

ІМПУЛЬСНО-КОДОВИЙ МОДУЛЯТОР З ПЕРЕДБАЧЕННЯМ СИГНАЛУ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі запропоновано імпульсно-кодовий модулятор (ІКМ) з перекриттям шкал і оптимальним передбаченням сигналу. Розроблено структуру ІКМ, що базується на перекритті розрядів вихідних кодів. Виконано аналіз оптимальних значень коефіцієнтів підсилення для різної кількості розрядів ІКМ, що дозволяє зменшити величину перекриття сходинок і покращити динамічні властивості модулятора.

Ключові слова: імпульсно-кодовий модулятор, оптимальне передбачення сигналу, динамічні похибки.

Abstract

The paper proposes a pulse code modulator (PCM) with overlapping scales and optimal signal prediction. The structure of PCM based on overlapping of bits of source codes is developed. The analysis of the optimal values of the gain for different numbers of PCM bits is performed, which allows to reduce the overlap of the steps and improve the dynamic properties of the modulator.

Keywords: pulse code modulator, optimal signal prediction, dynamic errors.

Вступ

Динамічні властивості імпульсно-кодового модулятора (ІКМ) відображають його здатність функціонувати зі змінними у часі вхідними сигналами. У динамічному режимі передатна характеристика ІКМ та його параметри суттєво відрізняються від значень, виміряних у статичному режимі. Реальний крок квантування ІКМ може відрізнитися від номінального кроку, заданого при нормуванні параметрів ІКМ у статичному режимі. Ця невідповідність виникає внаслідок інерційності та затримки реакції компараторів ІКМ на змінювання вхідного сигналу, що призводить до збільшення похибки та шуму квантування, тому для оцінювання похибок, що вносяться ІКМ в результаті динамічних вимірювань, необхідно керуватись не лише статичними, але й динамічними характеристиками [1,2].

Результати дослідження

Одним з шляхів покращення динамічних параметрів ІКМ є використання структурних методів надлишковості при побудові модуляторів, а саме створення багатоступеневих ІКМ, які дають можливість підвищити точність модуляторів при збереженні високої швидкодії ІКМ [3].

Для компенсації в структурах багатоступеневих ІКМ динамічних похибок, разом з перекриттям шкал сходинок цих модуляторів можна використовувати передбачення вхідного сигналу на момент його кодування аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) молодшого рівня. Це дозволяє також знизити вимоги до величини перекриття шкал сходинок ІКМ і підвищити тим самим їх роздільну здатність. Важливе місце тут займає вибір певного співвідношення між кількістю розрядів ступенів ІКМ і цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП) та кількістю розрядів вихідних відліків ІКМ [4].

Використання середньоквадратичного критерію оптимальності передбачення виду $E_{opt} = \min_{\alpha_k, \beta_l} M \left\{ \left[S_x(t_i) - S_{перед}(t_i, \alpha_k, \beta_l) \right]^2 \right\}$, направлене на мінімізацію середнього квадрата помилки передбачення E . Використання передбачення має сенс лише у випадку, якщо E_{opt} не перевищує середнього квадрата значень вхідного сигналу. Отже, вибір E_{opt} повинен задовольняти нерівності:

$$0 < E_{opt} \leq D_{ex}. \quad (1)$$

У загальному випадку, для визначення величини E_{opt} , необхідно у вираз для середнього квадрата помилки передбачення підставити результат розв'язання системи рівнянь, що дає оптимальні коефіцієнти передбачення

$$V \times B' = C, \quad (2)$$

де $C = \{c_k\}$; $k = \overline{1, n}$; $c_k = R(kT_\delta) - \sum_{l=1}^n b_l \cdot R(|l-k| \cdot T_\delta)$; $V = \{V_{kl}\}$; $V_{kl} = R(|l-k| \cdot T_\delta)$.

