

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ В ЗАДАЧАХ ПОШУКУ ПРИСТРОЇВ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ЗНІМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Загута Є.А., к.т.н., доц. Горелов Д.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

кафедра КРiCTЗi, м. Харків, Україна

e-mail: yevhenii.zahuta@nure.ua

**Abstract.** The purpose of thesis is theoretical study of the structure of the response of a nonlinear diffuser under the action of random RF signal of a nonlinear radar to ensure the effective identification of the latter.

Однією з найскладніших задач у галузі технічного захисту інформації є пошук закладних пристроїв, які не використовують радіоканал для передачі інформації, а також радіозакладок, що перебувають у неактивованому стані. Такі традиційні засоби виявлення, як панорамні радіоприймачі, аналізатори спектру або детектори поля, у цьому випадку виявляються неефективними. Нелінійний радіолокатор дозволяє визначити наявність, стан та природу об'єктів за рахунок використання явищ нелінійного відбиття (розсіювання) радіохвиль цими об'єктами. Серед реальних об'єктів нелінійні властивості найсильніше виражені у напівпровідникових переходів та контактів метал-оксид-метал (МОМ), що виникають в результаті корозії, апроксимуються багаточленом третього ступеня.

Схема математичного експерименту: передавач локатора випромінює випадковий сигнал  $x(t)$  з заданими характеристиками (гаусова випадкова величина з математичним сподіванням  $m = 0.5$  та СКВ  $\sigma = 1.67$ , об'єм значень випадкової величини складає 2000). Випромінений сигнал впливає на нелінійний елемент, перевипромінюється і приймається антеною приймача локатора, причому характеристики сигналу перетворюються у відповідності до вольт-амперної характеристикою нелінійного елемента. У якості нелінійних елементів розглядалися напівпровідниковий діод з квадратичною вольт амперною характеристикою (ВАХ), структура МОМ з кубічною характеристикою та тунельний діод з поліноміальною ВАХ. У якості моделі миттєвих значень шумового сигналу було використано випадкову величину з рівномірною густиною ймовірності в діапазоні  $[0; 1]$ , об'єм значень випадкової величини складав 2000. Моделювання складалось зі 100 чисельних експериментів.

Дія випадкового процесу на нелінійне коло призводить до зміни форми його густини ймовірності, тому в першому дослідженні порівнювались коефіцієнти асиметрії та ексцесу. Оскільки кожен експеримент було проведено 100 раз, то були побудовані гістограми

моментів випадкового процесу. Аналіз гістограм коефіцієнту асиметрії та коефіцієнту ексцесу дозволяє виробити наступне вирішальне правило:

$\begin{cases} As(z(t)) \leq 0.5 \\ Es(z(t)) \leq 0.3 \end{cases}$	Нелінійності немає	Ймовірність пропуску нелінійного елемента 0%
$\begin{cases} 0.5 \leq As(z(t)) \leq 1.2 \\ 0.3 \leq Es(z(t)) \leq 2.1 \end{cases}$	Присутня нелінійність типу напівпровідниковий діод	Ймовірність виявлення нелінійного елемента 100%; ймовірність пропуску нелінійного елемента 0%; ймовірність хибної тривоги, тобто реєстрація МОМ структури 5%; ймовірність хибної класифікації, тобто пропуск тунельного діода 6%
$\begin{cases} As(z(t)) \geq 1.2 \\ 2.1 \leq Es(z(t)) \leq 10 \end{cases}$	Присутня нелінійність типу «метал-окисел-метал»	Ймовірність виявлення нелінійного елемента 100%; ймовірність пропуску нелінійного елемента 0%; ймовірність пропуску цілі, тобто пропуск напівпровідникового діода 0%; ймовірність пропуску цілі, тобто пропуск тунельного діода 38%
$\begin{cases} As(z(t)) \text{ будь-який} \\ Es(z(t)) \geq 10 \end{cases}$	Присутня нелінійність типу тунельний діод	Ймовірність виявлення нелінійного елемента 100%; ймовірність пропуску нелінійного елемента 0%; ймовірність хибної тривоги, тобто реєстрація МОМ структури 3%; ймовірність хибної класифікації, тобто пропуск напівпровідникового діода 0%

Дія випадкового процесу на нелінійне коло призводить до зміни форми його спектральної густини середньої потужності, тому в другому дослідженні порівнювались спектрально-кореляційні властивості відбитих сигналів. Аналіз гістограм коефіцієнтів кореляції Пірсона зондувального сигналу з сигналом, відбитим від лінійного об'єкту, напівпровідникового діода, МОМ-структури та тунельного діода дозволяє виробити наступне вирішальне правило:

- якщо  $R(s(t), z(t)) \geq 0.97 \Rightarrow$  нелінійність відсутня,
- якщо  $0.93 \leq R(s(t), z(t)) \leq 0.97 \Rightarrow$  напівпровідниковий діод,
- якщо  $0.85 \leq R(s(t), z(t)) \leq 0.93 \Rightarrow$  МОМ – структура,
- якщо  $R(s(t), z(t)) \leq 0.4 \Rightarrow$  тунельний діод.

Аналіз гістограм нормованої ефективної ширини спектру відбитих сигналів дозволяє виробити наступне вирішальне правило:

- якщо  $\Delta F(z(t)) \leq 1.1 \Rightarrow$  нелінійність відсутня,
- якщо  $\Delta F(z(t)) \geq 1.4 \Rightarrow$  МОМ – структура,
- якщо  $1.1 \leq \Delta F(z(t)) \leq 1.4$   
 $\Rightarrow$  напівпровідниковий або тунельний діод