

розділу фаз.

$$\frac{1}{2} \xi^2(t) = \frac{1}{q} \int_0^t \sum_{n=1}^{\xi} \frac{n\pi}{\xi} (-1)^{n-1} \left[ \lambda_1 e^{-v/(2\lambda)\xi} \bar{\theta}_1(\beta_n, t) - \lambda_2 e^{v/(2\lambda)\xi} \bar{\theta}_2(\beta_n, t) \right] dt. \quad (23)$$

Оскільки пряме інтегрування рівняння (21) утруднюється за наявності функції  $\xi$  у знаменнику виразу (22), доцільно це рівняння апроксимувати різницеvim рівнянням із кроком  $\tau$  :

$$\xi_{i+1} = \xi_i + \tau F(\xi_i, t_i).$$

Розв'язання (19) та (23) отримують для кожної із ділянок контуру  $\Gamma_0$ . Далі можна виконати інтерполяцію отриманих частинних контурів.

1. Доррер Г.А. Математические модели динамики лесных пожаров.—М.: Лесн. пром-сть, 1979.—161 с.
2. Зеленський К.Х., Ігнатенко В.М., Коц О.П. Комп'ютерні методи прикладної математики. - К.: Академперіодика, 2002.—480 с.

*Поступила 19.01.2009р.*

УДК 621.3

В.О. Пелішок, к.т.н., доцент, НУ «Львівська Політехніка» каф. ТК

## **ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ НЕПЕРЕРВНИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК**

The purpose of this article is to show that existing methods of antennas characteristic calculation provide some inaccuracies. Thus, was designed new method, which provides more precise calculation results. This method and example of calculation are shown in this article.

В даній роботі показано, що загальноприйняті способи визначення КНД неперервних лінійних АР забезпечують занижені, або завищені значення реального КНД множника АР. Тому запропоновано спосіб визначення реального значення КНД множника досліджуваної неперервної АР заданої довжини  $L_n$ . Приведено приклади визначення реального значення КНД.

### **1. Відмінність між КНД простих антен та антенних решіток**

В табл. 1 приведені значення коефіцієнта направленої дії (КНД) деяких простих випромінювачів та антенн.

Варто зауважити, що на практиці часто виникає потреба в значно більших значеннях КНД (10 та більше). Але для простих антен значення КНД, приведені в табл.1, являються максимальними. Зовсім інша ситуація виникає при застосуванні антенних решіток (АР). В них немає принципових обмежень для забезпечення будь-якого значення КНД. Справа в тому, що для

них КНД  $D$  визначається лише нормованою довжиною АР.

$$D = D_n \cdot L_n, \quad (1)$$

де  $D_n = \frac{D}{L_n}$  – нормоване значення КНД;

$L_n = \frac{L}{\lambda}$  – нормована довжина АР;

$L$  – довжина АР.

Таблиця 1

КНД простих випромінювачів та антен

Тип антени	КНД
Ізотропна антена	1
Диполь Герца	1.5
Елемент Гюйгенса	3
Півхвильовий симетричний вібратор	1.64

З залежності (1) видно, вибравши необхідну довжину  $L_n$  можна забезпечити будь-яке велике значення КНД. В цьому і полягає принципова відмінність, з точки зору забезпечення необхідного значення КНД, простих антен та АР. В табл. 2 приведені нормовані значення КНД для неперервних АР.

Таблиця 2

Нормовані значення КНД для неперервних АР

Тип АР (випромінювання)	Нормоване значення КНД, $D_n = D/L_n$
поперечного	$2 \leq D_n < 2.2$
нахилоного	$2 \leq D_n < 4.44$
подовжнього при $h=1$ ( $h$ -коефіцієнт сповільнення)	$4 \leq D_n \leq 4.44$
подовжнього при $h \geq 1$	$4 < D_n \leq 7.2$

З приведених даних видно, що найбільше значення КНД (при однакових довжинах АР) можуть забезпечити АР подовжнього випромінювання при  $h \geq 1$ . КНД визначається на основі залежності  $F_c$  для діаграми направленості (ДН) множника АР,

$$F_c = \frac{\sin(u)}{u} \quad (2)$$

де  $u = \pi L_n (\cos(v) - h)$  – узагальнена кутова координата;

$v$  – кут між віссю АР та напрямком на точку спостереження.

