлення дає змогу синтезувати антенні решітки з амплітудним розподілом Тейлора або Дольфа-Чебишева для зниження рівня бічних пелюсток [2].

З метою збільшення кількості антенних елементів синфазних антенних решіток застосовуються схеми з послідовним чи послідовно-паралельним живленням антенних елементів [3]. Антенні решітки з патч-антен із круговою поляризацією на основі багатошарових металодіелектричних пластин для зв'язку між шарами використовують випромінюючі щілини різної форми [4]. Хрестоподібні щілини забезпечують низький рівень Axial Ratio (AR, величина обернена до коефіцієнту еліптичності) для прямокутних патчів решітки, однак вимагають високої точності виготовлення. Для додаткового узгодження щілини і мікросмужки живлення може використовуватись шлейф як продовження мікросмужки [5]. Недоліком такого підходу є неможливість використання послідовних схем живлення антенних елементів із подібним вертикальним шлейфом. Тобто більше одного антенного елемента на одній лінії живлення розмістити неможливо. Відповідно, для усунення зазначених недоліків та обмежень було вдосконалено метод синтезу багатошарових антенних решіток на основі патч-антен із круговою поляризацією з послідовним живленням елементів. Метод відрізняється тим, що на першому етапі забезпечується низький рівень AR шляхом визначення оптимальних

співвідношень довжини і ширини плечей хрестоподібної щілини збудження та розмірів прямокутного патча антенного елемента.

Для покращення AR оптимізується кут повороту прямокутної патч-антени. Удосконалення методу також включає посилення зв'язку між прямокутним патчем, щілиною збудження і мікросмужковою лінією живлення шляхом ітераційного визначення параметрів ємнісних шлейфів на лінії живлення. Додатковим елементом узгодження в удосконаленому методі є зрізання кутів прямокутного антенного патч-елемента для покращення його узгодження. Використання шлейфів і зрізаних кутів патч- елементів дають змогу контролювати амплітудний розподіл у межах плеча живлення решітки для зниження рівня бічних пелюсток антенної решітки.

Науковою новизною результатів дослідження є удосконалення методу синтезу багатопарових антенних решіток на основі патч-антен із круговою поляризацією, який відрізняється визначенням оптимальних співвідношень довжини і ширини плечей хрестоподібної щілини збудження за критерієм $AR < 3$ dB за $S_{11} < 20$ dB, зрізанням кутів патч-антен та розрахунком їх розмірів і кутів повороту, ітераційним доузгодженням вхідного опору патч-антен ємнісними шлейфами на лінії живлення, що дозволяє мінімізувати рівень S_{11} при забезпеченні заданого рівня Axial Ratio у смузі робочих частот антени.

Список використаних джерел:

1. Liang C.-F., Yuan F., Lyu Y.-P., Liu B.-G. A wideband circularly polarized 2×2 patch antenna array. *Microwave and Optical Technology Letters*. 2025. Vol. 67. e70315. DOI: 10.1002/mop.70315.
2. Salim M., Najm T., Sultan Q., Saleh A. A new approach of applying Chebyshev distribution of series fed microstrip antenna array for radar applications. *The Applied Computational Electromagnetics Society Journal (ACES)*. 2023. DOI: 10.13052/2022.ACES.J.370902.
3. Tan Q., Fan K., Yang W., Luo G. Low sidelobe series-fed patch planar array with AMC structure to suppress parasitic radiation. *Remote Sensing*. 2022. Vol. 14. Art. no. 3597. DOI: 10.3390/rs14153597.
4. Mohammadi Shirkolaei M. High efficiency X-band series-fed microstrip array antenna. *Progress In Electromagnetics Research C*. 2020. Vol. 105. P. 35–45. DOI: 10.2528/PIERC20061003.
5. Duarte M., Varum T., Matos J., Pinho P. In-house development of 17 GHz antennas: Potentials and difficulties. *URSI Radio Science Bulletin*. 2018. No. 364. P. 45–54. DOI: 10.23919/URSIRSB.2018.8486767.