

АНАЛІЗ ФРАКТАЛЬНИХ СИГНАЛІВ, ПОБУДОВАНИХ ЗА ПРИНЦИПОМ ПОСЛІДОВНОСТІ КАНТОРА

К. т. н. А. Д. Верига¹, д. т. н. Р. Л. Політанський¹, А. Я. Зварич²

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці;

²Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
Україна

¹veriga@ukr.net, ²zvaruch12345@ukr.net

Розглянуто спосіб формування фрактальних імпульсних сигналів на основі послідовності Кантора. Досліджено базу таких сигналів для одно- та двомасштабних послідовностей, для яких тривалості елементарних імпульсів, відповідно, однакові та масштабовані. Проаналізовано залежність бази від коефіцієнта утворення та від співвідношення між тривалостями фрагментів (двомасштабна послідовність Кантора).

Ключові слова: сигнал, Кантор, послідовність, імпульс, база, спектр.

Одним з параметрів сигналів, за допомогою якого можна їх, порівняти є база. Чим більшим є цей параметр, тим стійкішим до впливу шумів є сигнал. Якщо співвідношення сигнал/шум в каналі зв'язку буде більшим, поліпшиться якість та дальність передавання сигналів в ньому. Широку базу можуть мати самоподібні (фрактальні) сигнали. Метою цієї роботи є дослідження значення бази пропорованих сигналів залежно від таких параметрів, як коефіцієнт творення та тривалість фрагментів.

Формування фрактальних сигналів базується на відомих математичних методах формування фракталів. Створення сигналу набором Кантора є одним із методів генерації сигналів з використанням фрактальних множин [1, 2]. Такий сигнал простий у формуванні (оскільки являє собою послідовність прямокутних імпульсів), а тому може бути згенерований з використанням сучасної цифрової радіоелементної бази. Він конструюється шляхом поділу одиничного відрізка часу на три частини з подальшим видаленням середнього відкритого інтервалу [1]. Коефіцієнт пропорційності між довжинами відрізків, або коефіцієнт множення, є одним із параметрів алгоритму.

На рис. 1 представлено приклади пачки неперіодичної фрактальної послідовності прямокутних імпульсів для кількості ітерацій $w = 2$ та коефіцієнта утворення (масштабний множник) $k = 1/3$ [3].

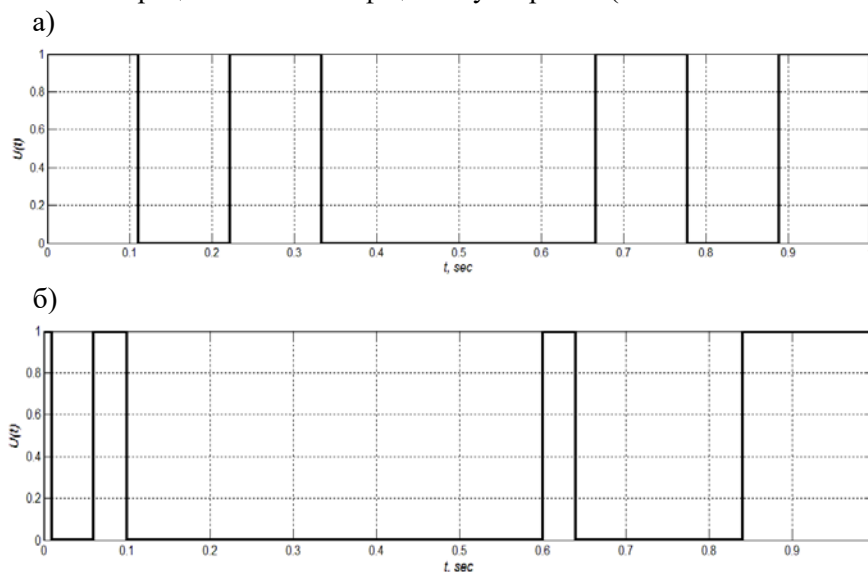


Рис. 1. Часова реалізація фрактального одномасштабного (а) та двомасштабного (б) імпульсного сигналу Кантора

На рис. 2 представлено залежність бази сигналу Кантора від коефіцієнта утворення k для сигналу з однаковою тривалістю елементарних імпульсів при різних порядках фракталу w та від відношення між значеннями тривалості фрагментів для двомаштабної послідовності. По вісі абсцис відкладено відношення між коефіцієнтами утворення тривалостей елементарних імпульсів r_L/r_H .

