

ВИБІР КОНСТРУКЦІЙ НЕЛІНІЙНИХ РОЗСПОВАЧІВ В ЯКОСТІ ФІЗИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАКЛАДНИХ ПРИСТРОЇВ

Галицький О. П.; Зінченко М. В., к.т.н.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

У сфері технічного захисту інформації фізичні моделі (ФЗМ) закладних пристроїв (ЗП) необхідні для дослідження картин розсіювання сигналів відгуку (СВ) під час зондування, наприклад, нелінійними радіолокаторами (НР). Відомо, що ЗП можуть перебувати в активованому (функціонуючому) та пасивному (у режимі очікування) станах. Перевагами використання ФЗМ в експериментальних дослідженнях є висока відтворюваність

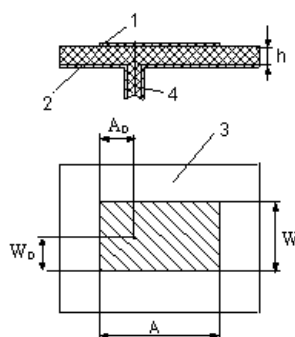


Рисунок 1. Плоска двовимірна мікросмужкова антена: 1 – випромінювач, 2 – екран, 3 – діелектрик, 4 – збуджувач

параметрів тестової вибірки зразків, підвищення адекватності результатів, якісний аналіз вторинних чинників, що впливають на процеси розсіювання СВ, створення передумов для пошуку нових шляхів поліпшення технічних засобів виявлення ЗП [1].

Розглянемо на рис. 1 прямокутну мікросмужкову антену (МСА), збуджувану коаксіальним кабелем [2]. На рис. 2 наведена блок-схема стенду для дослідження залежності коефіцієнта стоячої хвилі (КСХ) від частоти макета прямокутної МСА (діелектрик — ФЛАН, $\varepsilon=7,24$, $h=2$ мм, $A=0,055$ м, $W=0,055$ м, $A_0=0,021$ м, $W_0=0,028$ м). Результати дослідження представлені на рис. 3.

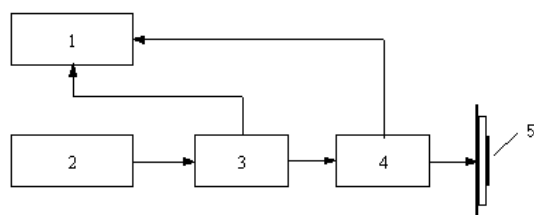


Рисунок 2. Стенд виміру КСХ: 1 – вимірювач Daiwa CN 801S SWR; 2 – генератор частоти (до 4 ГГц); 3, 4 – спрямовані відгалужувачі; 5 – досліджувана антена

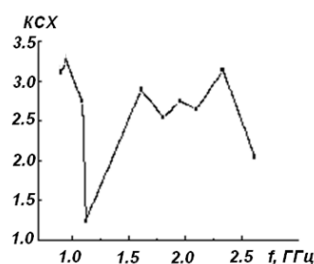


Рисунок 3. Залежність коефіцієнта стоячої хвилі від частоти

На базі вищезазначеної прямокутної МСА створено ФЗМ, що є еквівалентом ЗП у пасивному стані. Конструкція цієї ФЗМ представлена на рис. 4, зазначимо, що прямокутна МСА навантажена на діод типу КД-522А.

Для еквівалента ЗП в активованому стані розглянемо протифазну спі-

ральну антену, яка є частотно-незалежною як за вхідним імпедансом, так і за характеристикою направленості, за умови, що її робоча частота перевищуватиме частоту зондуєчого сигналу [3]. Частота зондування багатьох НР лежить в межах від 600 до 900 МГц, а значить параметри ФЗМ закладного пристрою згідно рис. 5 наступні: діелектрик — ФЛАН, $\epsilon=7,24$, $h=2$ мм, зовнішній діаметр — 0,1 м, товщина смужки — 5 мм, крок — 5 мм, діод типу КД-522А підключений в точках А і В.

Для зазначених ФЗМ проведені експериментальні дослідження на заводостійкість з використанням НР типу “NR-μ”, антени якого мають кругову поляризацію, максимальна потужність сигналу зондування 0,5 Вт на частоті 848 МГц, чутливість приймачів не перевищує -140 дБ/Вт.

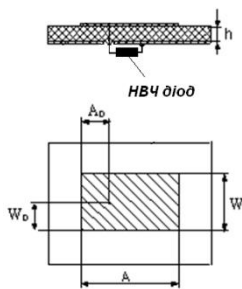


Рисунок 4. ФЗМ закладного пристрою у пасивному стані

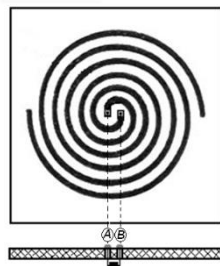


Рисунок 5. ФЗМ закладного пристрою у активному стані

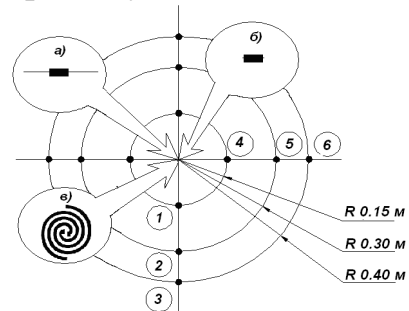


Рисунок 6. Схема експерименту: а) ФЗМ на базі симетричного вібратора, б) ФЗМ на базі прямокутної МСА, в) ФЗМ на базі двозаходової спіральної антени

