

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТА ШИРОКОСМУГОВОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ S-, C-ДІАПАЗОНУ

*Сушко О. Ю., PhD, доцент; Ракул О. В., магістрант*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

З розвитком технологій бездротового зв'язку, таких як LTE (Long Term Evolution), WiMAX (the Worldwide Interoperability for Microwave Access) та 5G, широкосмугові антенні решітки, які мають компактний розмір і можуть працювати в широкому діапазоні частот, викликали значний попит через потенційну можливість об'єднання декількох функцій в одній широкосмуговій системі. Ці функції зазвичай досягаються за допомогою кількох окремих антенних решіток, що працюють в різних діапазонах частот. Отже, значне зменшення розміру, ваги, вартості та енергоспоживання бездротових систем може бути досягнуто за допомогою широкосмугових AP. Новітній клас антенних решіток, який називається сильно зв'язані (СЗ) AP, здатен відповідати вимогам ультраширокосмуговості та малої товщини профілю. На сьогоднішній день опубліковано багато робіт на цю тему. Існує два основні типи СЗ AP. Один заснований на використанні електрично з'єднаних елементів решітки, а другий заснований на ємнісному зв'язку [1] елементів.

Стандарт 4-го покоління мобільного зв'язку вже зарекомендував себе як найпоширеніша нині мережева технологія для носимих пристроїв. LTE працює в смузі 699 МГц – 5925 МГц. Однак, основними піддіапазонами є 699 МГц – 960 МГц, 1710 МГц – 2690 МГц та 3400 МГц – 3800 МГц.

В даному дослідженні аналізується оптимальна товщина діелектричної підкладки антени, та висота її розміщення над екраном, які забезпечують значення  $S_{11} < -10$  дБ в смузі 1.7 ГГц – 3.8 ГГц. В дослідженні використовується антена типу Єрусалимський хрест, що розміщується на діелектричній підкладці Rogers RT 6010. Антена складається з двох ортогонально-зігнутих плечей, котрі мають переважно ємнісний зв'язок. Сегменти у вигляді плечей забезпечують індуктивність; зазори між кінцями зігнутих плечей забезпечують ємність. Розміри антени попередньо оптимізовані для роботи в діапазоні 1.7 ГГц – 3.8 ГГц. Конструкція антени і значення параметрів, знайдених під час оптимізації, представлені на рис. 1.

Спочатку визначається оптимальна товщина підкладки антени без екрану. Для кожної товщини діелектричної підкладки розраховується значення параметру  $S_{11}$ . Значення параметру  $S_{11}$  в залежності від товщини підкладки представлені на рис. 2. Видно, що антена з товщиною підкладки  $t_{sub} = 0.25$  мм має найширшу смугу пропускання, однак, рівень узгодження на частоті 2.2 ГГц є найгіршим. Антена з товщиною підкладки  $t_{sub} = 0.75$  мм, навпаки, має найкраще узгодження, але в меншій смузі частот.

Оптимальною товщиною є  $t_{sub} = 0.4$  мм, антена відповідає вимозі  $S_{11} <$

-10 дБ у смузі 1.68 ГГц – 4.25 ГГц.

