

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЯДЕР ВОЛЬТЕРРА МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

В.С. Бреславець, проф. В.О. Кравець, к.т.н. О.А. Серков

Запропонована узагальнена математична модель пристрою захисту.

Дія електромагнітних перешкоджень має комплексний характер, при якому практично неможливо розподілити вплив різноманітних складових. Тому доцільно узагальнену математичну модель пристрою захисту виконувати у вигляді функціонального ряду Вольтерра [1]. При цьому задача визначення параметрів моделі перетворюється на задачу пошуку ядер Вольтерра за результатами виміру сигналів на вході $x(t)$ та виході $y(t)$ пристрою захисту.

Загальна схема проведення експерименту, яка включає побудову лінійної та нелінійної моделі пристрою захисту, наведена на рис. 1.

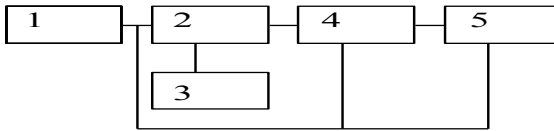


Рис.1. Схема проведення експерименту

До свого складу вона включає генератор імпульсів 1, що дає змогу видавати тестуючі імпульси у діапазоні від **0.02** до **2.0 В**, тривалістю **500 мкс** на рівні **0.1** максимального значення (**0.1U_m**). Керуєма штучна лінія затримки 2, яка завдяки керуючому пристрою 3 здійснює затримку імпульсного сигналу у діапазоні від **0** до **10 мс**, під'єднана до входу пристрою захисту 4. З виходу цього пристрою тестуючий імпульс подається до вимірювального комплексу 5, виконаного на базі стробоскопічного обчислювального осцилографу С7-16.

Лінійна модель пристрою захисту визначалася у вигляді полінома Вольтерра першого порядку, а нелінійна - у вигляді полінома Вольтерра другого порядку, причому для розкладу по базису Фур'є використовуються три перші функції Лагерра [1]. Таким чином, лінійна модель пристрою захисту визначалась співвідношенням

$$y(t) = \sum_{i=1}^3 \beta_i z_i(t), \quad (1)$$

а нелінійна - співвідношенням

$$y(t) = \sum_{i=1}^3 \beta_i z_i(t) + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} z_i z_j, \quad (2)$$

де β_i - коефіцієнти Фур'є; $z_i(t) = \int_0^t \varphi_i(\tau) x(t-\tau) d\tau$; $\varphi_i(\tau)$ - функція Лагерра.

Визначення коефіцієнтів розкладу Фур'є ядер першого порядку (β_i) здійснювалося за результатами трьох експериментів, а тестування відбувалось імпульсами генератора 1, часова тривалість якого на рівні **0.5** максимального значення (**$0.5U_m$**) дорівнювала **250 мкС**, причому діапазон зміни амплітуди становив **0.02 – 2.0 В**. Число відрахунків дорівнювало 10. Крок інтегрування **$\Delta t = 200$ мкС**, а час інтегрування **$T = 10 \Delta t$** . Значення коефіцієнтів лінійної моделі визначені з використанням процедури SVD [2]. Результати моделювання наведені у табл. 1. Модель пристрою захисту була побудована для першого експерименту, а сигнали другого та третього експериментів були використані як тестуючі. Вихідні сигнали першого експерименту порівнювалися з виходами другого та третього експериментів. Похибка цих сигналів з лінійної зони не перевищувала 16%. Графік отриманого ядра Вольтерра першого порядку наведений на рис. 2.

Таблиця 1

Результати моделювання для трьох експериментів

Номер експерименту	$U_{вх}, В$	$U_{вих}, В$	Коефіцієнти лінійної моделі			Відносна похибка моделювання, %
			β_1	β_2	β_3	
1	0,75	0,7	1,428	-2,259	3,747	4,0
2	1,0	0,75	1,23	-2,49	3,89	9,0
3	1,0	0,8	1,006	-1,927	3,096	7,0

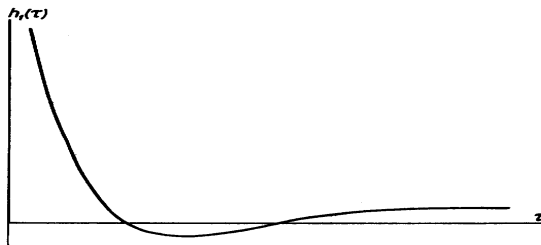


Рис.2. Графік ядра Вольтерра першого порядку

Побудова нелінійної моделі також проводилася у вигляді полінома Вольтерра (2). Тестуючим сигналом був одинокий імпульс та послідовність двох імпульсів. Нелінійна модель будувалася за результатами одного експерименту, після того, як був визначений інтервал пам'яті нелінійної частини системи. Нелінійна система тестувалася послідовністю з двох імпульсів, причому відстань між цими імпульсами зростала до такого часу, коли вона починала реагувати на кожен з імпульсів, ніби вони були одинокими імпульсами. При цьому з'ясувався інтервал пам'яті нелінійної системи. Інші експерименти використовувалися для перевірки моделі.

Таким чином, були одержані коефіцієнти Фур'є ядер першого та другого порядку та визначена похибка для тестуючого та іншого довільного сигналу. При цьому кількість крапок дорівнювала тридцяти, крок інтегрування був $\Delta t = 200 \text{ мкс}$, а часовий інтервал, на якому була побудована модель, дорівнював $T = 40 \Delta t$. Значення коефіцієнтів моделі також були визначені за допомогою процедури SVD [2]. Відносна похибка моделювання не перевищувала у даному випадку 18%. Одержаний тримірний графік ядра Вольтерра другого порядку наведений на рис. 3.

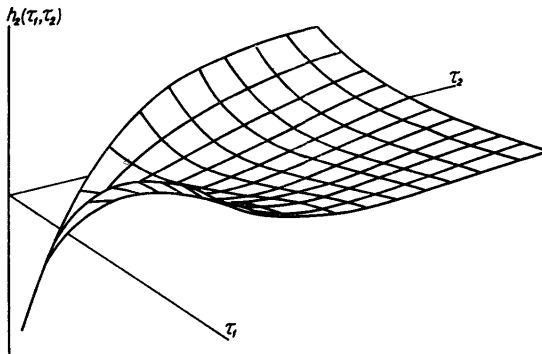


Рис.3. Тримірний графік ядра Вольтерра другого порядку

Таким чином, запропонований експериментальний метод визначення параметрів математичної моделі дає змогу визначити вплив нелінійних параметрів захисних пристроїв аналітичними методами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бреславец В.С., Кравец В.А., Серков А.А. Разработка расчетно - экспериментальной методики определения параметров модели устройства защиты информационных каналов // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. Зб. наук. праць ХДПУ. Вип. 7. Ч.3. – Харків : ХДПУ, 1999. – С. 257 - 259.

2. Форсайт Д., Мальком М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. – М.: Мир, 1980. – 297 с.
