

УДК 623.68:327.84

Г.В. Трушков

ВПЛИВ АМПЛІТУДНОГО РОЗПОДІЛУ НА РОЗКРИВІ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНОСТІ АНТЕНИ

Військова академія, м. Одеса, lslvv@rambler.ru

Стаття присвячена дослідженню впливу амплітудного розподілу на розкритті на характеристики діаграми спрямованості антени СНР. Запропонована модель щодо проведення кількісних розрахунків.

Ключові слова: антена, амплітуда, розподіл, розкритті

Вступ. Необхідність проведення теоретичних досліджень з проблеми підвищення заводо захищеності станції наземної розвідки обумовлює актуальність порушеної у статті теми [1,2]. Мета дослідження орієнтована на визначення впливу зміни закону амплітудного розподілу на розкритті антени СНР на характеристики діаграми спрямованості. Задача дослідження полягала в тому, щоб вивчити характеристики діаграм, які можуть бути використані для корекції амплітудного розподілу електромагнітного випромінювання антени. Для цього проаналізовані наступні питання: 1) Що впливає на рівень бокових пелюстків випромінювання антени? 2) Як змінюється ширина діаграми спрямованості зі зміною рівня бокових пелюстків? 3) Чи впливає цей фактор на коефіцієнт використання поверхні? 4) Чи залежить зміна рівня бокових пелюстків та ширини діаграми спрямованості від закону зміни амплітудного розподілу на розкритті антени? Об'єкт дослідження – процес захисту станції наземної розвідки від завод та засобів самонаведення по електромагнітному випромінюванню. Предмет дослідження – вплив амплітудного розподілу на розкритті антени.

Виклад матеріалу. Врахуємо, що параболічний циліндр дзеркала антени СНР являє собою плоский синфазний розкритті, причому закон зміни амплітуди поля має такий вигляд, який зображений на рис. 1.

Аналітичне співвідношення для діаграми спрямованості без урахування направлених властивостей елементарного випромінювача може бути записане у вигляді [1]:

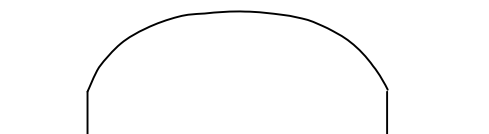


Рис. 1 Закон зміни амплітуди поля на розкритті антени СНР до модернізації

$$F(u) = \frac{\sin u}{u} + (1 - \Delta) \cdot \frac{d^2}{du^2} \left(\frac{\sin u}{u} \right); \quad (1)$$

$$\text{де} \quad u = \frac{\kappa \cdot A}{2} \sin \Theta; \quad (2)$$

де A – висота розкритті в площині кута місця; $\kappa = \frac{2\pi}{\lambda}$ – хвильове число.

Перепишемо вираз (2) у вигляді:

$$u = \frac{\pi \cdot A}{\lambda} \sin \Theta; \quad (3)$$

Підставивши співвідношення (3) у формулу (1) отримаємо:

$$F(\Theta) = \frac{\sin \left(\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta \right)}{\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta} + (1 - \Delta) \cdot \frac{d^2}{du^2} \left(\frac{\sin \left(\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta \right)}{\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta} \right); \quad (4)$$

Для того, щоб провести кількісний аналіз діаграми спрямованості за формулою (4) як функцію кута, проведемо наступні перетворення.

$$F(\Theta) = \frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta_{\text{рад}}\right)}{\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta_{\text{рад}}} + (1 - \Delta) \cdot \frac{d^2}{du^2} \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta_{\text{рад}}\right)}{\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin \Theta_{\text{рад}}} \right); \quad (5)$$

де $\Theta_{\text{рад}} = \frac{2 \cdot \pi}{360^{\circ}} \cdot \Theta^{\circ}; \quad (6)$

Формула (4) приймає вигляд:

$$F(\Theta) = \frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{360^{\circ}} \cdot \Theta^{\circ}\right)\right)}{\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{360^{\circ}} \cdot \Theta^{\circ}\right)} + (1 - \Delta) \times \frac{d^2}{du^2} \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{360^{\circ}} \cdot \Theta^{\circ}\right)\right)}{\frac{\pi \cdot A}{\lambda} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{360^{\circ}} \cdot \Theta^{\circ}\right)} \right) \quad (7)$$

На рис.2 наведений графік аналітичної функції (4) з урахуванням основних параметрів конкретної СНР, а саме: $\lambda = 0,8 \text{ см}$ $A = 54 \text{ см}$ $\Delta = 0,8$.

