

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.

ВИКОРИСТАННЯ ПОРОГОВИХ ТА БЕЗПОРОГОВИХ МЕТОДІВ ДИСКРЕТНОЇ ВЕЙВЛЕТ-ФІЛЬТРАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Анотація. Досліджено ефективність порогових і безпорогових методів вейвлет-фільтрації шумів для оброблення радіолокаційних сигналів. Розглянуто три методи вейвлет-аналізу: із загальним порогом обмеження вейвлет-коефіцієнтів деталізації, з універсальним порогом для всіх вейвлет-декомпозицій, а також метод без порогу, що базується на обнуленні коефіцієнтів деталізації на певних рівнях вейвлет-декомпозиції сигналу. Оцінено ефективність вейвлет-фільтрації за відношенням сигнал/шум до і після фільтрації, ентропією сигналу та значенням середньоквадратичної похибки моделі. Встановлено, що у широкому діапазоні високих шумів від -12 дБ до -7.5 дБ метод із загальним порогом забезпечує ефективнішу фільтрацію шуму порівняно з іншими методами.

Ключові слова: дискретний вейвлет-аналіз, безпорогові методи, радіолокаційний сигнал, ентропія, порогова функція.

ВСТУП

Натепер у радіолокаційних системах традиційною і водночас актуальною задачею є оброблення сигналів для отримання корисної інформації, якість якої відповідає вимогам до сучасних радіолокаційних станцій (РЛС) і систем радіоелектронної боротьби (РЕБ). Для останніх систем характерні підвищені вимоги до якості оброблення сигналів і більша кількість завад, що впливають на сигнал [1]. Тому оброблення радіолокаційних сигналів є невід'ємною частиною процесу проектування систем РЕБ, при цьому актуальною є задача вибору оптимального способу фільтрації. Для засобів вимірювальної техніки запропоновано чимало підходів та алгоритмів вибору оптимального методу з урахуванням характеру вимірюваного сигналу [2].

Для радіолокаційної техніки використовують ехо-сигнали, що утворюються внаслідок відлуння радіохвиль від об'єкта, опроміненого РЛС (так званим зондувальним випромінюванням), та сигнали РЛС, що перевипромінюються ретранслювальним пристроєм, наявним на об'єкті [3].

Для станцій радіотехнічного спостереження потрібна дальність виявлення становить понад 180 км. Цього можна досягти тільки фільтрацією отриманих сигналів від шуму, рівень якого зростає з кожним кілометром збільшення дальності. Характер шуму можна визначити як близький до гауссівського білого шуму. В радіолокаційних пристроях вплив шуму найбільш помітний там, де корисні сигнали мають низький рівень [5].

У цій статті розглядається варіант виявлення широкосмугових сигналів на основі вейвлет-фільтрації, що дає змогу гарантовано виявляти сигнали на рівні відношення сигнал/шум до -43 дБ та нижче за методом загального обмеження деталізувальних вейвлет-коефіцієнтів.

В умовах зростання неінформативних шумів радіолокаційні сигнали являють собою нестаціонарні складні сигнали, що характеризуються наявністю складних тимчасових залежностей амплітуди, частоти і фази. Тому застосування вейвлет-аналізу для фільтрації є доцільним [6].