

ЕКСПРЕС-ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕФЕКТИВНОЇ ПОВЕРХНІ РОЗСІЮВАННЯ АНТЕННИХ СИСТЕМ НА ПАРАМЕТРИ РОБОТИ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Оснащення сучасних рухомих сухопутних, морських і повітряних об'єктів засобами зв'язку, навігації, радіолокації і дистанційного управління призводить до збільшення їх радіолокаційної помітності через великий внесок антен радіосистем в ефективну поверхню розсіювання (ЕПР) об'єктів. Результати теоретичних і експериментальних досліджень доводять, що найбільші ЕПР мають гостронаправлені апертурні антени і фазовані антенні решітки (ФАР). Так, максимальні значення ЕПР параболічних, лінзових антен і багатоелементних ФАР у напрямку розкриття можуть досягати декількох сотень квадратних метрів і більше. У цьому випадку виникає проблема узгодження суперечливих вимог – поліпшення технічних характеристик антен при одночасному зменшенні їх радіолокаційної помітності. Усі перераховані вище причини свідчать про підвищення актуальності досліджень в області оцінки впливу характеристик розсіювання антен і ФАР на радіопомітність об'єктів ОВТ і показники якості функціонування РЕЗ.

У доповіді надано огляд сучасної оцінки характеристик розсіювання широкого класу апертурних антен і ФАР по матеріалам відкритих джерел. Відмічено, що найбільш точними лишаються методи знаходження ЕПР антен і ФАР, що базуються на застосуванні експериментальних установок.

У результаті досліджень було проведено вдосконалення експериментального методу вимірювання ЕПР антен, який ґрунтується на методах заміщення. Відомі математичні моделі було перевірено відомими методами вимірювань. У таблиці 1 наведено результати таких вимірювань.

Таблиця 1

Аналітичні співвідношення	Автори Математична модель	Похибка моделі, дБ для антен		
		рупорна	дзеркальна	лінзова
$\sigma_s = \frac{4\pi S_{ef}^2}{\lambda^2} = S_{ef} G_A = \frac{G_A^2 \lambda^2}{4\pi}$	Вакин С.А. Шустов Л.Н.	0...2,5	0...3,5	1,5...4,5
$\sigma_A = \frac{4\pi S_{ef}^2}{\lambda^2} \left \frac{K_{cmU} - 1}{K_{cmU} + 1} \right ^2 v_A \cos\theta_m$	Воскресенский Д.И., Пономарев Л.И.	0...2,0	0...3,0	0...4,5
$\sigma_s = S_f G_A = \frac{4\pi^3 (h^2 + d^2)^2}{\lambda^2}$	Григорянц В.Г.	-	0...4,0	-
$\sigma_\Sigma = \frac{4\pi S_{ef}^2}{\lambda^2} \left(1 + \left \frac{K_{cmU} - 1}{K_{cmU} + 1} \right ^2 e^{2ikl_e} \right)$	Гладишев А.К. Иванкин В.Г. Паничев С.Н.	0...2,0	0...2,5	0...3

Як результат досліджень, у продовженні таблиці 1 наведено, що із застосуванням удосконаленого методу вимірювань, що запатентовано авторами доповіді, було отримано результати зі зменшеною похибкою вимірювань відомої математичної моделі.

Продовження таблиці 1

$\sigma_\Sigma = \sigma_s + \sigma_A e^{2ikl_e} = \frac{4\pi S_{ef}^2}{\lambda^2} \left(1 + \left \frac{K_{cmU} - 1}{K_{cmU} + 1} \right ^2 e^{2ikl_e} \right)$	Автори Метод вимірювань Сидорчук О.Л. Манойлов В.П.	0...1,0	0...1,0	0...2
---	--	---------	---------	-------

На рис. 1 наведено графіки залежності ЕПР рупорної антени від КСХН і коефіцієнта підсилення, що підтверджує вплив умов узгодження у колі навантаження і підсилення антени G_A на результуючу величину ЕПР. За даних вимірювань похибка становила приблизно 0,75 %.

Вимірювання ЕПР антени виконувалось при її підключенні до узгодженого навантаження, закороченому виході і розімкненому фідері за умови вертикальної поляризації електромагнітного поля. Експериментальні результати підтверджують можливість застосування даного методу для експрес-аналізу характеристик розсіювання рупорних антен.

У табл. 2 наведено результати вимірювання ЕПР рупорних антен на довжині хвилі 3,2 м. Відносно невеликі зміни ЕПР антени (табл. 2) при розімкненому й узгодженому навантаженнях свідчать про значний внесок відбитого сигналу від апертури антени у її сумарну ЕПР.