З рис. 2 видно, що ширина діаграми спрямованості на рівні половинної потужності дорівнює приблизно $0,8^{\circ}$, а положення першого нуля діаграми спрямованості відповідає величині кута у $0,89^{\circ}$, рівень же першого бокового пелюстка складає приблизно 14,15 дБ. Проведення порівняльного аналізу основних характеристик діаграми спрямованості антени СНР доводить, що припущення про наявність у антени СНР саме такого закону зміни амплітуди поля у синфазному розкритті (див. рис.2) є доцільним. За такого розкриття можна прийняти для коефіцієнту поверхні величину, яка дорівнює 0,994 [3]. Враховуючи це побудуємо діаграму спрямованості у площині кута місця в логоріфмічному масштабі $F_{\log}(\Theta) = 10 \log F(\Theta)$ (див. рис.3).

Розглянемо як змінюється вид діаграми спрямованості у площині кута місця із різними значеннями величини Δ . Так, при $\Delta = 0,5$ графік діаграми спрямованості у площині кута місця має вигляд, що зображений на рис.4.

Тенденція такої гауссоподібної залежності зберігається і для випадку, коли $\Delta = 0,2$, але зменшення параметру Δ свідчить про збільшення рівня бокових пелюстків діаграми спрямованості антени. Більше того, зі зменшенням рівня бокових пелюстків ширина діаграми спрямованості збільшуються, а коефіцієнт використання поверхні зменшується.

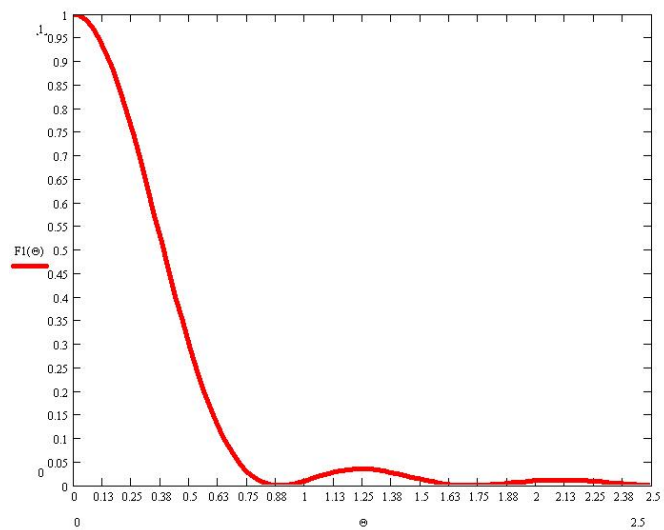


Рис. 2. Діаграма спрямованості СНР до модернізації

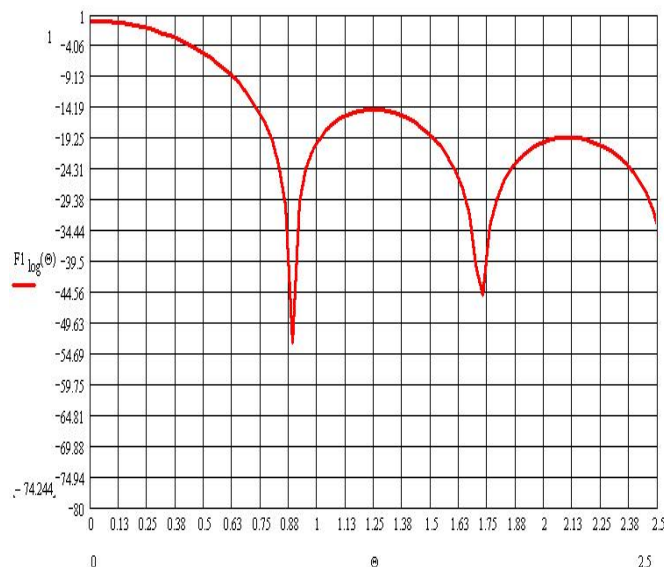
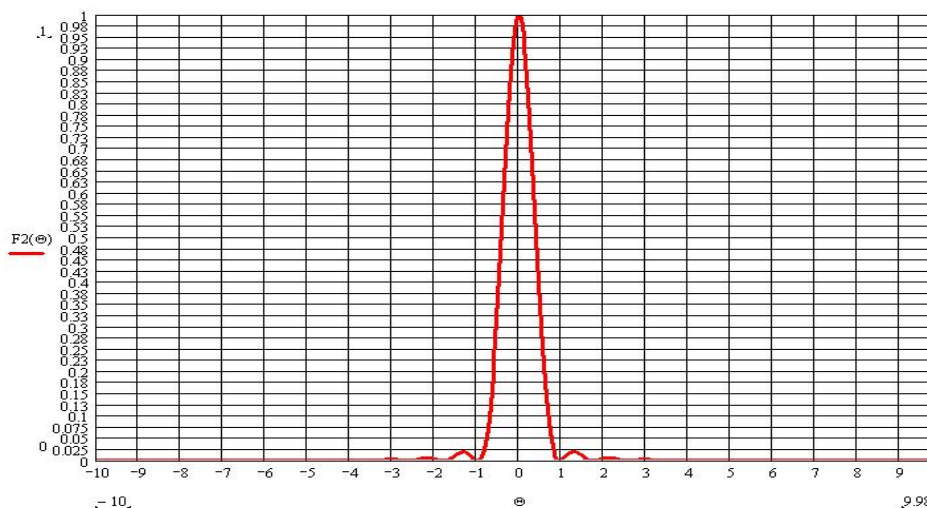


