

СЕРТИФІКАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ РАДІОЛОКАТОРІВ ЗА
ПОКАЗНИКАМИ ПРИЗНАЧЕННЯ

Карлик Р. О., магістрант, Зінченко М. В., к.т.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Технологія нелінійної радіолокації в сфері технічного захисту інформації призначена для виявлення, локалізації та ідентифікації радіоелектронних закладних пристроїв несанкціонованого знімання інформації (ЗП).

Типовий метод нелінійної радіолокації включає прийом сигналів відгуку від ЗП на другій і третій гармоніках зондуючого сигналу, обробку та індикацію їх рівнів для розпізнавання ЗП оператором. Радіолокаційні цілі, які містять напівпровідникові компоненти, на другій гармоніці випромінюють на 20-30 дБ більш високий рівень сигналу у порівнянні з рівнем третьої гармоніки. Для розсіювачів контактного типу (структур «метал-окисел-метал»), як правило, виконується зворотне співвідношення [1].

При сертифікації нелінійних радіолокаторів (НР) раціональними є їх випробування за показниками призначення методом порівняння. Наявність взаємних зв'язків між показниками призначення НР в значній мірі полегшує і спрощує проведення випробувань нелінійних радіолокаторів. Суть методу порівняння полягає в тому, що один з типів НР приймають за «еталон», по відношенню до якого проводять порівняння за показниками призначення решти нелінійних радіолокаторів [2, 3].

Таким чином, для сертифікації нелінійних радіолокаторів необхідно є оцінка показників призначення за вибіркою різних типів НР. Методики визначення показників призначення (дальність дії, роздільна здатність, вибірковість тощо) показані у документі технічного захисту інформації НД ТЗІ 1.4.–002–08 «Радіолокатори нелінійні. Класифікація. Рекомендовані методи та засоби випробувань».

Як приклад, виконаємо оцінку максимальної відстані виявлення нелінійних розсіювачів.

Рівняння для добутку відстаней між передавачем НР та НРс R_1 і приймачем НР та розсіювачем R_2 , при яких здійснюється надійний прийом нелінійним радіолокатором сигналу відгуку на k -й гармоніці має вид

$$R_1 \cdot R_2 = \sqrt{\frac{P_T \cdot G_T \cdot G_{ПР} \cdot W \cdot R_{\Sigma k} \cdot \lambda^4}{64 \cdot \pi^5 \cdot k^2 \cdot P_{ПР_k} \cdot (R_{\Sigma k} + Z_{Дк})^2}} \quad (1)$$

де P_T , G_T – потужність передавача НР і коефіцієнт спрямованої дії його антени; $G_{ПР}$ – коефіцієнт спрямованої дії прийомної антени НР на k -й гармоніці; $W = 120\pi$ – хвильовий опір вільного простору; $P_{ПР_k}$ – потужність сигналу на виході прийомної антени НР за умови ідеального її узгодження

з приймачем на k – й гармоніці; $Z_{Дк}$ – сумарний опір нелінійних елементів НРс за k -ю гармонікою струму, що протікає через них; $R_{\Sigma k}$ – опір випромінювання НРс на k -й гармоніці.

Розрахунок за (1) передбачає використання у якості НРс єдиного імітатора ЗП. Розглянемо широкосмуговий імітатор закладного пристрою, в якості антенної структури якого є двозаходова плоска спіральна антена (ПСА) з нелінійним навантаженням, розрахована на діапазон частот (0,8...3) ГГц. ПСА з радіусом 26 мм, виконана з фольгованого текстоліту і навантажена на діод типу КД-522А в точках А і В показана на рис. 1.

