

Я.В. ЛУЦІнститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна,
e-mail: *rorrr-t@ukr.net*.**ШВИДКЕ ЦІЛОЧИСЛОВЕ СПРОЩЕНЕ СИНУС-КОСИНУСНЕ
ПЕРЕТВОРЕННЯ ТИПУ VII ПОРЯДКУ 16 ДЛЯ ВІДЕОКОДУВАННЯ**

Анотація. Розроблено матричний метод побудови цілочислових спрощених синус-косинусних перетворень типу VII порядку 16 на основі двох перетворень порядку 8: синусного типу VII і косинусного типу II. Розроблено два цілочислові односторонні спрощені синус-косинусні перетворення низької обчислювальної складності, яка менше на 38,6 % порівняно з відомим алгоритмом дискретного синусного перетворення типу VII порядку 16 з цілочисловою апроксимацією. Отримані перетворення мають на 1–1,5 % менший коефіцієнт стиснення за тієї ж якості відновлених даних, тому можуть використовуватись для схеми роздільних адаптивних перетворень для швидкодійних режимів кодування зображень та відео.

Ключові слова: дискретне косинусне перетворення, дискретне синусне перетворення, цілочислове косинусне перетворення, цілочислове синусне перетворення, цілочислове синус-косинусне перетворення, масштабоване перетворення, роздільні адаптивні перетворення, факторизація, відеокодування, H.265, VVC (Versatile Video Coding), MTS (Multiple Transform Selection).

ВСТУП

Дискретні косинусні та синусні перетворення різних типів добре досліджені, а також мають швидкі алгоритми обчислення [1–15]. Для покращення ефективності кодування різниць, які виникають унаслідок використання алгоритмів передбачення, у [15] було вперше введено модозалежне направлене перетворення (mode-dependent directional transform, MDDT), яке пізніше названо MTS (multiple transform selection) [16]. Резнік у [17, 18] показав зв'язок між перетвореннями ДСП-VII і ДКП-II, що матриця $2N + 1$ -точкового ДКП-II включає $N + 1$ -точкове ДКП-VI і N -точкове ДСП-VII. Це поєднання дає швидкі алгоритми для побудови перетворень ДКП-VI і ДСП-VII. У [19] показано клас співвідношень, що зв'язують ДКП і ДСП типів V, VI, VII і VIII відповідно з їхньою реалізацією низької складності.

У [8] введено дискретне синус-косинусне перетворення типу II як альтернатива ДКП-II. У [20] запропоновано метод побудови цілочислового спрощеного синус-косинусного перетворення типу VII порядку 8 на основі синусного перетворення типу VII порядку 4 і косинусного перетворення типу II порядку 4 та розроблено два цілочислові синус-косинусні перетворення із швидкими алгоритмами низької складності. У [21] запропоновано метод побудови дискретного спрощеного косинус-синусного перетворення типу VII порядку N на основі косинусного типу II і синусного типу VII перетворень порядку $N / 2$ та побудовано два цілочислові спрощені косинус-синусні перетворення типу VII порядку 8 з швидкими алгоритмами низької мультиплікативної складності. У [22] запропоновано алгоритми швидкого обчислення цілочислової апроксимації ДСП-VII / ДКП-VII порядку N ($N = 16, 32, 64$) із структурою partial butterfly, який для $N = 16$ потребує 127 операцій множення і 171 операцію додавання.

У цій статті запропоновано метод побудови цілочислового спрощеного синус-косинусного перетворення порядку 16, що використовує парні функції синусного перетворення типу VII порядку 8 і непарні функції косинусного перетворення типу II порядку 8, на основі яких будуються парні і непарні функції поряд-