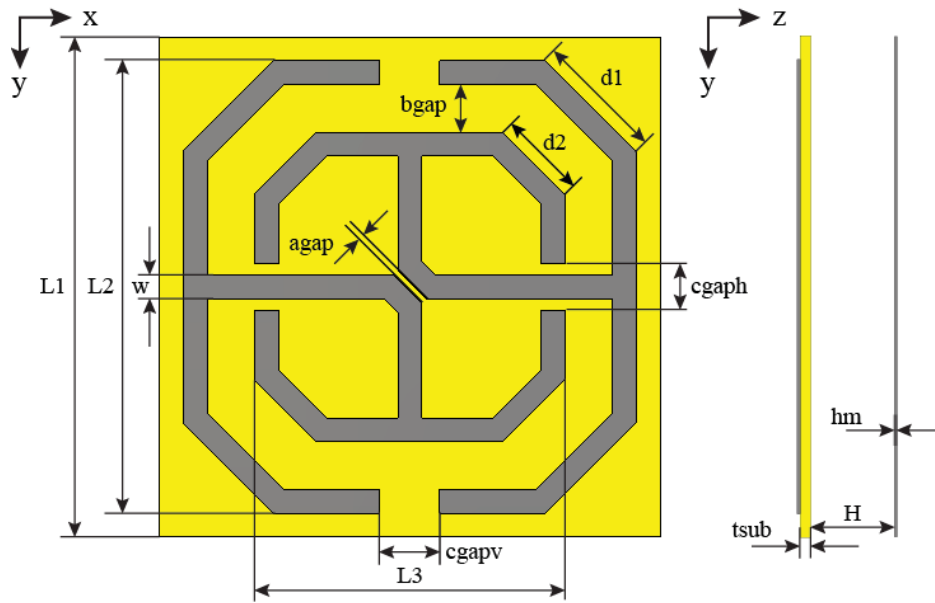


Рисунок 1. Антена типу Єрусалимський хрест, з параметрами [мм]:  $L1 = 210$ ,  $L2 = 190$ ,  $L3 = 130$ ,  $w = 10$ ,  $t_{sub} = 0.4$ ,  $h_m = 0.035$ ,  $a_{gap} = 2.5$ ,  $b_{gap} = 20$ ,  $c_{gap} = 25$ ,  $c_{gapv} = 20$ ,  $d1 = 36.7$ ,  $d2 = 31.8$ ,  $H = 50$

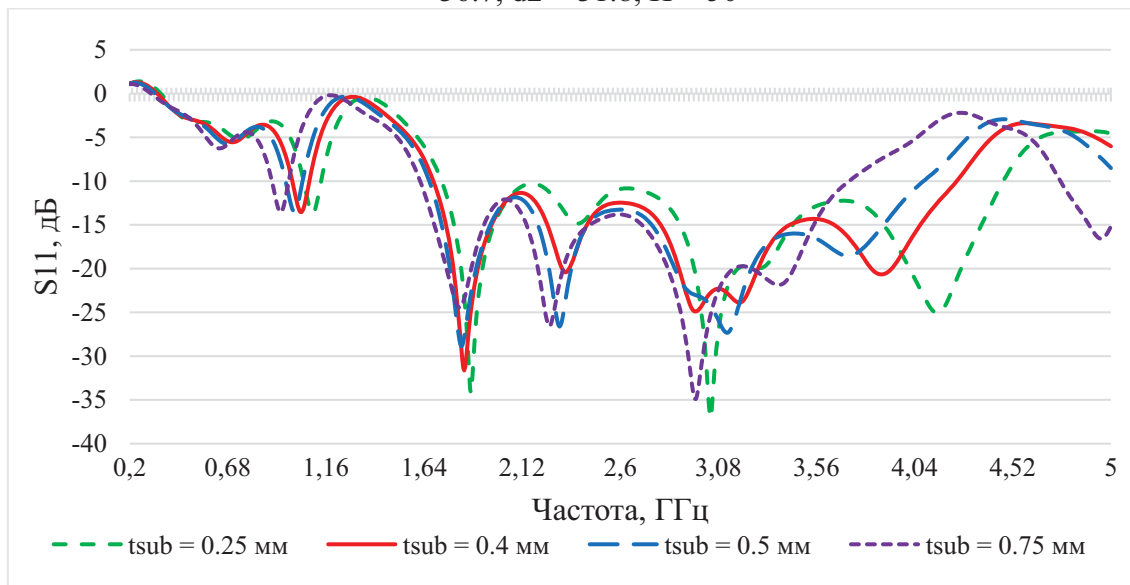


Рисунок 2. Значення параметру  $S_{11}$  для антени з різною товщиною підкладки  $t_{sub}$  [мм]

Наступним кроком моделювання є дослідження антени з оптимальною товщиною підкладки, що розташовується над екраном на відстані  $H$ . Для кожної відстані  $H$  розраховується параметр  $S_{11}$ . Значення параметру  $S_{11}$  в залежності від висоти розміщення антени над екраном представлені на рис. 3. Видно, що оптимальна висота  $H = 50$  мм. В даному випадку забезпечується значення параметру  $S_{11} < -10$  дБ в смузі частот 1.64 ГГц – 4.31 ГГц.