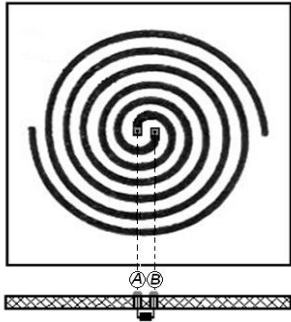


Рисунок 1. Імітатор НРс на базі плоскої двозаходової спіральної антени

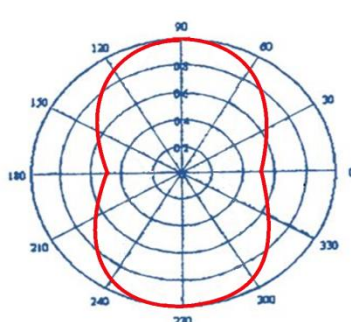


Рисунок 2. ДС ПСА, розрахована для частоти 1 ГГц

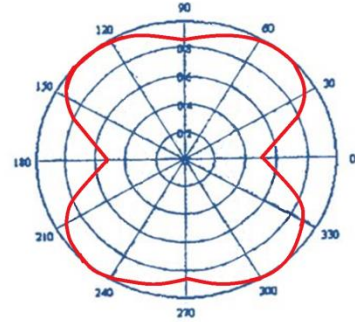


Рисунок 3. ДС ПСА, розрахована для частоти 2 ГГц

Геометричні параметри випромінюючої структури: кількість входів — 2; початковий радіус (22...26) мм; кількість витків 2...3. У смузі частот (0,8...3) ГГц діаграма спрямованості (ДС) зазнає змін (рис. 2, 3). Коефіцієнт спрямованої дії (КСД) на частоті 1 ГГц становить (6,5...2,5) дБ за ширини головної пелюстки ДС ($90^\circ \dots 120^\circ$). КСД на частоті 2 ГГц становить (2,0...0,5) дБ за ширини головної пелюстки ДС ($120^\circ \dots 160^\circ$). На частотах понад 2 ГГц спостерігається зниження КСД, обумовлене розширенням головної пелюстки ДС і зростанням ширини випромінювання.

У табл. 1, для п'яти різних типів серійних НР: y_1 – «ОНЕГА 3»; y_2 – «NR 900М»; y_3 – «NR 900Е»; y_4 – «РОДНИК 23»; y_5 – «ЦИКЛОН М1А», приведені результати натурних вимірів та розрахунків за (1) при $R_1 = R_2 = R$ максимальної відстані виявлення імітатора НРс на базі двозаходової ПСА з узгодженим у навантаженні діодом КД522А.

Таблиця 1

Досліджуваний пристрій – імітатор на базі ПСА	Максимальна відстань виявлення ЗП, м					Середнє значення
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	
Розраховане значення	1,91	2,17	2,08	1,86	2,24	2,05
Вимірне значення	1,69	1,79	1,78	1,64	1,98	1,77

Розбіжність отриманих результатів шляхом розрахунків та натурального експерименту можна пояснити впливом для розрахованих значень похибкою непрямих вимірювань δ_1 , а для експериментально отриманих значень:

похибкою δ_2 , обумовленою невисоким рівнем відношення сигнал/шум на вході приймачів НР (енергетична похибка); похибкою δ_3 , через недосконалість екранування приймачів НР від зовнішніх і внутрішніх завад (похибка недостатнього екранування); похибкою δ_4 впливу перевідбиттів від землі та навколишніх предметів (похибка перевідбиттів).

Таким чином, для максимальної відстані виявлення імітатора ЗП розраховане середнє значення за непрямими вимірами становитиме $2,05 \pm 0,20$ м, а експериментально отримане відповідно – $1,77 \pm 0,35$ м.

Перелік посилань

1. Хорошко В.А. Методы и средства защиты информации / В.А. Хорошко, А.А. Чекатков – К. : «Юниор», 2003. – 504с.
2. Калабухов В. А. Нелинейная радиолокация: принципы сравнения / В. А. Калабухов, Д. В. Ткачев // Специальная техника.– 2001.– № 2. – С. 28.
3. Вернигоров Н. С. К вопросу о принципе сравнения в нелинейной радиолокации / Н. С. Вернигоров, Т. В. Кузнецов // ИНФОРМОСТ Радиоэлектроника и Телекоммуникации. – 2002. – № 3(21). – С. 7–14.

Анотація

Запропоновано для сертифікації нелінійних радіолокаторів (НР) випробування за показниками призначення методом порівняння. Показано, що оцінку показників призначення необхідно проводити за вибіркою різних типів НР. Для сертифікації НР в якості єдиного імітатора закладного пристрою доцільно використати двозаходову плоску спіральну антену з узгодженим нелінійним навантаженням,

Ключові слова: Нелінійна радіолокація, імітатор закладного пристрою, широкопосмугова антена.

Аннотация

Предложено для сертификации нелинейных радиолокаторов (НР) испытания по показателям назначения методом сравнения. Показано, что оценку показателей назначения необходимо проводить по выборке разных типов НР. Для сертификации НР в качестве единичного имитатора закладного устройства рационально использовать двузаходовую спиральную антенну с согласованным сопротивлением.

Ключевые слова: Нелинейная радиолокация, имитатор закладного устройства, широкополосная антенна.

Abstract

It is offered tests on indices of assignment by a comparing method for nonlinear radars (NR) certification. It is shown that the assessment of indices of assignment needs to be carried out on selection of the NR different types. For certification of NR as the uniform simulator of the mortgage device rationally to use the two-armed spiral antenna with the coordinated resistance.

Keywords: Nonlinear radar, simulator laying devices, broadband antenna.