Дослідження проводяться за схемою на рис. 6 в умовах лабораторного приміщення з поглинаючими НВЧ випромінювання екранами та розсіювачами типу «метал-окисел-метал» (для заводового СВ). В якості третьої ФЗМ використовується типовий імітатор ЗП для НР — симетричний вібратор з нелінійним навантаженням (довжина пліч — 0,05 м, діаметр — 1 мм). Результати дослідження у вигляді гістограм співвідношень рівнів другої та третьої гармонік в дБ представлені на рис. 7–9.

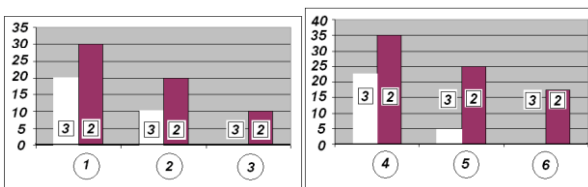


Рисунок 7. Рівні гармонік від ФЗМ на базі двозаходової спіральної антени, дБ, при AR=-10 дБ, BR=-30 дБ

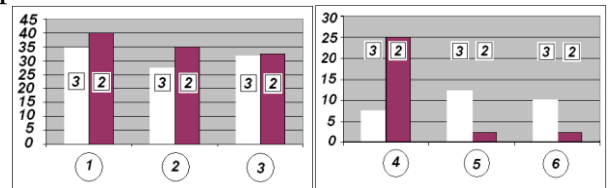


Рисунок 8. Рівні гармонік від ФЗМ на базі прямокутної МСА, дБ, при AR=0 дБ, BR=0 дБ

На цих рисунках AR — рівень послаблення зондуєчого сигналу НР, BR — чутливість приймачів другої і третьої гармонік НР.

Чітка ідентифікація розсіювача (рівень 2-ї гармоніки значно перевищує рівень 3-ї) притаманна ФЗМ на базі спіральної антени, що відповідає ЗП у активному стані. Не явна ідентифікація спостерігається для ФЗМ на базі прямокутної МСА, що характерно для ЗП у пасивному стані. Хибна

ідентифікація розсіювача має місце для ФЗМ на базі симетричного вібратора (рівень 3-ї гармоніки суттєво перевищує рівень 2-ї), що пояснюється «домінуючим» розсіюванням від структур «метал-окисел-метал».

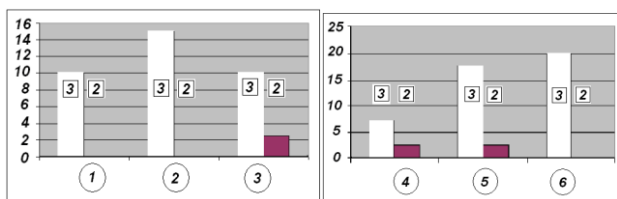


Рисунок 9. Рівні гармонік від ФЗМ на базі симетричного вібратора, дБ, при $AR = -5$ дБ, $BR = 0$ дБ

Отже, представлені фізичні моделі розсіювачів дозволяють здійснити адекватне дослідження картини розсіювання сигналу відгуку типових закладних пристроїв, що перебувають в активованому та пасивному станах. Їх використання сприятиме знаходженню більш ефективних методів пошуку радіоелектронних пристроїв у сфері технічного захисту інформації.

Перелік посилань

1. Зінченко М. В. Імітатор закладного пристрою для нелінійного радіолокатора / М. В. Зінченко, Ю. Ф. Зіньковський // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. Науково-технічний збірник. НТУУ «КПІ». – 2008. – Вип. 1 (16). – С. 104–107.
2. Панченко Б. А. Микрополосковые антенны / Б. А. Панченко, Е. И. Нефёдов. – М. : Радио и связь, 1986. – 126 с.
3. Юрцев О. А. Спиральные антенны / О. А. Юрцев, А. В. Рунов, А. Н. Казарин. – М. : Сов. радио, 1974. – 224 с.

Анотація

Представлені фізичні моделі нелінійних розсіювачів, які дозволяють здійснити адекватне дослідження картини розсіювання сигналу відгуку типових закладних пристроїв, що можуть перебувати в активованому та пасивному станах. Розглянуто особливості застосування цих моделей в умовах існуючих завад.

Ключові слова: захист інформації, закладні пристрої, нелінійна радіолокація.

Аннотация

Представлены физические модели нелинейных рассеивателей, позволяющие провести адекватные исследования картины рассеивания сигнала отклика типичных закладных устройств, находящихся в активированном и пассивном состояниях. Рассмотрены особенности использования этих моделей в условиях существующих помех.

Ключевые слова: защита информации, закладные устройства, нелинейная локация.

Abstract

The physical models of non-linear scatterers which allow to conduct adequate researches of response signal dispersion pattern of the typical secret intelligence devices which are in the activated and passive statuses are provided. Features of these models usage in the conditions of the existing noises are considered.

Keywords: information security, mortgage devices, non-linear radiolocation.