

Додаток
до Методики проведення розрахунків
електромагнітної сумісності
радіоелектронних засобів у смузі
радіочастот 882 – 890 МГц з
радіоелектронними засобами
радіотехнологій CDMA/LTE 850 для
різних комбінацій каналів,
радіотехнологій і рівнів потужності
випромінювання
(пункт 5 розділу IV)

Визначення характеристик антен

Відповідно до Рекомендації СЕРТ T/R 25-08 (Planning criteria and cross-border coordination of frequencies for land mobile systems in the range 29,7-470 MHz) та Додатка 6 (Настанова стосовно кодування діаграм спрямованості антен у рухомій службі) до так званої Угоди HCM¹, для формального опису діаграм спрямованості антен використовується символічний рядок, що складається з трьох цифр, двох літер та двох цифр: **D₁ D₂ D₃ L₄ L₅ D₆ D₇**.

На рисунках Д.1 (а) – Д.1 (г) наведено графічні зображення 4 типових груп (зразків) діаграм антен, які відповідають тим, що застосовуються на практиці та наявні у базі частотних присвоєнь УДЦР. Формули для їх аналітичного опису наведено на рисунках Д.2 (а) – Д.2 (г). Їх ідентифікують за такими двобуквеними кодами: EA, DE, LA, CA. Для всеспрямованих антен використовується позначення ND.

А. Для антен, що належать до типових груп EA, DE та LA (рисунки Д.1 (а) – Д.1 (в), рисунки Д.2 (а) – Д.2 (в)) кодовий запис, що визначає характеристики антени, містить такі дані:

1-й – 3-й символи описують діапазон кутів спрямованої діаграми, для якої випромінювана потужність становить 50 % від її максимального значення. Цей кут відраховується від напрямку максимального посилення до напрямку, у якому рівень випромінюваної потужності зменшується вдвічі порівняно з максимальним ($1/\sqrt{2}=0.707$ за рівнем напруженості поля), наприклад: **030** для кута 30 градусів.

4-й і 5-й символ описують групу діаграми спрямованості антени за типом.

6-й і 7-й символ характеризує рівень побічних випромінювань антени, описуючи коло, що обволікає бічні пелюстки. Ці два символи визначаються двозначним числом, яке може бути обчислено з ослаблення, зазначеного згаданим колом на діаграмі антени, помноженого на 100 (таблиця Д.1):

$$D_4 D_5 = 10^{2 - \frac{F:B \text{ ratio}}{20}}.$$

¹HCM Agreement on the co-ordination of frequencies between 29,7 MHz and 43,5 GHz for the fixed service and the land mobile service(Zagreb, 30. September 2010).

У даному виразі $F:V$ позначає співвідношення (в дБ) рівнів випромінювань «у передньому/задньому (зворотному) напрямках».

Б. Для антен, що належать до групи СА (рисунок Д.1 (г) та рисунок Д.2 (г)) відповідний кодовий запис містить наступні дані:

1-й – 3-й символи описують не кут, як для трьох згаданих вище типів діаграм антен, а так званий нотч-фактор (*Notch Factor*), що характеризує провали коефіцієнта підсилення антени. Ці символи (дві цифри) можна отримати шляхом множення значення загасання на діаграмі антени на 100.

4-й і 5-й символ описують групу діаграми спрямованості антени, наприклад: СА.

6-й та 7-й символи (цифри) мають значення 00 для типів антен із незначними бічними частотками або без них.

Якщо бічні пелюстки перевищують лінії діаграм, описані цифрами 1 – 3, слід врахувати найбільшу бічну пелюстку. У цьому випадку цифри 6 – 7 обчислюються так само, як в пункті А.

Таблиця Д.1

Числове значення	Ослаблення бічних пелюсток
90	$0.9 = -1$ дБ
80	$0.8 = -2$ дБ
70	$0.7 = -3$ дБ
60	$0.6 = -4.5$ дБ
50	$0.5 = -6$ дБ
40	$0.4 = -8$ дБ
30	$0.3 = -10.5$ дБ
20	$0.2 = -14.5$ дБ
10	$0.1 = -20$ дБ
05	$0.05 = -26$ дБ

В. Аналогічний кодовий запис для всеспрямованих антен має вигляд 000ND00.

Г. Відповідно до Додатку 8 (Метод поєднання горизонтальної та вертикальної моделей антени) до Угоди НСМ¹ здійснюється обчислення тривимірної діаграми антени.

Позначення:

φ_H – кут між напрямом в горизонтальній площині, в якому обчислюється коефіцієнт підсилення антени, та проекцією електричної вісі антени в горизонтальній площині;

φ_V – кут між напрямом у вертикальній площині, в якому обчислюється коефіцієнт підсилення антени, та проекцією електричної вісі антени в вертикальній площині;

A_H – загасання антени відносно максимуму діаграми спрямованості в горизонтальній площині;

A_V – загасання антени відносно максимуму діаграми спрямованості у вертикальній площині.

