

## **ВПЛИВ КОСИНУСНОГО АМПЛІТУДНОГО РОЗПОДІЛУ НА ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ ПЛОСКИХ ЦИФРОВИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК**

*Неуймін С. С.; Жук С. Я., д.т.н., професор*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна.*

Важливими завданнями, що виникають при розробці довільних плоских цифрових антенних решіток (ЦАР) є зниження бокових пелюстків і збільшення сектору сканування. Одне з рішень являється використання різних видів амплітудно-фазових розподілів. Для формування вузькоспрямованого випромінювання використовуються рівномірний або спадаючий до країв апертури по закону косинусу амплітудні розподіли. Косинусний амплітудний розподіл для плоских ЦАР описується виразом[1]

$$A_{i,j} = a_{\max} \cos\left(\frac{\pi(i - (N_y - 1) / 2)}{N - 1}\right) \cos\left(\frac{\pi(j - (N_x - 1) / 2)}{N - 1}\right),$$

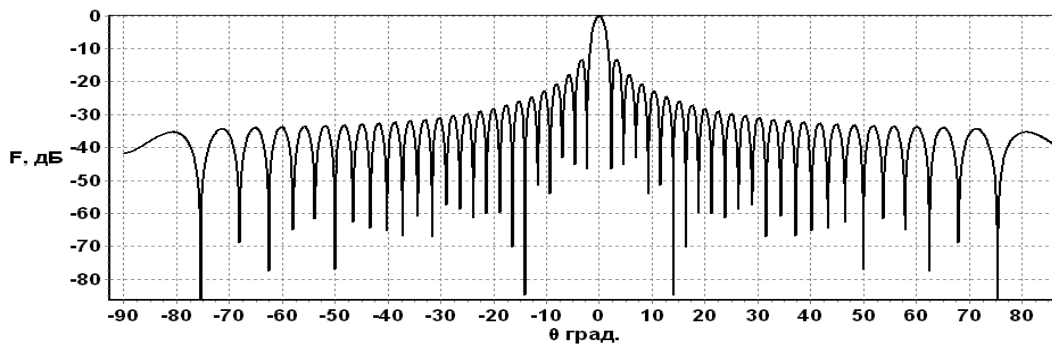
де  $a_{\max}$  — значення максимуму амплітуди.

Для дослідження амплітудно-фазових розподілів в довільних прямокутних, косокутних і нееквідистантних плоских ЦАР був розроблений програмний комплекс в середовищі швидкої розробки додатків Embarcadero RAD Studio мовою програмування Delphi, яка є одним з поширених інструментів для моделювання систем цифрової обробки сигналів[2]. Програмний комплекс дозволяє встановити амплітудний розподіл за рівномірним або косинусним законами, а також як синфазний так і лінійний фазові розподіли. Результатом моделювання є графічне та табличне представлення амплітудного розподілу (відносно центрального елемента) в вертикальній, горизонтальній площинах, та загальний розподіл, діаграма спрямованості (ДС) антени та характеристики спрямованості.

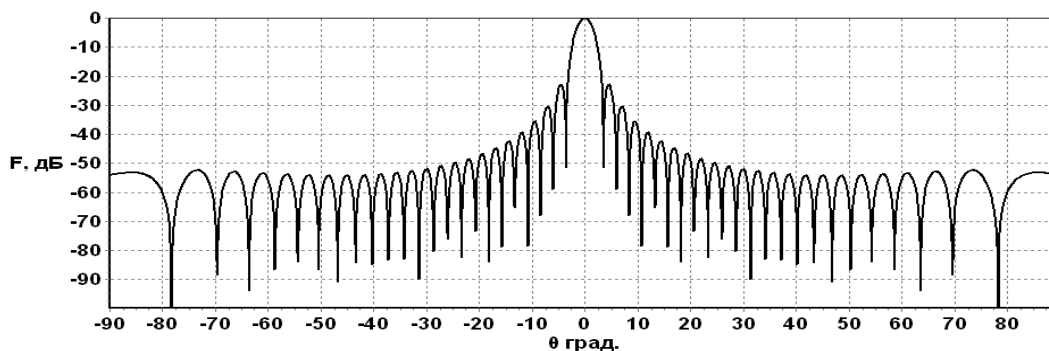
На рис. 1,а наведено ДС в горизонтальній площині плоскої еквідистантної ЦАР з прямокутною сіткою та рівномірним амплітудним розподілом. Кількість елементів по вертикалі і горизонталі  $N_y = 35$ ,  $N_x = 31$ . Відстань між елементами  $d_y = 5\text{мм}$ ,  $d_x = 8\text{мм}$ . Характеристики спрямованості ДС: ширина пелюстка по  $\theta_{-3\text{дБ}} = 2^\circ$ ; рівень бічних пелюсток  $-13.2$  дБ; можливості електронного сканування  $\pm 13^\circ$ , подальше сканування веде до появи побічного головного максимуму з рівнем вище  $-10$  дБ.

ДС плоскої ЦАР в горизонтальній площині при використанні косинусного амплітудного розподілу наведено на рис. 1,б. Характеристики спрямованості ДС: ширина пелюстка по  $\theta_{-3\text{дБ}} = 3^\circ$ ; рівень бічних пелюсток –

23 дБ; можливості електронного сканування  $\pm 14^\circ$ . Подальше сканування веде до появи побічного головного максимуму з рівнем вище  $-10$  дБ.



