

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ АНАЛІЗАТОР РАДІОСИГНАЛІВ¹ Вінницький національний технічний університет;**Анотація**

У роботі представлено метод спектрального аналізу вузькосмугових радіосигналів (РС) на базі багатоетапного цифрового оброблення масиву вибірок досліджуваного сигналу. При цьому з'являється можливість суттєво скоротити час для визначення спектральних складових РС та забезпечити режим функціонування засобів первинного оброблення РС у реальному масштабі часу. Розроблено структуру апаратно-програмного аналізатора РС, який характеризується широкою смугою робочих частот, мінімальними апаратними затратами та функціонує в реальному масштабі часу.

Ключові слова: радіосигнали, цифрове оброблення сигналів, спектральний аналіз

Abstract

The method of spectral analysis of narrowband radiosignals (RS) on the basis of the rich-tapestry digital processing of the array of samples of the investigated signal is presented in the paper. In this case, there is an opportunity to significantly shorten the time to determine the spectral components of the PC and to provide the mode of functioning of the primary processing of the RS in real time. The structure of the hardware-software analyzer of RS is developed, which is characterized by a wide band of working frequencies, with minimal hardware costs and functions in real time.

Keywords: radiosignals, digital signal processing, spectral analysis

Вступ

Існуючі засоби аналізу радіосигналів (РС) базуються на використанні методів цифрового оброблення сигналів (ЦОС), а саме – алгоритмів на базі швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) [1]. Сучасні цифрові засоби первинного оброблення РС, що використовують ШПФ, характеризуються високою точністю та роздільною здатністю. Разом з тим, при розв'язанні задач, пов'язаних зі спектральним аналізом вузькосмугових РС у радіотехнічних системах, що функціонують у реальному масштабі часу, продуктивність існуючих методів і засобів ЦОС виявляється недостатньою [2, 3].

Останнім часом запропоновано декілька модифікованих методів спектрального аналізу на базі алгоритмів ЦОС, які було розроблено для того, щоб послабити обмеження за продуктивністю, що властиві цифровим спектральним методом [1, 3]. Незважаючи на певні результати, досягнуті у зазначених вище публікаціях, питання підвищення продуктивності цифрового спектрального аналізу вузькосмугових РС як і раніше залишається актуальним.

Метою роботи є підвищення продуктивності засобів аналізу радіосигналів за рахунок багатоетапного оброблення вибірок досліджуваного сигналу.

Результати дослідження

Слід зазначити, що до класу вузькосмугових сигналів відносяться РС на базі амплітудної, балансної та односмугової модуляції, а також групові сигнали систем зв'язку з частотним розділенням каналів. У реальному масштабі часу кінцевий результат спектрального аналізу T_{FFT} має бути отриманий за час, що не перевищує тривалість T_R оброблюваної реалізації вузькосмугового сигналу.

На першому етапі оброблення сформований вхідний масив даних переноситься по осі частот на величину $-a$. Для цього здійснюється множення відліків вхідного сигналу на відповідні відліки дискретної експоненти $e^{-j\frac{2\pi \cdot a \cdot n}{N}}$, тобто $x_a(n) = x(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi \cdot a \cdot n}{N}}$. На базі отриманої послідовності можна знайти спектр вузькосмугового сигналу, що зважений віконною функцією:

$$Y(k) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{m \cdot q} - 1} \omega_c(n) \cdot X(n) \cdot e^{-j\frac{2\pi \cdot n \cdot k}{N}}, \quad (1)$$

де $n = 0, 1, \dots, m - 1$.

Багатогранність цілей виконання досліджень РС, а також методів спектрального аналізу РС, зумовлюють формування великої кількості різних варіантів побудови засобів оброблення РС [1]. Найбільш раціональним способом реалізації засобів цифрового оброблення вузькосмугових РС є апаратно-програмний. При цьому фіксування РС здійснюється в реальному часі без втрат інформації. Структурна схема апаратно-програмного засобу первинного оброблення РС представлена на рис. 1.

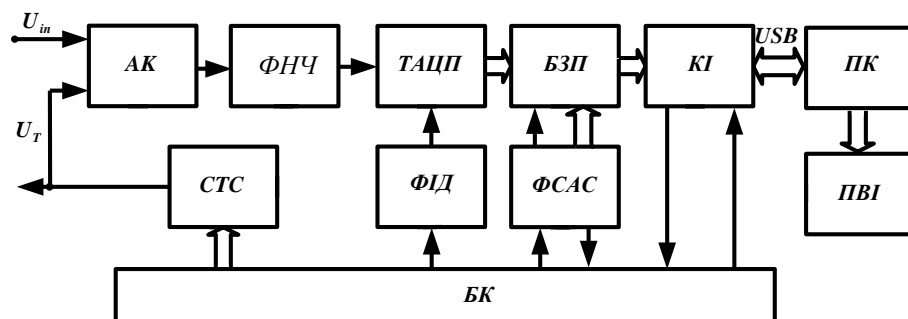


Рисунок 1- Структурна схема апаратно-програмного аналізатора РС

Ця структура характеризується широкими функціональними можливостями і високою граничною частотою вхідного сигналу. Вхідний масив даних накопичується у буферному запам'ятовувальному пристрої (БЗП). Слід зазначити, що цикл запису БЗП не повинен перевищувати період дискретизації тракту аналого-цифрового перетворення (ТАЦП) [4].

Імпульси дискретизації надходять у ТАЦП з виходу формувача імпульсів дискретизації (ФІД). Сигнал синхронізації та адресні коди надходять на відповідні шини БЗП з виходу формувача сигналів адреси та синхронізації (ФСАС). Процес функціонування апаратно-програмного засобу складається з таких етапів: подача тестового сигналу на вхід пристрою, зняття вихідного сигналу та виділення РС, аналого-цифрове перетворення РС, накопичення масиву цифрових відліків РС, передавання їх у ПК, спектральний аналіз згідно запропонованого методу та отримання оцінок параметрів РС.

Висновки

Запропоновано метод спектрального аналізу вузькосмугових радіосигналів на базі багатоетапного цифрового оброблення масиву вибірок досліджуваного сигналу, що дає можливість суттєво скоротити час для визначення спектральних складових РС та забезпечити режим функціонування засобів первинного оброблення РС у реальному масштабі часу. Розроблено структуру апаратно-програмного аналізатора РС, який характеризується високою продуктивністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г. Методи та засоби первинного цифрового оброблення радіосигналів / Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, В.М. Кичак. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 168 с.
 2. Бортник Г.Г. Методи та засоби оцінювання параметрів абонентських ліній зв'язку / Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, В.Ф. Яблонський. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 139 с.
 3. Бортник Г.Г. Методи та засоби підвищення ефективності оцінювання фазового дрижання сигналів у телекомунікаційних системах / Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, В.М. Кичак. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 140 с.
 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
- Вітер Ринат Миколайович** – аспірант кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: donyray7@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
- Viter Rinat Mikolayevych** – postgraduate of the Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: donyray7@gmail.com