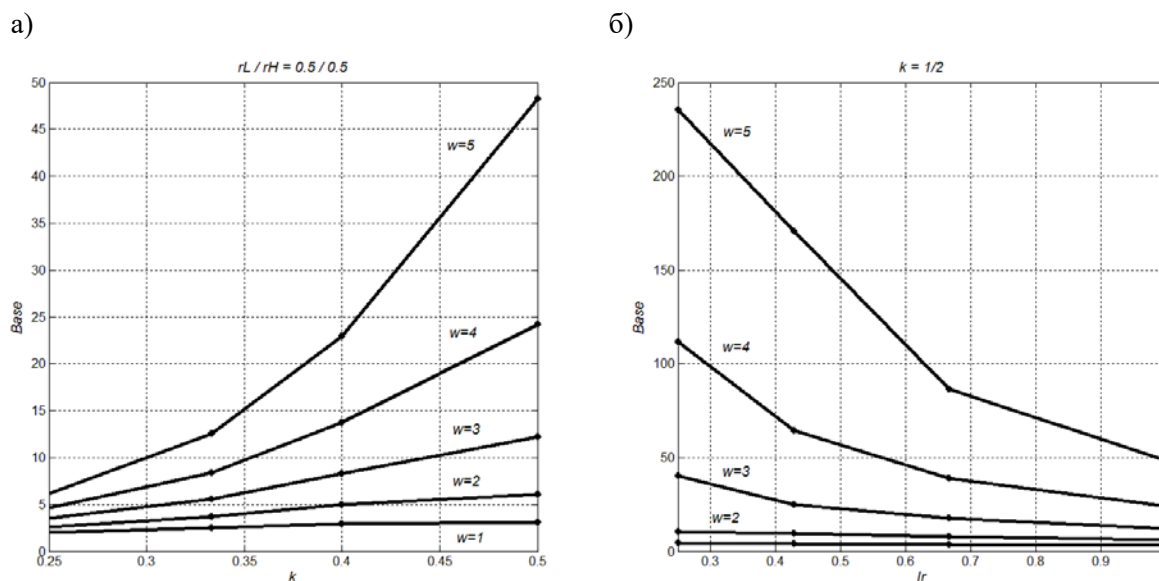


Рис. 2. Залежність бази сигналу Кантора від коефіцієнта утворення (а) та від відношення між значеннями тривалостями фрагментів (двомаштабна послідовність Кантора) (б)

Як видно із залежності на рис. 2, а, база сигналу зростає зі збільшенням тривалості між імпульсами (відповідно, тривалість елементарних імпульсів зменшується). Для двомаштабної послідовності на рис. 2, б видно, що чим коротшим є “лівий” імпульс порівняно з “правим”, тим більшим буде значення бази. Крім того було отримано, що якщо сигнал в цілому інвертувати (коли, наприклад, “праві” елементарні імпульси будуть коротшими за ліві), графік залежності бази сигналу не зміниться.

Отже, дослідження показали, що база буде зростати зі збільшенням паузи між елементарними імпульсами та співвідношенням значень тривалості елементарних імпульсів, а значить, вигідно застосовувати сигнали з якомога більшою паузою між елементарними імпульсами (більшим коефіцієнтом творення) та меншим відношенням між значеннями їхньої тривалості (масштабним коефіцієнтом).

Вказані результати вказують на доцільність розроблення передавача та приймача пропонуваніх сигналів, що дасть можливість отримати практичні результати та порівняти їх з проведеними розрахунками. Для детектування пропонуваного сигналу планується застосувати кореляційну машину.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Benoit B. Mandelbrot. *The Fractal Geometry of Nature*. Times Books, 1982, 468с.
2. Федер Е. *Фракталы*, М., Мир, 1991.– 261с.
3. Bolotov V.N., Kolesnikov S.E., Tkach Yu.V. et al. Fractal communication system. *Electromagnetic Phenomena*, 2007, vol. 7, no. 1 (18).

A. Veryha, R. Politansky, A. Zvarych

Analysis of fractal signals constructed according to the Cantor sequence principle

The method of forming fractal pulse signals based on the Cantor sequence is considered. The basis of such signals for one- (the durations of the elementary pulses are the same) and two-scale (the durations of the elementary pulses are scaled) sequences are studied. The dependence of the base on the formation coefficient and on the ratio between the durations of the fragments (two-scale Cantor sequence) is analyzed.

Keywords: signal, Cantor, sequence, impulse, base, spectrum.