

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ, ІНФОРМАЦІЙНІ І ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ

УДК 621.372.542: 376.56

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЛЬТРІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІЗНИЦЕВОГО ПОДАННЯ СИГНАЛІВ

© Зелінський І.Д., Тимченко О.В.*, 1999

ДУ «Львівська політехніка», кафедра «Автоматизація комплексної механізації» ;

* Українська академія друкарства, кафедра «Автоматизація
поліграфічного виробництва»

У роботі розглянуті властивості різницевих та сумарних подань сигналів. Показано, що збільшення порядку різницевого подання точно відповідає збільшенню порядку фільтра. Використання різницевих подань різних порядків дозволяє проводити аналіз спектральних властивостей сигналів простими засобами з високою швидкістю.

Визначення спектральних та кореляційних властивостей сигналів обчисленням цифрової згортки або дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) вимагає значних затрат апаратури та часу, що істотно обмежує частотний діапазон оброблюваних сигналів. Крім того, методи на основі ДПФ вимагають попереднього запам'ятовування масиву даних і не можуть функціонувати в режимі реального часу.

Надзвичайно економічні та достатньо ефективні методи аналізу сигналів за допомогою нулів високих порядків досліджені недостатньо і тому мають обмежене застосування [1, 2]. Ці методи тісно пов'язані з різницевим поданням сигналів, яке для першої різниці сигналу має назву диференціальної імпульсно-кодової модуляції (ДІКМ). Порівняно зі звичайно застосовуваним аналого-цифровим перетворенням повнорозрядних відліків, що має назву імпульсно-кодової модуляції (ІКМ), ДІКМ має значно нижчу розрядність при однаковій роздільній здатності. Тому необхідно поєднати дослідження методів оброблення на основі сукупності нулів з різницевим поданням сигналів.

У даній роботі таке дослідження виконується на основі аналізу зміни спектра сигналу при зміні порядку різницевого подання сигналу більше двох.

Проаналізуємо зміни спектра сигналу $x(t)$. Для дискретної квантованої послідовності $\{x_n\}$, $n > 0$ маємо такий вираз для знаходження спектра сигналу

$$X_k = T_N \sum_{n=1}^N x_n \exp(-j \frac{2\pi}{N} nk). \quad (1)$$

Використаємо властивість перетворення Фур'є для затриманих сигналів

$$\{x_{n-m}\} \Leftrightarrow \left\{ X_k \exp(-j \frac{2\pi}{N} mk) \right\}.$$

Для зсунутого на один період дискретизації сигналу $\{x_{n-1}\}$ знаходимо

$$X_k^{(1)} = X_k \exp(-j \frac{2\pi}{N} k). \quad (2)$$

Тоді спектр різницевого сигналу $\{\nabla x_n\}, n > 0$ знаходимо як різницю спектрів (1) та (2)

$$\{\nabla X_k = X_k - X_k^{(1)}\},$$

тобто спектр різницевого сигналу обчислюємо з виразу

$$\nabla X_k = X_k \left(1 - \exp(-j \frac{2\pi}{N} k) \right). \quad (3)$$

Для r -ї різниці сигналу

$$\{\nabla^{(r)} x_n = \nabla^{(r-1)} x_n - \nabla^{(r-1)} x_{n-1}\}, n > 0, \quad (4)$$

значення

$$\nabla^{(r)} X_k = X_k \left(1 - \exp(-j \frac{2\pi}{N} k) \right)^r. \quad (5)$$

Отже, застосування різницевого оператора ∇ до вхідного сигналу еквівалентне фільтру верхніх частот з АЧХ

$$H_r(\omega) = \left(1 - \exp(-j \frac{2\pi}{N} k) \right)^r, \quad (6)$$

або в z області

$$\nabla^{(r)} X_k = X_k \left(1 - z^{-1} \right)^r, z = e^{j \frac{2\pi}{N} k} = e^{j\omega_1}. \quad (7)$$

На рис.1 показана обчислена зміна форми спектра для випадків рівномірного та трикутного спектра сигналу.

