

А. В. Измайлов

[aiartefact@gmail.com](mailto:aiartefact@gmail.com)

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», Івано-Франківськ

## ОРТОГОНАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ ТРІЙКОВИХ СИМЕТРИЧНИХ ФУНКЦІЙ ТА СПОСОБИ ЙОГО ШВИДКОГО ОБЧИСЛЕННЯ У ЦИФРОВІЙ ОБРОБЦІ ІНФОРМАЦІЇ

Цифрова обробка інформації займає одне з центральних положень у сучасних інформаційних технологіях, які забезпечують роботу систем у різних галузях господарства [1–4]. Перетворення інформаційних потоків на основі ортогональних перетворень є одним з ключових елементів систем цифрової обробки інформації. Відповідно, розробка нових та удосконалення існуючих ортогональних перетворень дозволить підвищити функціонування даних систем, а тому є актуальним завданням галузі.

Аналіз останніх досліджень вказав на те, що розробка ортогонального перетворення на основі трійкових симетричних функцій з метою реалізації відомих переваг трійкової симетричної логіки не проводилась [1–3]. У роботі [2] доведена ефективність застосування ортогонального перетворення на основі трійкових симетричних функцій у системах цифрової обробки інформації для ущільнення даних. Наступним кроком у розробці даного перетворення є розробка на його основі відповідного швидкого перетворення з метою зменшення операційної складності.

Метою даного дослідження є аналіз можливих шляхів формування швидкого перетворення на основі трійкового симетричного ортогонального перетворення.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у аналізі переваг та недоліків можливих методів формування швидкого трійкового симетричного ортогонального перетворення та формулюванні рекомендацій для подальшої розробки відповідного перетворення.

Ортогональне перетворення на основі трійкових симетричних функцій вектора вхідних даних  $X$  розмірності  $N=3n$ ,  $n=0,1,2,\dots$ , у матричній формі може бути задане у вигляді (1).

$$Y = T_n X, \quad (1)$$

де  $Y$  –  $N$ -компонентний вектор коефіцієнтів перетворення,  $T_n$  – матриця перетворення розмірності  $N \times N$ ,  $N=3n$ ,  $n=0,1,2,\dots$

Без втрати загальності можна проаналізувати матрицю  $T_3$  розмірності  $3 \times 3$  (рис. 1). На рис. 1 проілюстровано, що матриці  $T_n$  містять у собі певну кількість нулів, а також, що у кожному рядку більшість елементів рівні між собою за абсолютною величиною. Це відкриває можливості для синтезу швидкого перетворення як за спеціальною процедурою, так і за рекурентною.

$$\sqrt{\frac{1}{3}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -\sqrt{\frac{3}{2}} & 0 & \sqrt{\frac{3}{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\sqrt{2} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

Рис. 1. Матриця перетворення (1) розмірністю  $N=3$

У випадку рекурентної процедури необхідний аналіз властивостей матриць усіх порядків, тобто загальний аналіз структури [1, 4], який базується на властивостях трійкових симетричних функцій. Водночас розроблена процедура стосується матриць перетворення усіх порядків і не потребуватиме додаткових математичних викладок для узагальнення по розмірності  $N$ , чого не можна буде отримати у випадку розробки за спеціальною процедурою, яка розроблятиметься окремо для кожної розмірності  $N$ , хоча й дозволить теоретично досягти найменш можливої операційної складності для конкретного значення розмірності.

У зв'язку з цим, доцільно проводити розробку швидкого перетворення на основі перетворення (1) за рекурентною процедурою, яка дозволить отримати загальне для всіх порядків перетворення, що полегшить подальший аналіз ефективності за критерієм операційної складності.

### Список літератури

1. Thompson A., The Cascading Haar Wavelet Algorithm for Computing the Walsh–Hadamard Transform / A. Thompson // IEEE Signal Processing Letters. – July 2017. – Vol. 24, No. 7. – pp. 1020-1023. doi: 10.1109/LSP.2017.2705247
2. Измайлов А.В. Застосування ортогонального перетворення на основі трійкових симетричних функцій для цифрової обробки інформації / А.В. Измайлов // Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації : тези доповідей Шостої Міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 24-25 жовтня 2017 року. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – с. 93-96.
3. Измайлов А.В., Трійкові симетричні функції та їх застосування у цифровій обробці інформації / А.В. Измайлов, Л.Б. Петришин // Системи обробки інформації. – 2016. – № 4. – с. 41-44.
4. Блейхут Р.Э., Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов / Р.Э. Блейхут. – М.: Мир, 1989. – 448 с.