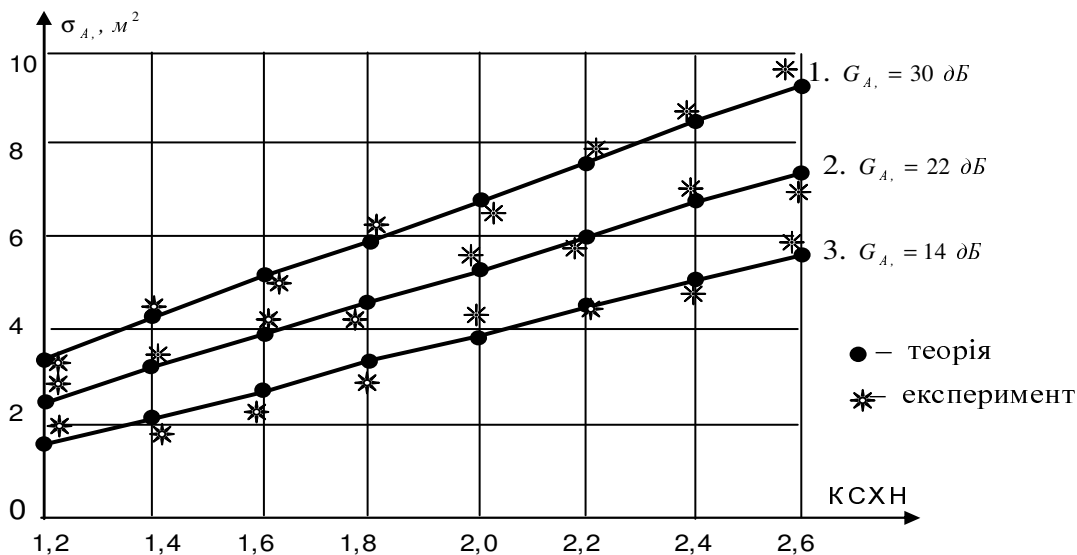


Рис. 3. Залежність ЕПР рупорної антени від КСХН і коефіцієнта посилення (розміри рупора 1 – 0,03x0,016 м²; 2 – 0,048x0,024 м²; 3 – 0,62x0,4 м²)

Таблиця 2

Розміри рупорної антени	Зміряні значення ЕПР, м ² при		
	узгодженому навантаженні	закороченому виході	розімкненому фідері
1) 0,03x0,016 м ²	5,8	6,2	4,9
2) 0,048x0,024 м ²	6,2	6,8	5,5
3) 0,62x0,4 м ²	7,4	8,2	6,9

Аналіз отриманих даним методом експериментальних результатів дозволяє оцінити ефективність різних конструктивних заходів, що призводять до зниження помітності антен у радіолокаційному діапазоні довжин хвиль. Розробник антени може обирати такі шляхи зниження ЕПР:

- покращувати узгодження у колі навантаження;
- оптимізувати коефіцієнт підсилення за критерієм «ефективність – помітність»;
- конструювати малопомітні елементи конструкції антени.

Експериментальні дослідження підтверджують, що найбільш ефективними заходами із зниження помітності вузьконаправлених апертурних антен, наприклад рупорних, в області розкриття є зменшення КСХН або коефіцієнта підсилення. Це впливає з того, що в області головної пелюстки ДС антени антенна складова розсіювання максимальна.

Запропонований удосконалений метод визначення характеристик розсіювання рупорних антен включає вдосконалену структурну схему вимірювання та алгоритм проведення досліджень, що дозволяє отримувати початкові дані для експрес-оцінювання впливу ЕПР антенних систем на параметри ефективності радіоелектронних засобів (РЕЗ).

Із наведених результатів випливає, що основні напрямки вдосконалення антенних систем РЕЗ, з погляду покращення їх енергоємності, пов'язані з конструюванням слабовідбиваючих антен і ФАР, покращенням узгодження у колах навантаження антен, оптимізацією відношення ефективної площі до ЕПР.

МАНОЙЛОВ В'ячеслав Пилипович – доктор технічних наук, професор завідувач кафедри Житомирського державного технологічного університету

Наукові інтереси:
– Радіотехнічні антенні системи.

СИДОРЧУК Ольга Леонідівна – науковий співробітник науково-дослідної лабораторії наукового центру Житомирського військового інституту імені С.П.Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:
– Радіотехнічні антенні системи телефон: (067) 225-28-66