

## ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ УОЛША ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Туренко А.В.

Науковий керівник: – к.т.н. Бондар Д.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. інформаційно-мережної інженерії,  
(057) 702-14-29)

Currently, interest in studying orthogonal signal transformations, and among them Walsh transforms, continues to grow. This is facilitated by the availability of high-speed digital computers, as well as significant advances in digital circuit technology and the development of specialized digital processors. Recently, the trend of more active use of discrete Walsh transforms continues to develop rapidly.

Numerous studies of Walsh functions and related theoretical and practical issues, in particular, problems of their effective formation, are due to a wide range of applications of these functions.

Застосування електричних сигналів для будь-яких цілей, зокрема і для формування, передачі та прийому інформації, передбачає опору на використання методів перетворення сигналів. Основним з перетворень безумовно є перетворення Фур'є, яке передбачає пов'язування сигналів з відповідними до них спектральними функціями або спектрами. Перетворення Фур'є виконується в ортогональному базисі гармонічних сигналів. Але відомі ще інші перетворення і також в негармонічному базисі.

Перетворення Уолша є найбільш відомим серед негармонічних ортогональних перетворень. Перетворення Уолша широко застосовується при цифровій обробці сигналів, так як воно може бути обчислено тільки з використанням операцій обчислення суми та різниці. Внаслідок цього апаратурна та програмна реалізація перетворення Уолша є простішими відносно інших перетворень.

Уявлення сигналу  $s(t)$  у вигляді ряду Уолша аналогічне до представлення його у вигляді ряду Фур'є.

$$s(t) = \sum_{k=0}^{\infty} d_k wal(k, t);$$
$$d_k = \int_0^1 s(t) wal(k, t) dt.$$

Базис сигналів Уолша є не тільки ортогональним але і нормованим. Самі сигнали складаються з серій прямокутних імпульсів, що максимально спрощує їх генерування та добре пристосовує для обробки пристроями цифрової схемотехніки.

Успішному використанню функцій Уолша і перетворення Уолша в відповідних областях науки і техніки сприяло вивчення наступних питань: властивості функцій Уолша; властивості спектрів Уолша; загальні питання застосування функцій Уолша при виконанні перетворень; алгоритми БПУ; обчислення кореляційних функцій і виконання згорток на базі функцій Уолша; застосування функцій Уолша для дослідження випадкових процесів; використання функцій Уолта при побудові цифрових фільтрів.

Практично важливим є використання функцій Уолша для формування сигналів, які передаються по лініях радіозв'язку. Запропоновано використовувати їх в якості носіїв при поширенні сигналів в радіоканалі над поверхнею Землі, опрацьовані питання генерування і прийому сигналів цього виду. Функції Уолша застосовані при розробці багатоканальних систем зв'язку, в яких одночасно передаються різні сигнали по кожному каналу зв'язку, тобто реалізовано метод багатоканального зв'язку на підґрунті розподілу каналів за формою сигналів. Вони знайшли в галузі зв'язку та ряд інших застосувань, зокрема, на основі використання функцій Уолша розроблені вдосконалені методи завадостійкого кодування сигналів, раціональним чином вирішені питання декодування кодів Ріда-Малера і проведені інші дослідження і розробки в цьому напрямі.

Здійснення перетворення Уолша технічними засобами можливе декількома способами:

- безпосереднє, що передбачає генерування сигналів Уолша з наступним апаратним або програмним розрахунком скалярного добутку з досліджуванним сигналом;
- метод матричного добутку;
- використання швидких алгоритмів перетворення Уолша;
- шляхом цифрової фільтрації на засадах парадигми вейвлет-перетворення.

Як це завжди буває: жоден з перелічених методів не є найкращім. Уподобання в застосуванні визначається умовами задачі, яка підлягає розв'язанню. Однак останній з означених методів винайдено та опрацьовано відносно недавно, а тому він ще має підвищений інтерес для вивчення.

#### Перелік джерел

1. Ахмед Н., Рао К. Р., Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./Под ред. И. Б. Фоменко. [Текст]: – М.: Связь, 1980.—248 с.
2. Залманзон Л.А., Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях [Текст]: – М., «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989, 496 с.