

# Управление коэффициентами цифрового полиномиального фильтра первого порядка за счет аппроксимации зависимостей

А.А. Швец<sup>1</sup>, В.С. Ситников<sup>1</sup>

*Анотация* – The dependencies of the transfer characteristic coefficients of first order digital filter are determined. Approximation of the transfer function denominator factor is developed, that enables linear control of the filter's characteristics.

*Ключевые слова* – фильтр, передаточная функция, аппроксимация.

## I. ВВЕДЕНИЕ

В специализированных компьютерных системах часто возникает задача фильтрации и первичной обработки сигналов от датчиков, когда помеха меняется в широких пределах, как по амплитуде, так и по частоте. Для решения данной задачи применяются различные структуры фильтров с целью обеспечения максимальной достоверности и быстродействия. Однако проектирование канала фильтрации обуславливает необходимость подстройки параметров фильтрующего воздействия.

## II. ИЗЛОЖЕНИЕ

Осуществить управление характеристиками цифрового фильтра возможно как за счет изменения коэффициентов числителя передаточной функции, так и за счет изменения коэффициентов знаменателя. Также в большинстве случаев для повышения эффективности работы фильтра и плавного управления им часто необходима линейная характеристика управления амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) компоненты.

Анализ влияния коэффициентов передаточной функции цифрового фильтра на его АЧХ проведен по передаточной функции первого порядка [1]

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

где  $a_0, a_1, b$  – соответственно действительные коэффициенты числителя и знаменателя.

Для фильтров первого порядка коэффициенты числителя в общем случае равны и выполняют роль коэффициента усиления, т.е.  $k = |a_0| = |a_1|$ .

На основе передаточной функции (1) определено соотношение, описывающее АЧХ, как функцию от нормированной частоты среза

$$H(\omega_c) = \sqrt{2} |k| \sqrt{\frac{1 + \cos \omega_c}{1 + 2b \cos \omega_c + b^2}}, \quad (2)$$

где  $\omega_c = 2\pi \frac{f}{f_d}$ ;  $c \in [0, \pi]$  – нормированная частота

среза,  $f$  – текущая частота,  $f_d$  – частота дискретизации.

В результате исследований получена зависимость коэффициента  $b$  от типа фильтра (Баттерворта Чебышева первого рода, Чебышева второго рода, эллиптического), от частоты среза  $\omega_c$  и от уровня  $c$  в соответствии с формулой

$$b = - \left\{ 1 - \frac{2c^2(1 - \cos \omega_c)}{2c^2 - (1 + \cos \omega_c)} \left( 1 - \sqrt{\frac{(1 + \cos \omega_c)(1 - c^2)}{(1 - \cos \omega_c)c^2}} \right) \right\},$$

Необходимо отметить, что уровень  $c$  также является переменной величиной, которая зависит от уровня колебательности и определяется известными формулами [2] в зависимости от типа выбранного фильтра.

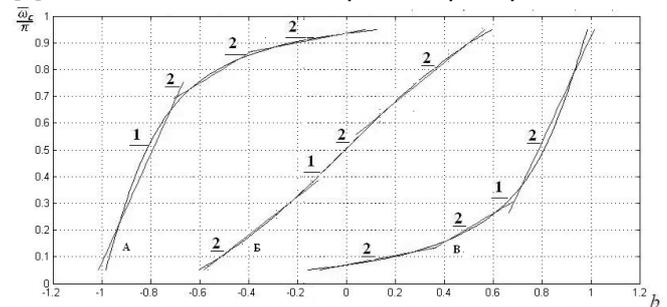


Рис.1. Истинные (1) и аппроксимированные (2) значения коэффициента знаменателя  $b$ , взятые при значениях уровня пульсаций -20(А), -3(Б), -0,05(В) Дб

## III. ВЫВОД

Управление характеристиками фильтра с помощью аппроксимации зависимостей от его коэффициентов позволит более эффективно применять различные структуры для решения задач фильтрации и частотного разделения каналов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов — СПб.: Питер, 2006. — 751 с.
- [2] Букашкин, С.А., Справочник по расчету и проектированию АРС-схем; под ред. А.А. Ланнэ — / М. Радио и связь, 1984. — 368 с.

<sup>1</sup> Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1, Одесса, 65044, УКРАИНА, E-mail: hlshvets@gmail.com