Для визначення оптимального, відповідно до вибраного критерію, вектора коефіцієнтів передбачення $B' = \{b'_k\}$, використовуємо вираз для взаємкореляційної функції вхідного та вихідного сигналів:

$$E_{onm} = R_{ex}(0) - \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n b'_k b'_l R(|l-k|T_\delta), \quad (3)$$

де $R_{ex}(0) = M\{S_{ex}^2(t_i)\} = D_{ex}$ – нульовий кореляційний момент вхідного сигналу.

Другий доданок у виразі (3) можна охарактеризувати як величину, на яку скорочується дисперсія сигналу, в результаті імпульсно-кодової модуляції при оптимальному передбаченні.

Структура ІКМ з передбаченням сигналу на базі перекриття шкал представлена на рис. 1.

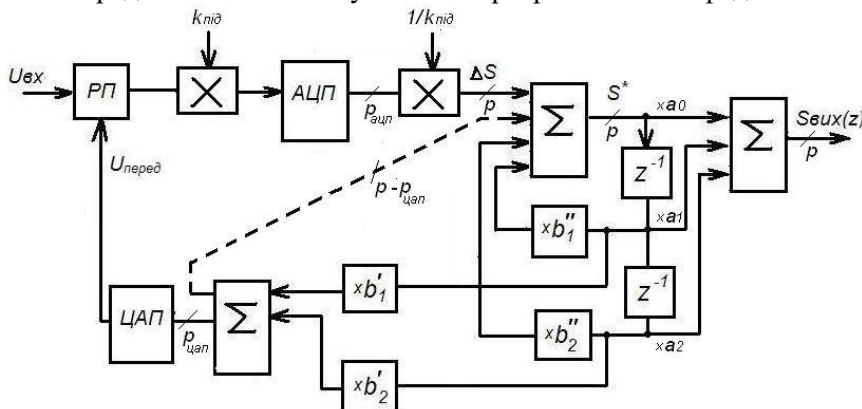


Рисунок 1 – Структура ІКМ з передбаченням сигналу

Діапазон вхідних сигналів блоків АЦП паралельного типу є фіксованою величиною. У цьому, випадку приведення у відповідність діапазону вхідних сигналів ступенів ІКМ і сигналу, що піддається перетворенню, досягається шляхом підсилення або послаблення даного сигналу, що відповідає еквівалентному звуженню або розширенню діапазону ІКМ. При цьому на виходах ступенів ІКМ після перетворення виконується відповідне масштабування одержаного відліку помилки передбачення.

Висновки

У роботі запропоновано ІКМ з перекриттям шкал і оптимальним передбаченням сигналу. Розроблено структуру ІКМ, що базується на перекритті розрядів кодів, а це дає змогу коригувати динамічні похибки другого роду, які не можуть бути враховані передбаченням. Виконано аналіз оптимальних значень коефіцієнтів підсилення для різної кількості розрядів ІКМ, що дозволяє зменшити величину перекриття сходинок і тим самим знизити вплив динамічних похибок другого роду, що в свою чергу дає змогу покращити динамічні властивості модулятора в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г. Методи та засоби аналого-цифрового перетворення високочастотних сигналів / Г.Г. Бортник, С.Г. Бортник, В.М. Кичак. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 128 с..
2. Бортник Г.Г. Методи та пристрої оцінювання характеристик імпульсно-кодових модуляторів ширококутних сигналів : Монографія / Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, Н.О. Пунченко. – Вінниця: ВНТУ, 2014. - 147.
3. Бортник Г.Г. Пристрій аналого-цифрового перетворення високочастотних сигналів / Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, О.В. Стальченко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – № 2.– С.82-85.
4. Бортник Г.Г. Швидкодіючий аналого-цифровий перетворювач підвищеної точності / Г.Г. Бортник // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2002. – № 5. – С. 47-50.

Бортник Геннадій Григорович – канд. техн. наук, професор кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bgen88@gmail.com

Bortnyk Gennadiy Grygorovych – Ph.D., Professor of the Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bgen88@gmail.com