

АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ТРАКТ ПРОГРАМНО-КЕРОВАНИХ РАДІОПРИЙМАЧІВ З ЧАСОВИМ УЩІЛЬНЕННЯМ СИГНАЛІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено метод підвищення роздільної здатності аналого-цифрових трактів (АЦТ) програмно-керованих радіоприймальних пристроїв з часовим ущільненням сигналів. Встановлено, що аналого-цифрове перетворення сигналів в АЦТ з часовим ущільненням вихідних сигналів виконується в окремих каналах з неідентичними смугами пропускання. Запропоновано здійснювати коригування смуг пропускання окремих каналів аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). Розроблено структурну схему АЦТ на базі часового ущільнення сигналів з коригуванням смуг пропускання окремих каналів АЦП.

Ключові слова: аналого-цифровий перетворювач, аналого-цифровий тракт, роздільна здатність, часове ущільнення сигналів

Abstract

The paper presents a method for increasing the resolution of analog-digital path (ADP) of software-controlled radio receivers with time compression of signals. It is established that analog-to-digital conversion of signals in ADP with time compression of output signals is performed in separate channels with non-identical bandwidths. It is proposed to adjust the bandwidths of individual channels of analog-to-digital converters (ADC). A structural diagram of an ADP based on time compression of signals with adjustment of the bandwidths of individual ADC channels is developed.

Keywords: analog-to-digital converter, analog-to-digital path, resolution, time compression of signals

Вступ

В сучасних програмно-керованих радіоприймальних пристроях (ПКРП) все частіше використовуються методи розширення смуги пропускання аналого-цифрових трактів (АЦТ), що базуються на паралельному ввімкненні аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). Паралельне ввімкнення кількох АЦП дозволяє використати метод часового ущільнення сигналів для покращення частотних характеристик ПКРП. Використання часового ущільнення сигналів дозволяє досягти значень частот дискретизації в паралельних АЦП до 10 - 20 ГГц [1]. Водночас, при практичній реалізації даного методу аналого-цифрового перетворення виникають проблеми, що пов'язані з розкидом смуг пропускання окремих зразків АЦП. В кінцевому результаті це відображається на звуженні динамічного діапазону та відповідно зменшенні роздільної здатності при перетворенні вхідних сигналів [2]. Для компенсації похибок частотної неідентичності використовують різноманітні способи калібрування каналів АЦТ.

Розробка ПКРП, що обробляють ВЧ-сигнали, обумовлює актуальність дослідження методів коригування похибок аналого-цифрових трактів з часовим ущільненням сигналів.

Метою роботи є підвищення роздільної здатності аналого-цифрових трактів ПКРП з часовим ущільненням сигналів за рахунок коригування смуг пропускання окремих каналів АЦП.

Результати дослідження

Структура АЦТ ПКРП з часовим ущільненням сигналів передбачає подачу вхідного аналогового сигналу одночасно на входи усіх АЦП (АЦП1 ... АЦПL). З виходів блоку керування (БК) на тактові входи кожного з АЦП подаються імпульси дискретизації з періодом LT_s та зсунені за фазою. Це дозволяє забезпечити синхронність часового ущільнення сигналів у цифровій формі та відновити цифровий сигнал D_{out} за допомогою цифрового мультиплексора (МП), частота дискретизації якого в L разів вища частоти перетворення окремого АЦП. Таким чином досягається розширення смуги пропускання засобів цифрового оброблення сигналів ПКРП у L разів. Очевидно, що якість сформованого цифрового сигналу буде залежати від ідентичності паралельних каналів АЦТ. Відмінність у смугах пропускання каналів АЦП спричиняє погіршення роздільної здатності АЦТ ПКРП.

Для зниження похибок неідентичності смуг пропускання пропонується ввести опорний додатковий АЦП (ДАЦП), що функціонує з нижчою частотою дискретизації. У робочому режимі роботи один з L каналів АЦП калібрується. Водночас опорний ДАЦП функціонує з частотою $\frac{f_s}{L+1}$, що дозволяє йому працювати у фазі з одним із робочих АЦП у кожному циклі перетворення LT_s .

