

## ВПОРЯДКОВУВАННЯ КАСКАДІВ НЕРЕКУРСИВНИХ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

Поширеною формою реалізації нерекурсивних цифрових фільтрів (ЦФ) є каскадна. У цьому випадку передаточна функція ЦФ представляється як добуток декількох ЦФ більш низького порядку, наприклад, ЦФ другого порядку. Наявність ефекту квантування призводить до того, що вихідна похибка залежить від їхнього взаємного розташування, тому виникає задача знаходження такого порядку розташування каскадів, щоб мінімізувати вихідну похибку ЦФ.

Можливість довільного розташування каскадів ЦФ призводить до неоднозначності при реалізації, при цьому кількість реалізацій складає  $S!$ , де  $S$  – кількість каскадів ЦФ. Аналіз показав, що похибка, у залежності від реалізації, може змінюватися у декілька разів. Одним із методів розв'язання поставленої задачі, є перебір усіх можливих варіантів, тобто  $S!$  варіантів. Через складність знаходження оптимального розв'язку, є ряд рекомендацій щодо вибору прийняттого варіанту реалізації ЦФ.

У загальному вигляді схема, що реалізує ЦФ у каскадній формі, можна представити наступним чином (рис. 1). Будемо вважати, що ЦФ синтезований, розкладений на каскади і коефіцієнти ЦФ обмежені необхідною розрядністю, тому залишається визначити розташування каскадів, яке забезпечить мінімальну вихідну похибку ЦФ.

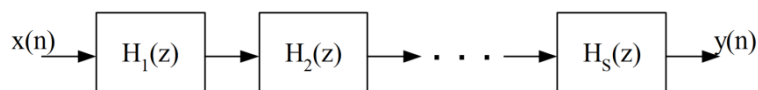


Рис. 1. Каскадна форма ЦФ

де  $x(n)$ ,  $y(n)$  – вхідна і вихідна послідовності відповідно;  $H_s(z)$  – передаточна функція  $s$ -го каскаду.

Кожен каскад буде джерелом похибок квантування  $\epsilon$ . Вплив усіх складових похибок можна показати за допомогою наступної схеми (рис. 2).

Вихідна похибка фільтра буде визначатися відповідно до виразу (1):

$$\epsilon z = s + 1S - \quad (1)$$

$$1s(z)u = s + 1SHuz + S(z),$$

де  $\epsilon(z)$  – похибка на виході  $s$ -го каскаду.

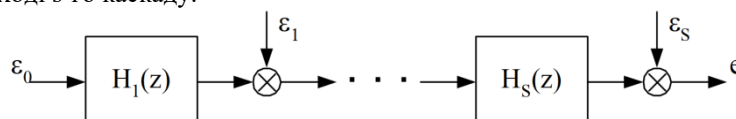


Рис. 2. Шумова модель ЦФ при каскадній реалізації

Вираз (1) є функціоналом, що дозволяє мінімізувати вихідну похибку фільтра, обумовлену квантуванням арифметичних операцій. Використавши функціонал, можна виконати його мінімізацію за допомогою генетичного алгоритму.

При вирішенні задачі генетичним алгоритмом необхідно виділити фенотип, який визначає реальний об'єкт. У нашому випадку в ролі фенотипу виступатимуть номери каскадів, які будуть утворювати хромосому (рис. 3).

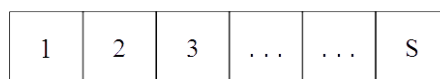


Рис. 3. Структура хромосоми

Загальний вигляд пропонованого алгоритму впорядкування каскадів ЦФ на базі генетичного алгоритму має вигляд:

1. Генерація початкової популяції;
2. Обчислення пристосованості хромосом (1);
3. Вибір вихідних хромосом (рішень) з найкращими значеннями пристосованості для створіння нової популяції;
4. Виконання операції схрещування;
5. Виконання операції мутації;
6. Якщо умову зупинки виконано, повертаємо хромосому з найкращим значенням пристосованості, а інакше переходимо до пункту 2 для обробки нової популяції.

Що стосується операторів схрещування та мутації, потрібно мати на увазі, що хромосома – не просто список цілих чисел, а список індексів, які представляють порядок розташування каскадів ЦФ, тому не можна перемішувати (схрещувати) частини двох списків або довільно змінювати (мутувати) індекс. Необхідно використовувати спеціалізовані оператори, що призначені для створення допустимих списків індексів.

В якості оператора схрещування використовувалося впорядковане схрещування, а в якості оператор мутації використовувалося мутація обертом.