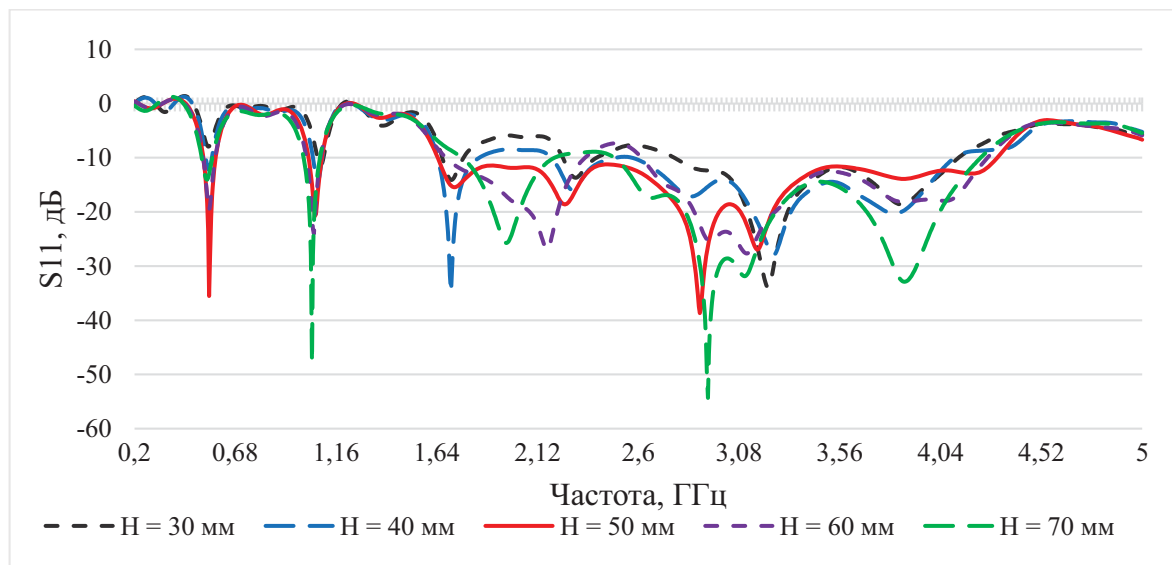


Рисунок 3. Значення параметру  $S_{11}$  для антени з різною висотою розміщення над рефлектором  $H$  [мм]

Отже встановлено, що для забезпечення умови  $S_{11} < -10$  дБ в смузі 1.7 ГГц – 3.8 ГГц оптимальна товщина підкладки  $t_{sub} = 0.4$  мм, та висота над рефлектором  $H = 50$  мм.

### Перелік посилань

1. Zhou Y. Tightly Coupled Array Antennas for Ultra-Wideband Wireless Systems / Y. Zhou, F. Zhu, S. Gao // IEEE Access. — 04 October 2018. — P. 61851–61866.

### Анотація

Представлені результати електродинамічного моделювання широкопосмугового елемента антенної решітки для S- та C-діапазонів частот. Встановлено, що для забезпечення умови  $S_{11} < -10$  дБ в діапазоні частот 1.64 ГГц – 4.31 ГГц, товщина підкладки на основі Rogers (діелектрична проникність рівна 10.2) становить 0.4 мм, висота розміщення антени над екраном становить 50 мм.

**Ключові слова:** широкопосмугова антенна решітка, антенна типу Єрусалимський хрест, LTE.

### Аннотация

Представлены результаты электродинамического моделирования широкополосного элемента антенной решетки для S- и C-диапазона частот. Установлено, что для обеспечения условия  $S_{11} < -10$  дБ в диапазоне частот 1.64 ГГц – 4.31 ГГц, толщина подложки на основе Rogers (диэлектрическая проницаемость равна 10.2) составляет 0.4 мм, высота размещения антенны над экраном составляет 50 мм.

**Ключевые слова:** широкополосная антенная решетка, антенна типа Иерусалимский крест, LTE.

### Abstract

The results of electromagnetic modeling of the antenna array element for S- and C-bands are presented. It is shown that matching condition of  $S_{11} < -10$  dB in the 1.64 GHz – 4.31 GHz frequency band is satisfied for the substrate (Rogers 6010, dielectric constant is 10.2) thickness of 0.4 mm and the distance between antenna and the ground plane of 50 mm.

**Keywords:** wideband antenna array, Jerusalem Cross antenna, LTE.