На рис. 1 представлена структурна схема аналого-цифрового тракту ПКРП на базі часового ущільнення сигналів з коригуванням смуг пропускання окремих каналів АЦП.

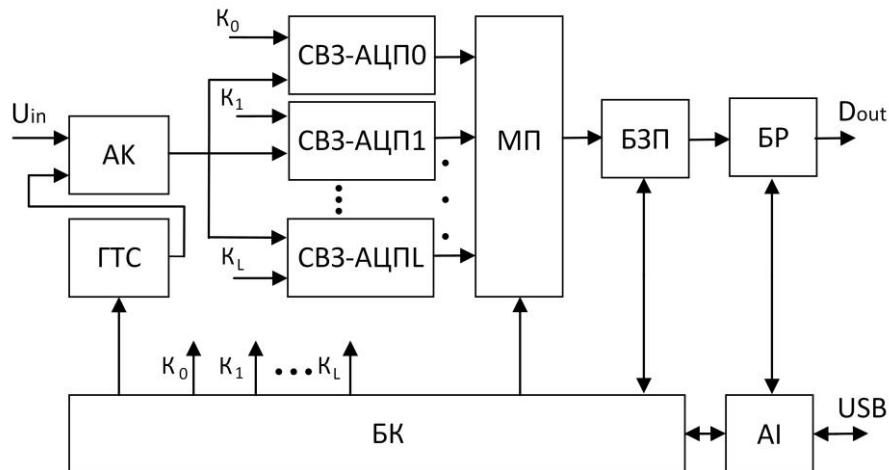


Рис. 1. Структурна схема аналого-цифрового тракту ПКРП з часовим ущільненням сигналів

АЦТ ПКРП працює у двох режимах: калібрування та робочому з коригуванням. У режимі калібрування через аналоговий комутатор (АК) на входи усіх каналів ПАЦП з виходу генератора тестових сигналів (ГТС) подається сигнал синусоїдальної форми. Массив цифрових даних з виходу АЦТ накопичується у буферному запам'ятовувальному пристрої (БЗП). Потім накопичений массив через адаптер інтерфейсу (АІ) та шину USB подається в комп'ютер, де виконується розрахунок похибок неідентичності смуг пропускання каналів АЦТ. Кожен канал АЦТ містить на вході цифроаналоговий перетворювач (ЦАП), що виконує функцію цифрового потенціометра для вхідних сигналів схем вибірки та зберігання (СВЗ). Розраховані коефіцієнти передачі з виходів блоку керування (БК) подаються на відповідні канали АЦТ.

Висновки

У роботі представлено метод підвищення роздільної здатності аналого-цифрового тракту ПКРП з часовим ущільненням сигналів. Встановлено, що аналого-цифрове перетворення сигналів в АЦТ з часовим ущільненням вихідних сигналів виконується в окремих каналах з неідентичними смугами пропускання. Запропоновано здійснювати коригування смуг пропускання окремих каналів АЦП. Розроблено структурну схему АЦТ на базі часового ущільнення сигналів з коригуванням смуг пропускання окремих каналів АЦП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г., Кичак В.М., Стальченко О.В. Аналого-цифрові тракти комп'ютерних систем з цифровим обробленням високочастотних сигналів : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2016. – 140 с.
2. Бортник Г.Г., Бортник С.Г., Кичак В.М. Методи та засоби аналого-цифрового перетворення високочастотних сигналів: монографія. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 128 с.

Бортник Олександр Геннадійович – аспірант кафедри інфокомунікаційних систем і технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: alex.bortnik.it@gmail.com

Bortnyk Oleksandr Hennadiiovych – postgraduate of the Department of Infocommunication Systems and Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alex.bortnik.it@gmail.com