Тоді результуюче загасання антени A_{RES} у фактичному напрямку (на приймач, або на джерело випромінювання відповідно) дорівнює одному з наступних значень:

1) у випадку, якщо значення загасання у горизонтальній та вертикальній площині є рівними одне одному:

$$A_{RES} = A_H = A_V;$$

2) у випадку, якщо загасання у горизонтальній площині є більшим, ніж у вертикальній площині:

$$A_{resulting} = A_{vert} + (A_{hor} - A_{vert}) \times \text{Abs}(hda) / (\text{Abs}(hda) + \text{Abs}(vda));$$

$$A_{RES} = A_V + (A_H - A_V) \times \frac{\text{ABS}(\varphi_H)}{\text{ABS}(\varphi_H) + \text{ABS}(\varphi_V)};$$

3) у випадку, якщо загасання у вертикальній площині є більшим, ніж у горизонтальній площині:

$$A_{RES} = A_H + (A_V - A_H) \times \frac{\text{ABS}(\varphi_V)}{\text{ABS}(\varphi_H) + \text{ABS}(\varphi_V)}.$$

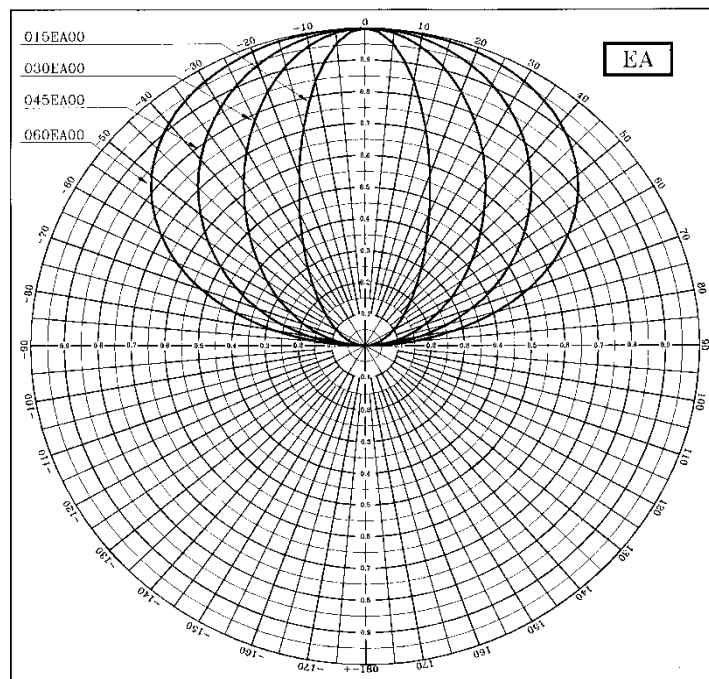


Рисунок Д.1 (а) – Діаграма спрямованості типу EA

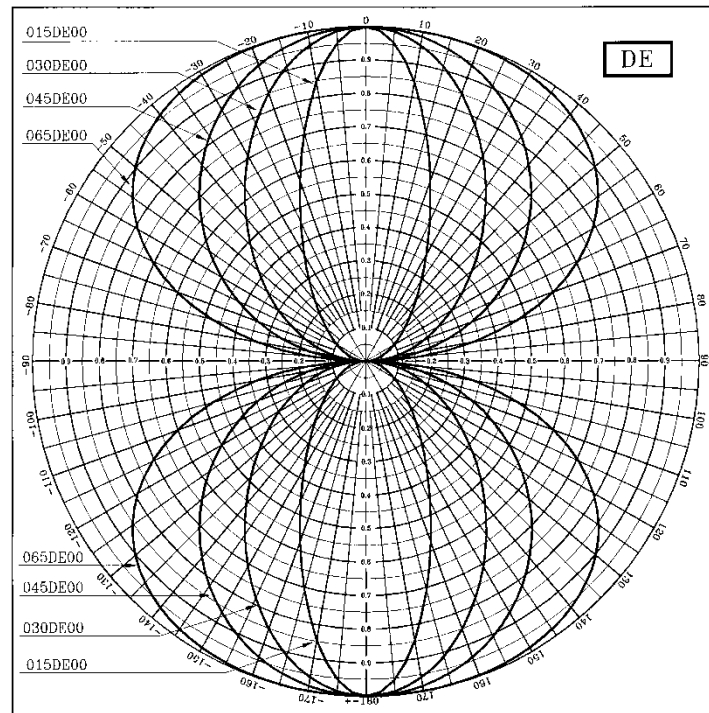


Рисунок Д.1 (б) – Діаграма спрямованості типу DE

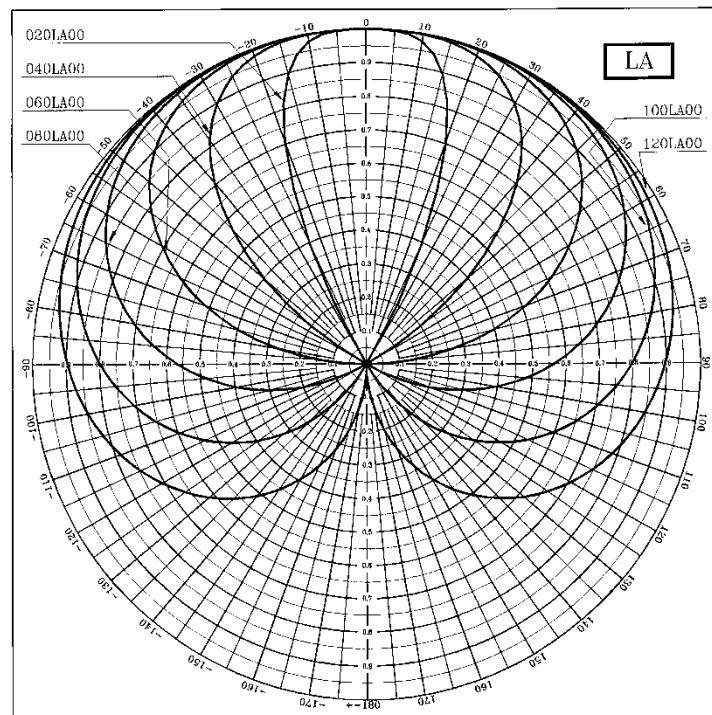


Рисунок Д.1 (в) – Діаграма спрямованості типу LA

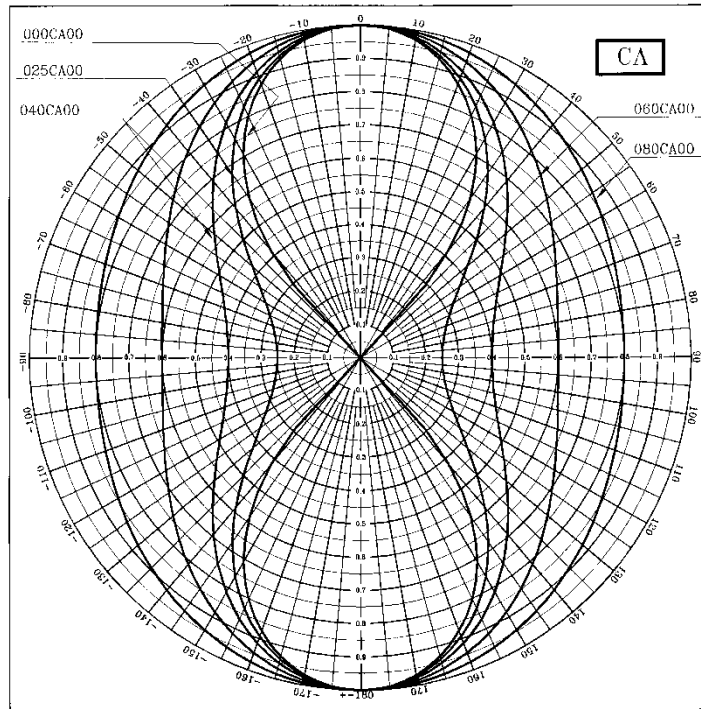
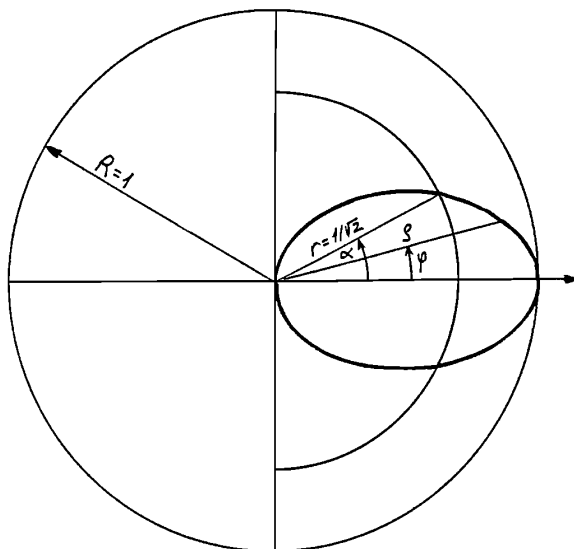