## 2. Способи визначення КНД

Слід зазначити, що існує декілька способів визначення КНД. З метою розгляду особливостей кожного способу на рис. 1, для прикладу, приведено нормована ДН множника АР поперечного випромінювання.

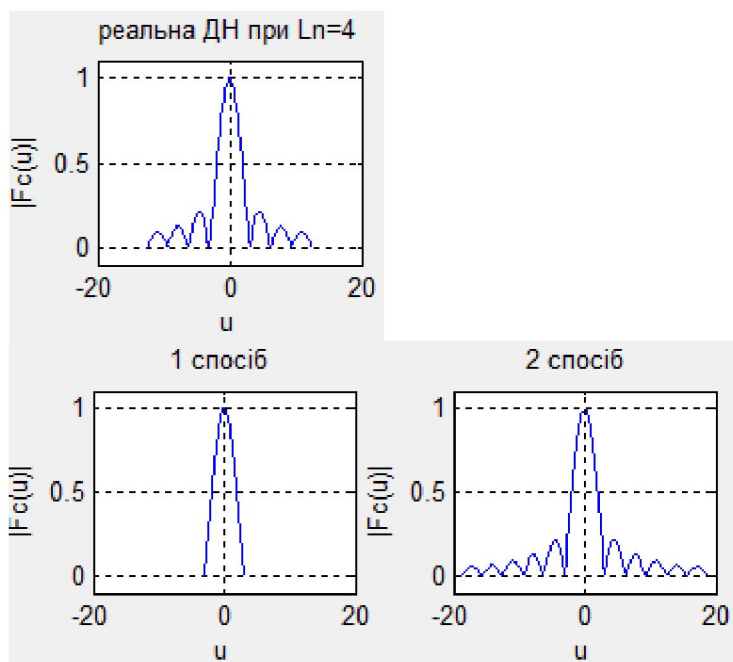


Рис. 1. Способи визначення КНД

*Перший спосіб* [1,2] базується на припущенні, що вся енергія випромінювання зосереджена тільки в межах головного пелюстка, а за межами головного пелюстка – відсутня. Так як реально випромінювання наявне і поза головним пелюстком, то таке визначення приводить до завищених значень КНД. Позначимо значення КНД, визначене за допомогою першого способу  $D_1$ , а його нормоване значення  $D_{1n} (D_{1n} = \frac{D_1}{Ln})$ .

*Другий спосіб* [2] базується на заміні реальної АР іншою, нескінченно довгою АР. В даному випадку вже враховуються всі випромінювання бокових пелюстків досліджуваної АР. Крім того, також враховуються випромінювання багатьох лишніх бокових пелюстків (які не властиві розглядуваній АР, а лише наявні в нескінченно довгій АР). Очевидно, що в даному випадку до реальної потужності випромінювання бокових пелюстків додано «надлишкове, не властиве їй випромінювання», тому таке визначення приводить до занижених значень КНД. Позначимо значення КНД, визначене за допомогою другого способу  $D_0$ , а його нормоване значення  $D_{0n} (D_{0n} = \frac{D_0}{Ln})$ .

КНД, визначені за першим або другим способом, представляють певний

інтерес, як граничні значення для КНД реальної АР. Але при аналізі конкретної АР також представляє інтерес значення КНД саме цієї досліджуваної АР. Тому в даній роботі пропонується *третій спосіб* визначення КНД, який базується на врахуванні всіх реальних випромінювань досліджуваної АР. Очевидно, що даний спосіб найбільш повно та правильно відображає реальну ситуацію. Позначимо *реальне* нормоване значення КНД, визначене за допомогою третього способу,  $D_r$ , а його нормоване значення  $D_{rn}$  ( $D_{rn} = \frac{D_r}{Ln}$ ).

