

**МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВИХ НАЛАШТОВУЄМИХ ФІЛЬТРІВ**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ НАСТРАЕВАЕМЫХ ФИЛЬТРОВ**

**MODELING DIGITAL SETTING FILTERS**

Науковий керівник - ст. викл. каф. «Радіотехнічних пристроїв», канд. техн. наук

Л. С. Фонар, L. Fonar

Студент - І. В. Шалопа, I. Shalopa

*Л.С. Фонар, І.В. Шалопа.* Моделювання цифрових налаштовуваних фільтрів. Приведено моделювання цифрових налаштовуваних фільтрів. Розглянуто структуру смугового фільтра, який описується коефіцієнтом передачі 2-го порядку. Побудовані сімейства амплітудно-частотних характеристик при різних значеннях параметрів  $b_1$  і  $b_2$ .

*Л.С. Фонарь, И.В. Шалопа.* Моделирование цифровых настраиваемых фильтров. Приведены моделирования цифровых настраиваемых фильтров. Рассмотрена структура полосового фильтра, который описывается коэффициентом передачи 2-го порядка. Построены семейства амплитудно-частотных характеристик при различных значениях параметров  $b_1$  и  $b_2$ .

*L. Fonar, I. Shalopa.* Modeling digital setting filters. Modeling of digital custom filters is given. The structure of the band filter, which is described by the transfer coefficient of the 2 order, is considered. The families of amplitude-frequency characteristics with different values of parameters  $b_1$  and  $b_2$  have been constructed.

Ключові слова. Смуговий фільтр, резонансна частота, добротність, амплітудно-частотна характеристика.

Ключевые слова. Полосовой фильтр, резонансная частота, добротность, амплитудно-частотная характеристика.

Keywords. Bandpass filter, resonant frequency, Q-factor, amplitude-frequency characteristic.

Цифрова фільтрація є найважливішою областю цифрової обробки сигналів. В першу чергу цифрові фільтри відрізняються високою якістю формування частотної характеристики, стабільністю параметрів, простотою зміни параметрів амплітудно-частотної характеристики і можливістю адаптації параметрів фільтру [1,2,3]. Метою роботи є створення цифрового фільтру, у якому шляхом підбору коефіцієнтів передавальної функції можливе налаштування фільтру на частоту вхідного сигналу. Без цифрових фільтрів неможливо здійснити обробку сигналів в реальному масштабі часу, що необхідно, наприклад, при обробці сигналів мобільного зв'язку у пристрої частотної селекції, приймачах радіозв'язку, передавачах базової станції та ін.

Розглянемо структуру смугового фільтру, який описується коефіцієнтом передачі 2-го порядку:

$$K(z) = a_0 \frac{1 - z^{-2}}{1 - b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}, \quad (1)$$

$$\text{де: } a_0 = \frac{1}{2,0586377081 + \frac{1}{Q}}, \quad b_1 = \frac{0,9756827626}{2,0586377081 + \frac{1}{Q}}, \quad b_2 = \frac{2,0586377081 - \frac{1}{Q}}{2,0586377081 + \frac{1}{Q}}, \quad Q - \text{ добротність.}$$

Коефіцієнт  $a_0$  грає роль нормувального, а коефіцієнти  $b_1$  і  $b_2$  призначені для вибору резонансної частоти і смуги пропускання фільтру.[4]

Для визначення амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) був використаний стаціонарний коефіцієнт передачі

$$K(j\omega) = a_0 \frac{1 - e^{-j2\omega T}}{1 - b_1 e^{-j\omega T} + b_2 e^{-j2\omega T}}. \quad (2)$$

Резонансна частота фільтру залежить від коефіцієнта  $b_1$ . При  $b_1=0$  вона дорівнює  $\frac{\omega_m}{2}$ .

Коефіцієнт  $b_2$  пов'язаний з добротністю резонатора. На підставі (2) побудовані сімейства АЧХ при різних значеннях параметрів  $b_1$  і  $b_2$  (рис. 1). В основі розрахунків закладена добротність  $Q=10, 7$  і  $5$ .

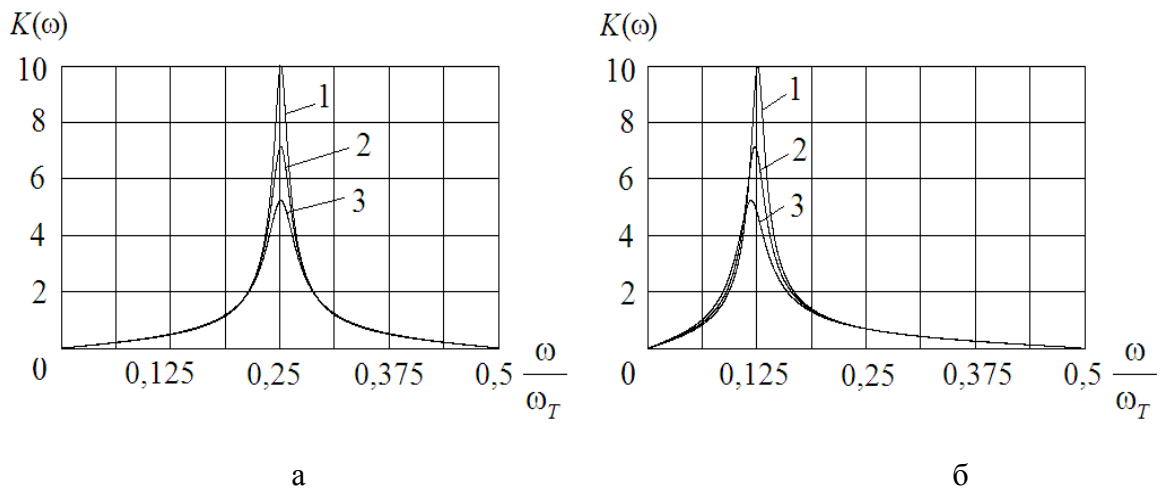


Рис.1 АЧХ смугових фільтрів при  $b_1=0$  (а) і  $b_1=1,35$ (б) для  $b_2=0,907$  (1),  $b_2=0,87$  (2),  
 $b_2=0,823$  (3)

Показано, що для вибору резонансної частоти і смуги пропускання цифрового фільтра слід встановлювати коефіцієнти  $b_1$  і  $b_2$ . На відміну від аналогового фільтра добротність  $Q=100$  і більше можлива тільки в цифровому варіанті. Надана структура фільтрів може бути застосована в пристроях з цифровою фільтрацією, а саме в цифровому телебаченні та цифровій телефонії.

#### Список літератури

1. Гадзиковский, В.И. Методы проектирования цифровых фильтров / В.И. Гадзиковский. — М.: Телеком, 2007, — 416 с.

Тези доповідей 53-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів  
«Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі» // Одеса: ОНПУ, 2018,  
вип. 53

2. Філіпський, Ю.К. Динаміка сигнальних перетворень: Нав. посіб. Для студентів ВНЗ / Ю.К. Філіпський. — Одеса: ОДПУ, 2006. — 89 с.
3. Фонарь, Л.С. Динамические характеристики цифровых фильтров без аналоговых прототипов / Л.С. Фонарь // Вісник Хмельницького національного університету — Хмельницький, 2013. — №5 (205) — С. 171 —176. (представлений у міжнародній наукометричній базі даних РИНЦ, Росія).
4. Фонарь Л.С., Синтез цифрового полосового фильтра второго порядка с помощью билинейного z-преобразования // Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций «РТ – 2010»: Материалы 6-й международной науч.-техн. конф., 19-24 апреля 2010 г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. – 529 с., с. 370.