

Ю.К. ТАРАНЕНКО

Приватне підприємство «Лікопак», Дніпро, Україна, e-mail: tatanen@ukr.net.

О.Ю. ОЛІЙНИК

Дніпровський фаховий коледж радіоелектроніки, Дніпро, Україна,
e-mail: oleinik_o@ukr.net.

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ПАКЕТНОЇ ВЕЙВЛЕТ-ФІЛЬТРАЦІЇ СИГНАЛІВ

Анотація. Розроблено алгоритм пакетної вейвлет-фільтрації, який включає переміщення по гілках дерева вейвлет-пакета з обмеженням на кожній гілці коефіцієнтів апроксимації та деталізації до моменту досягнення мінімальної середньоквадратичної похибки за оптимальних параметрів вейвлет-порога та порогової функції. Для обчислення середньоквадратичної похибки фільтрації після кожного циклу оброблення коефіцієнтів вейвлет-декомпозиції виконується реконструкція у фідфільтрований сигнал в часовій області. Отриманий сигнал у наступному циклі підлягає декомпозиції на коефіцієнти апроксимації та деталізації до досягнення середньоквадратичною похибкою мінімуму для всіх можливих значень базового вейвлет-порога та порогової функції. Проведено дослідження 20 найбільш використовуваних сигналів, серед яких сигнали з лінійною та нелінійною частотними модуляціями, а також суми синусоїдальних сигналів різних частот. Для підтвердження ефективності пакетної вейвлет-фільтрації зроблено порівняльний аналіз відомих методів на основі загального порога коефіцієнтів деталізації на всіх рівнях вейвлет-декомпозиції.

Ключові слова: вейвлет-аналіз, пакетна вейвлет-фільтрація, ентропія, порогова функція, трешолдинг.

ВСТУП

Вейвлет-аналіз базується на розкладанні сигналу на коефіцієнти апроксимації та деталізації. Перші характеризують згладжений сигнал, а другі — очищення шумової складової [1]. Суть вейвлет-аналізу сигналів зводиться до застосування різних алгоритмів обмеження коефіцієнтів деталізації відновлення сигналу [2]. Отже, найбільш простий метод очищення сигналу від шуму полягає в прирівнюванні до нуля коефіцієнтів деталізації, числове значення яких буде менше ніж порогове [1].

Цей метод називається трешолдингом (порогове оброблення коефіцієнтів). Застосовується трешолдинг із жорстким і м'яким порогами [1, 3]. Ефективність використання порогового оброблення залежить від параметрів правильності вибору типу вейвлета, рівня декомпозиції, вибору методу порогового оброблення (трешолдингу) та критерію обчислення порога [1, 4]. Зазначимо, що цей підхід справедливий за умови, що шумовою складовою сигналу є сигнал, менший за модулем ніж основний [1]. Це припущення не завжди виконується, тому трешолдинг не є універсальним методом. Крім того, істотним недоліком трешолдингу можна вважати порушення гладкості сигналів, що ускладнює його відновлення [5]. Порушення гладкості сигналів фіксуються на спектрограмі вертикальними смугами, піки в сигналах виокремлюються максимумами, а западини — мінімумами вейвлетних коефіцієнтів.

Метод пакетної вейвлет-фільтрації (ПВФ) є узагальненням вейвлет-аналізу з розширеним спектром функцій [6]. Під час пакетної вейвлет-фільтрації застосовують розкладання на апроксимувальні та деталізувальні вейвлет-коефіцієнти. Для багатьох розкладів вихідного сигналу генерується бібліотека баз пакетних вейвлетів з урахуванням вибраної функції вейвлета.