### 3. Аналітичні залежності для КНД

В результаті проведеного аналізу отримано значення КНД:  
при  $h \leq 1$

$$D = \frac{2\pi Ln}{b_1} \quad (3,а)$$

де  $b_1 = \sin \text{int}(2 \cdot u_{\max}) - \sin \text{int}(2 \cdot u_{\min}) + \frac{\sin^2 \cdot u_{\min}}{u_{\min}} - \frac{\sin^2 \cdot u_{\max}}{u_{\max}}$ ;

$\sin \text{int}(x) = \int_0^x \left(\frac{\sin(t)}{t}\right) dt$  синус інтегральний;

$u_{\min} = \pi Ln(-1-h)$ ,  $u_{\max} = \pi Ln(1-h)$ .

при  $h \geq 1$

$$D = \frac{2 \cdot \pi Ln F_0^2}{b_1} \quad (3,б)$$

де  $F_0 = \frac{\sin(u_{\max})}{u_{\max}}$

На основі залежності (3,а) сформована **Програма 1** для системи Matlab [3], яка дозволяє визначити реальне значення КНД множника АР довжини  $Ln$ : поперечного ( $h=0$ ), нахиленого ( $0 < h < 1$ ) та поздовжнього ( $h=1$ ) випромінювання заданої довжини  $Ln$  при  $h \leq 1$ . Наприклад, для АР поперечного випромінювання при  $Ln=3$ , отримаємо

#### Програма 1

```
h=0;
Ln=3;
umin=pi*Ln*(-1-h);
umax=pi*Ln*(1-h);
a1=sinint(2*umax)- sinint(2*umin)+(sin(umin))^2/umin-
(sin(umax))^2/umax;
a2=2*pi*Ln;
D=a2/a1;
```

Drn=D/Ln;  
format bank  
Drn

Застосувавши дану програму отримаємо реальне значення КНД даної АР  $D_n = 2.07$ .

Аналогічно, на основі залежності (3,6) сформована **Програма 2** для визначення реального КНД для множника АР позадвожнього випромінювання при  $h > 1$ . Наприклад, для АР поперечного випромінювання при  $L_n = 2$ ,  $h = 1.2$  отримаємо:

### **Програма 2**

h=1.2;  
Ln=2;  
umin=pi\*Ln\*(-1-h);  
umax=pi\*Ln\*(1-h);  
a1=sinint(2\*umax)- sinint(2\*umin)+(sin(umin))^2/umin-  
(sin(umax))^2/umax;  
a2=2\*pi\*Ln;  
a3=a2/a1;  
a4=(sin(umax)/umax)^2;  
D=a3\*a4;  
Drn=D/Ln  
format bank  
Drn

Застосувавши дану програму отримаємо реальне значення КНД даної АР  $D_n = 7.63$

### **Висновки**

1. Показано, що загальноприйняті способи визначення КНД неперервних лінійних АР забезпечують занижені, або завищені значення реального КНД множника АР.
2. Запропоновано спосіб визначення реального значення КНД множника досліджуваної неперервної АР заданої довжини  $L_n$ .
3. Розроблені програми для системи Matlab, на основі яких наведено приклади визначення КНД деяких АР.

1. Бова Н. Т., Резников Г.Б. *Антенны и устройства СВЧ.-К.: Вища школа, 1982,- 278с.*
2. Сазонов Д.М. *Антенны и устройства СВЧ.-М.; Высш. шк., 1988. -432с.*
3. В.О. Пелішок, М.Й. Павликевич, П.М. Михайленіч. Дослідження амплітудних характеристик спрямованості провідних антен за допомогою програми MATLAB // Вісник НУ "Львівська Політехніка", *Радіоелектроніка та Телекомунікації.* - 2006р.

*Поступила 18.02.2009р.*