Рис. 3 Діаграма спрямованості у площині кута місця в логарифмічному масштабі антени СНР до модернізації

Рис. 4. Графік діаграми спрямованості антени при $\Delta = 0,5$

Для нормованої діаграми спрямованості зі зміною амплітуди поля на розкритті антени за трикутним законом [2] у площині кута місця в логарифмічному масштабі, графічна залежність може бути представлена у вигляді рис.5.

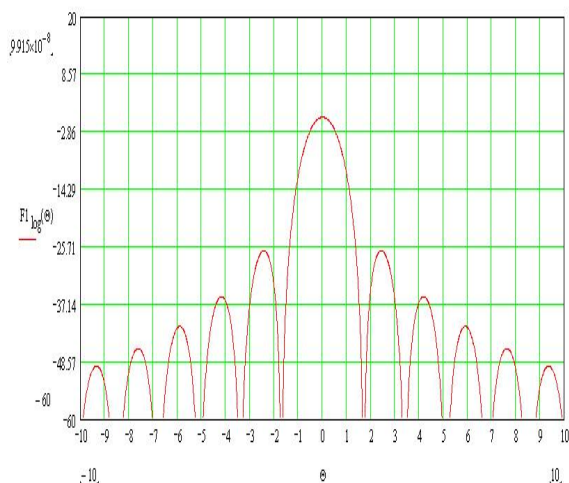


Рис. 5. Діаграма спрямованості у площині кута місця зі зміною амплітудного розподілу за трикутним законом в логарифмічному масштабі

З цієї графічної залежності випливає, що ширина діаграми спрямованості на рівні половинної потужності дорівнює приблизно $1,1^{\circ}$, а положення першого нуля діаграми спрямованості дорівнює $1,7^{\circ}$, рівень же першого бокового пелюстка відповідає 26,4 дБ, коефіцієнт же використання площини розкриття дорівнює 0,75. Порівняння залежностей з різними законами зміни амплітудного розподілу та аналіз діаграм спрямованості у площині кута місця в логарифмічному масштабі з різними законами зміни амплітудного розподілу доводять, що варіація закону зміни амплітуди поля, впливає на зміни у діаграмі спрямованості антени. Отже, зміна рівня бокових пелюстків та ширини діаграми спрямованості залежить від

закону зміни амплітудного розподілу на розкритті антени.

Висновки. Таким чином, виходячи з вищезазначеного, висновки роботи можна систематизувати у такий спосіб: а) зі збільшенням параметру Δ рівень бокових пелюстків зменшується; б) зі зменшенням рівня бокових пелюстків ширина діаграми спрямованості збільшуються, а коефіцієнт використання поверхні зменшується; в) зміна рівня бокових пелюстків та ширини діаграми спрямованості залежить від закону зміни амплітудного розподілу на розкритті антени

Список використаних джерел

1. Жук М.С., Молочков Ю.Б. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств.- М.: Энергия, 1993. - 439 с.
2. Трушков Г.В. Анализ зависимостей зміни характеристик діаграми спрямованості антени СНАР від зміни закону амплітудного розподілу на розкритті її антени. Збірник наукових праць Одеського інституту Сухопутних військ. - 2006. - Вип.12. – С. 121-127.
3. Ширман Я.Д. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Справочник.- М.: ЗАО МАКВИС, 1998.-828 с.