

**ПЕРЕБУДОВУЄМИЙ ПОЛІНОМІАЛЬНИЙ ФІЛЬТР НИЗЬКИХ ЧАСТОТ
ПЕРШОГО ПОРЯДКУ**

Сильчук А.В., Швець А.А.

Науковий керівник - проф. каф. «Комп'ютерних систем», док. техн. наук.

Ситніков В.С.

Підвищення ефективності спеціалізованих комп'ютерних систем можливо за рахунок керування характеристиками їх компонентів. До числа таких компонентів можливо віднести перебудовувані поліноміальні цифрові фільтри, які активно використовуються для фільтрації чи розподілу вхідного сигналу. Поліноміальні фільтри характеризуються плоскою амплітудно-частотною характеристикою (АЧХ) в смузі пропускання. До їх числа відносяться фільтр Баттерворта і інверсний фільтр Чебишева.

Перебудова характеристик цифрового фільтру можлива як за рахунок зміни коефіцієнтів чисельника, так і за рахунок зміни коефіцієнтів знаменника. При цьому можливо як комплексне, так і роздільне управління характеристикою фільтра. Проте в спеціалізованих комп'ютерних системах для підвищення їх ефективності необхідна лінійна характеристика управління.

Для частотного аналізу обрана передавальна функція цифрового фільтру першого порядку вигляду (1)

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1}}{1 + b z^{-1}}, \quad (1)$$

де a_0, a_1, b – відповідно коефіцієнти чисельника і знаменника.

Аналіз АЧХ показав, що коефіцієнти чисельника a_0 і a_1 рівні, тому можливо розглядати передатну функцію вигляду (2)

$$H(z) = k \frac{1 + z^{-1}}{1 + b z^{-1}}, \quad (2)$$

де $k = a_0$ – коефіцієнт підсилення фільтра.

Лінійно керувати коефіцієнтом підсилення фільтра k можливо коефіцієнтом чисельника a_0 при незмінному коефіцієнті знаменника b . Для фільтра нижніх частот значення коефіцієнта підсилення на нульовій частоті, наприклад $H(0)$, буде визначати вираз (3)

$$H(0) = a_0 \frac{2}{1+b}. \quad (3)$$

Це співвідношення дуже зручно для адаптивних фільтрів, тому що при адаптивному керуванні в основному керують коефіцієнтом підсилення при фіксованій частоті зрізу. У разі розбудови і частоти зрізу, за рахунок зміни коефіцієнта знаменника b , необхідна відповідна компенсація коефіцієнта підсилення зміною коефіцієнта чисельника a_0 .

У ході дослідження була виявлена залежність коефіцієнта знаменника b від частоти зрізу, яка визначається виразом (4)

$$b = \frac{-(\cos^2 \frac{\omega_c}{2} c^2 \cos \omega_c) + c\sqrt{1-c^2} \sin \omega_c}{\cos^2 \frac{\omega_c}{2} - c^2}. \quad (4)$$

Слід зазначити, що частота зрізу для фільтра Баттерворта визначається на рівні $\frac{1}{\sqrt{2}}$, у той час як для інверсного фільтра Чебишева вона визначається на рівні, залежному від рівня коливальної характеристики ε АЧХ на рівні $\frac{\varepsilon}{\sqrt{1+\varepsilon^2}}$.

Залежність коефіцієнтів a та b від частоти зрізу для обох фільтрів показані на рис. 1 та рис. 2.

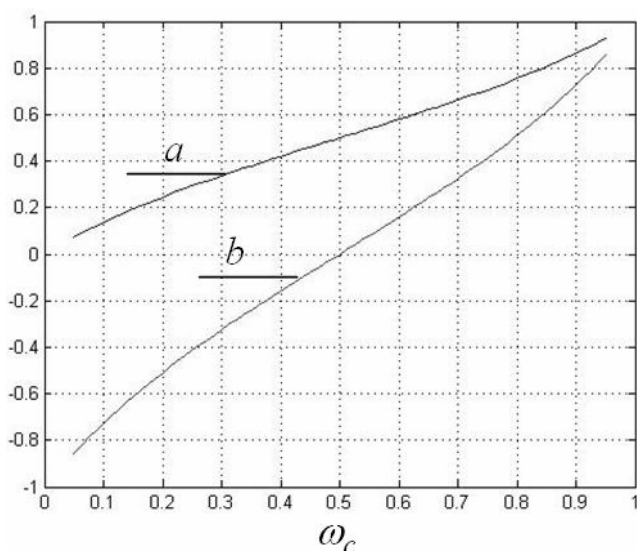


Рис. 1 Залежність коефіцієнтів a та b від частоти зрізу для фільтра Баттерворта

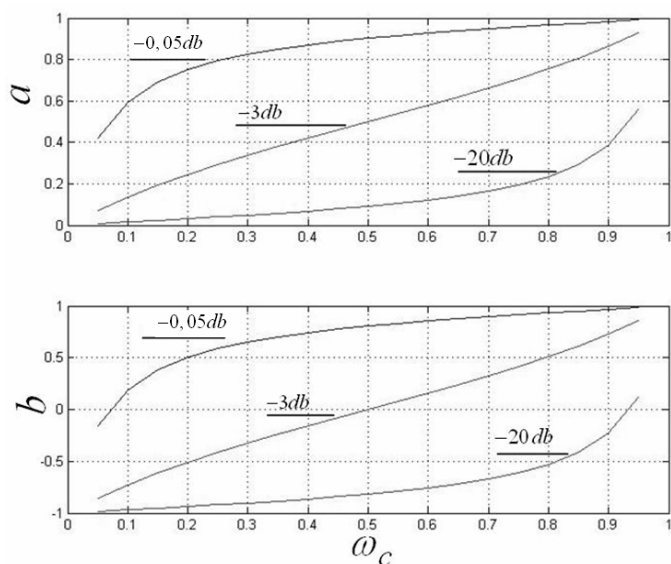


Рис. 2 Залежність коефіцієнтів a та b від частоти зрізу для інверсного фільтра Чебишева

Таке роздільне управління, з можливістю компенсації зміни при комплексному керуванні, дозволяє підвищити ефективність перебудованого цифрового фільтру за рахунок лінійного управління коефіцієнтом підсилення.