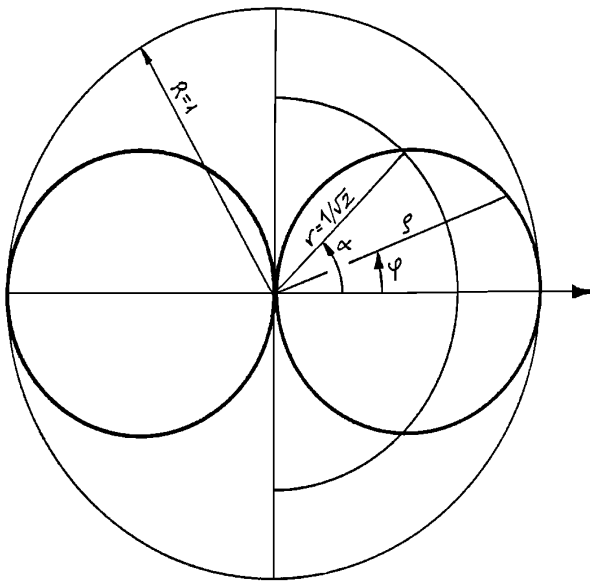
Рисунок Д.1 (г) – Діаграма спрямованості типу СА



$$\zeta = \frac{4b^2 \cos \varphi}{(4b^2 - 1) \cos^2 \varphi + 1}$$

$$b^2 = \frac{1}{2} * \frac{1 - \cos^2 \alpha}{1 - (\sqrt{2} \cos \alpha - 1)^2}$$

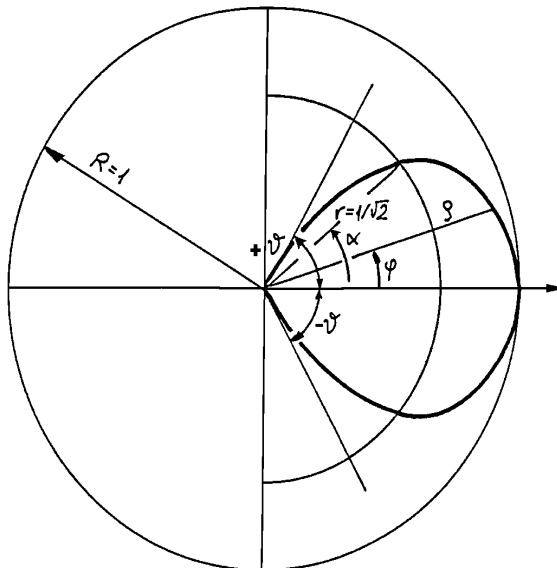
Рисунок Д.2 (а) – Аналітичний опис діаграми спрямованості типу ЕА



$$\zeta = Abs\left(\frac{4b^2 \cos \varphi}{(4b^2 - 1) \cos^2 \varphi + 1}\right)$$

$$b^2 = \frac{1 - \cos^2 \alpha}{2 - (2 \cos \alpha - \sqrt{2})^2}$$

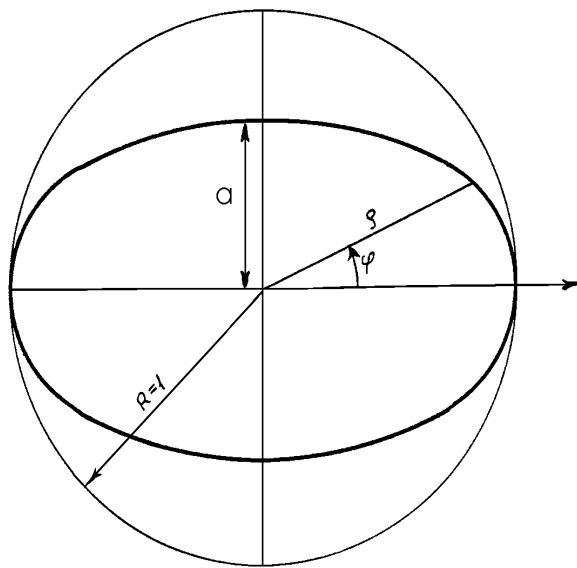
Рисунок Д.2 (б) – Аналітичний опис діаграми спрямованості типу DE (діапазон визначення: $0^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ$; $-180^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$)



$$\zeta = \cos\left(\left(1 - \cos\left(\frac{60}{a}\right) \cdot \varphi\right) \cdot 90\right)$$

$$\nu = \pm \frac{3a}{2}$$

Рисунок Д.2 (в) – Аналітичний опис діаграми спрямованості типу LA (діапазон визначення: $0 \leq a \leq 120^\circ$; $-1.5a \leq \varphi \leq 1.5a$)



$$s = \sqrt{\frac{(1-a^2)\cos(2\varphi) + \sqrt{(1-a^2)^2 \cos^2(2\varphi) + 4a^2}}{2}}$$

Рисунок Д.2 (г) – Аналітичний опис діаграми спрямованості
типу СА (діапазон визначення: $0 \leq a \leq 1$; $-180^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$)