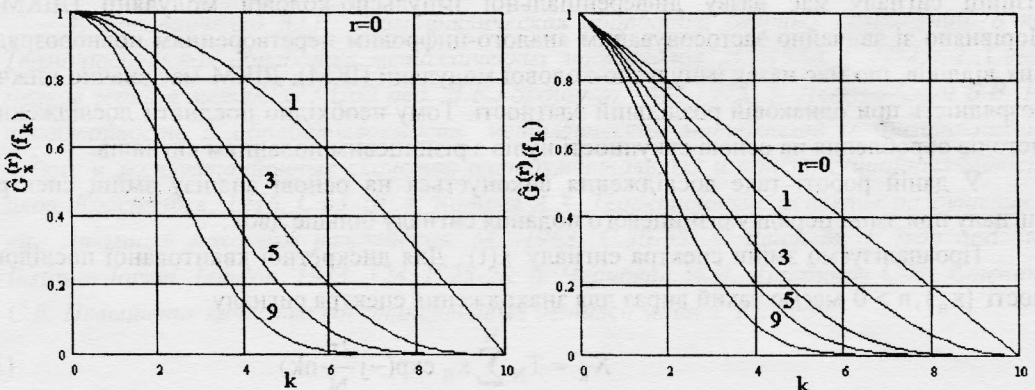


Рис.1. Зміна форми спектра сигналу при різницевому поданні.

Спектр сигналу $\{\nabla x_n\}, n > 0$ можна також знайти, скориставшись перетворенням Фур'є простів сигналу в часовій області

$$\nabla X_k = T_N \sum_{n=1}^N \nabla x_n \exp(-j \frac{2\pi}{N} nk),$$

що призводить до більших похибок, ніж знаходження $\{\nabla X_k\}$ відразу в частотній області.

Для аналізу сигналів раціонально також застосовувати дуальне до різницевого подання сигналів (4) – сумарне подання, яке знаходиться на основі підсумовування вхідної та затриманої послідовностей

$$\{\Delta x_n = x_n + x_{n-1}\}, n > 0. \quad (8)$$

Для сумарного сигналу порядку $q > 1$, який визначаємо з (4), знаходимо, що

$$\{\Delta^{(q)} x_n = \Delta^{(q-1)} x_n + \Delta^{(q-1)} x_{n-1}\}, n > 0. \quad (9)$$

Звідси отримуємо аналогічно до різницевого подання спектр сигналу $\Delta^{(q)} X_k = X_k (1 - z^{-1})^q$.

Це еквівалентне застосуванню фільтра нижніх частот з АЧХ

$$H_q(\omega) = \left(1 + \exp(-j \frac{2\pi}{N} k)\right)^q. \quad (10)$$

Зміна прямокутного та трикутного спектрів сигналу під дією фільтра (10) проілюстрована на рис.2.

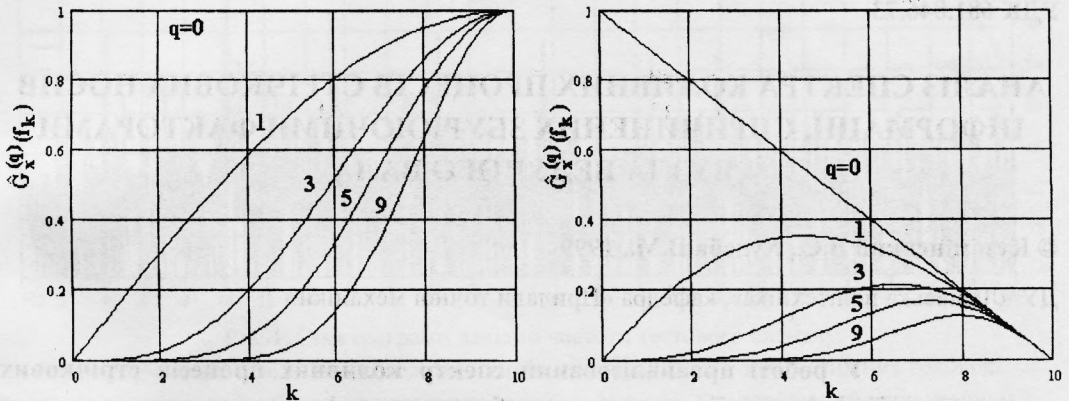


Рис.2. Зміна форми спектра сигналу при сумарному поданні.