а)



б)

Рисунок 1

На рис.2,а наведено ДС в горизонтальній площині плоскої еквідистантної ЦАР з косокутною сіткою та рівномірним амплітудним розподілом з параметрами  $N_y = 35$ ,  $N_x = 16$ ,  $d_y = 5$  мм,  $d_x = 8$  мм. Характеристики спрямованості ДС: ширина пелюстка по  $\theta_{-3dB} = 4^\circ$ ; рівень бічних пелюсток  $-13.3$  дБ; можливості електронного сканування  $\pm 40^\circ$ , подальше сканування веде до розширення головного пелюстка більше ніж на  $1^\circ$  та можливе виникнення побічних максимумів.

ДС плоскої ЦАР при використанні косинусного амплітудного розподілу наведено на рис. 2,б. Характеристики спрямованості ДС: ширина пелюстка по  $\theta_{-3dB} = 5.6^\circ$ ; рівень бічних пелюсток  $-23$  дБ; можливості електронного сканування  $\pm 30^\circ$ , подальше сканування веде до розширення головного пелюстка більше ніж на  $1^\circ$  та виникнення побічних максимумів.

Спираючись на отримані результати можна зробити висновки про переваги використання косинусного амплітудного розподілу перед рівномірним, які полягають в зменшенні рівня бічних пелюстків, і збільшенні можливості електронного сканування. Проте дещо розширюється головний пелюсток ДС.

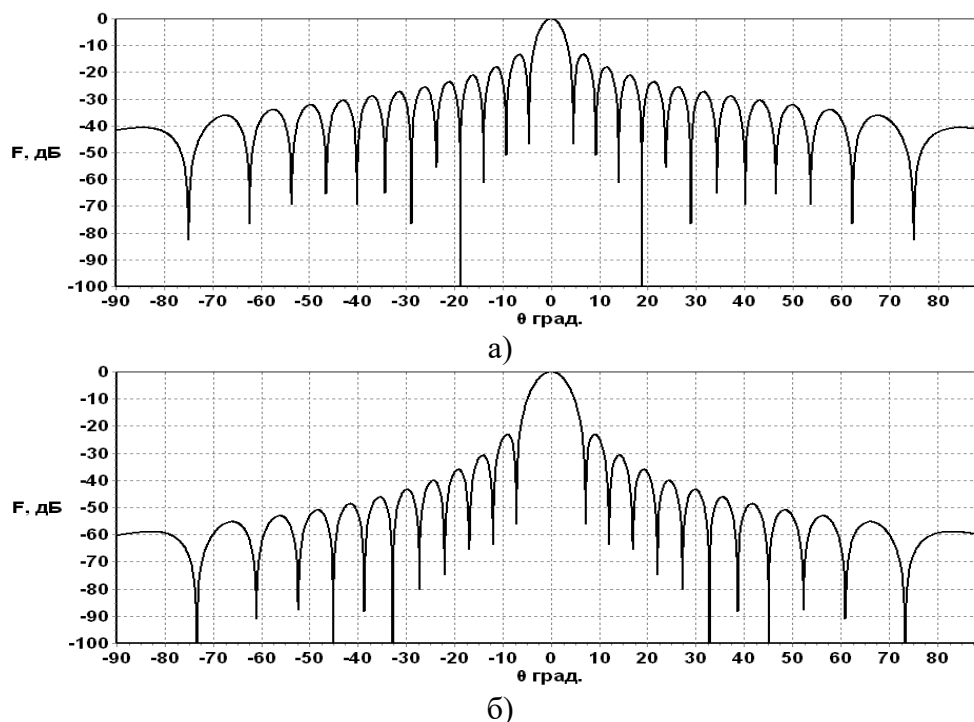


Рисунок 2

В подальшому представляє інтерес аналіз використання більш складних амплітудних розподілів, таких як Хеммінга, Тейлора, Дольфа-Чебишова для зменшення бічних пелюсток плоских ЦАР.

### Перелік посилань

1. Джиган В. И. Адаптивная обработка сигналов: теория и алгоритмы. / Джиган В. И. — М.: Техносфера, 2013. — 528 с.
2. Неуймін С. С., Жук С. Я. Програмний комплекс для моделювання адаптивної обробки сигналів в довільних плоских цифрових антенних решітках. // Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». Київ, 16 – 22 березня 2015 р.: матеріали конференції — Київ, 2015. — С. 43—45.

### Анотація

Досліджено вплив рівномірного і косинусного розподілу на діаграму спрямованості плоских ЦАР довільної форми з прямокутною і косокутною сіткою.

**Ключові слова:** цифрова антенна решітка, косинусний амплітудний розподіл, діаграма спрямованості.

### Анотация

Исследовано влияние равномерного и косинусного распределения на диаграмму направленности плоских ЦАР произвольной формы с прямоугольной и косоугольной сеткой.

**Ключевые слова:** цифровая антенная решетка, косинусные амплитудное распределение, диаграмма направленности.

### Abstract

The investigated effect of uniform and cosine distribution on the radiation pattern of plane DAA freeform with a rectangular and oblique-angled grid.

**Keywords:** digital antenna array, cosine amplitude distribution, radiation pattern.