Еквівалентні АЧХ фільтрів $H_r(\omega)$ та $H_q(\omega)$ показані на рис.3.

Звідси видно, що збільшення порядку різницевого подання точно відповідає збільшенню порядку фільтра (6), а отже, подання (4) та (9) мають відповідні фільтрувальні властивості з АЧХ (6) або (10).

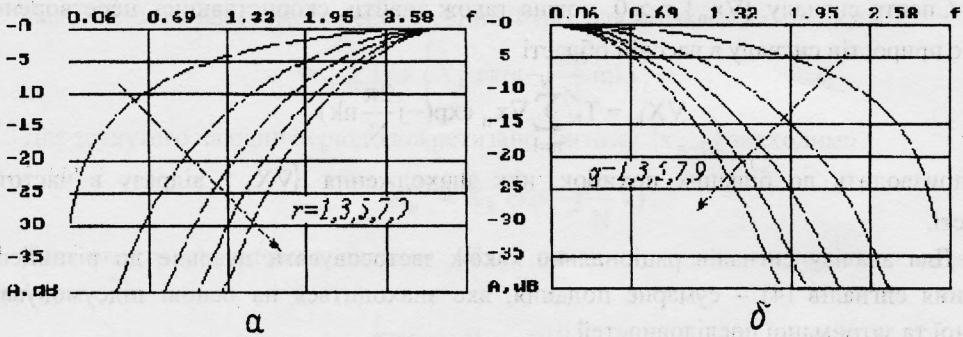


Рис.3. Еквівалентні АЧХ різницевого (а) та сумарного (б) подання сигналів.

Це дає змогу аналізувати спектральні властивості сигналів простими засобами з високою швидкістю.

1. Тимченко О.В. Використання дельта-модуляції в аналізі сигналів по переходах через нуль // Інформаційні технології та розпізнавання образів: Зб. наук. пр. міжнар. симпозиуму "Імовірнісні моделі та обробка випадкових сигналів і полів". Львів, Харків, Тернопіль, 1993. С.160-164. 2. Тимченко О.В. Мінімізація об'єму обчислень для визначення класів сигналів // Поліграфія і видавнича справа: Наук.-техн. зб. 1997. Вип.33. С.36-39.

УДК 681.846.73

АНАЛІЗ СПЕКТРА КОЛИВНИХ ПРОЦЕСІВ СТРІЧКОВИХ НОСІЇВ ІНФОРМАЦІЇ, СПРИЧИНЕНИХ ЗБУРЮЮЧИМИ ФАКТОРАМИ ВУЗЛА ВЕДУЧОГО ВАЛА

© Кузьмінський В.Є., Худоба В.М., 1999

ДУ «Львівська політехніка», кафедра «Прилади точної механіки»

У роботі проаналізований спектр коливних процесів стрічкових носіїв інформації, спричинених збурюючими факторами вузла ведучого вала. Наведений спектр при експериментально підбраному додатковому дисбалансі, який компенсує вплив першої гармоніки і дозволяє зменшити коефіцієнт детонації.

Апаратура запису інформації на магнітній стрічці з високою точністю передачі інформації через канал запису – відтворення вимагає високої стабільності швидкості руху носія інформації. Одним з основних параметрів, що визначає якість такої апаратури, є коефіцієнт детонації, який визначається сумарними коливаннями стрічки з враху-