

Г. Г. Бортник<sup>1</sup>, Р. М. Вітер<sup>1</sup>, Вуйцик В.<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Україна, Вінниця, Вінницький національний технічний університет,  
<sup>2</sup>Польща, Люблін, Люблінська політехніка)

## ПРИСТРІЙ ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ

**Анотація.** У роботі представлено пристрій запам'ятовування та відтворення радіосигналів (РС), що функціонує в умовно-реальному масштабі часу. Цей режим передбачає, що аналого-цифрове перетворення та визначення спектра РС здійснюється в реальному часі без втрати інформації, а подальше вторинне оброблення сигналів здійснюється зі швидкістю, яка визначається швидкодією елементної бази цифрового пристрою.

**Ключові слова:** пристрій запам'ятовування, спектральний аналіз, продуктивність, швидке перетворення Фур'є, радіосигнали

**Abstract.** The paper presents a device for storing and reproducing radio signals (RS), which operates on a real-time basis. This mode assumes that analog-to-digital conversion and spectrum determination of the RS is performed in real time without loss of information, and further secondary signal processing is carried out at a rate determined by the speed of the element base of the digital device.

**Keywords:** memory device, spectral analysis, performance, fast Fourier transform, radiosignals

Пристрої запам'ятовування та відтворення радіосигналів (ПЗВС) є невід'ємною частиною систем інформаційного забезпечення сучасних радіотехнічних комплексів. Вони призначені для запам'ятовування частотно-часової та просторової структури радіосигналів, що приймаються; видачі даних до систем вимірювання та аналізу параметрів цих сигналів; відтворення в необхідні проміжки часу радіосигналів [1].

Недоліки аналогових ПЗВС значною мірою подолані в цифрових засобах запам'ятовування та відтворення. Знаходять застосування три методи цифрового запам'ятовування та відтворення РС [2]. Перший метод базується на запам'ятовуванні послідовності відліків РС  $s(t)$ . Цифровий образ РС запам'ятовується, а потім, при необхідності, відтворюється цифро-аналоговим перетворювачем (ЦАП). Другий метод – амплітудно-фазовий, передбачає цифрове представлення амплітуди  $S_c(t)$  та фази  $\phi_c(t)$  РС. Запам'ятовування відліків амплітуди  $S_{cd}(t)$  та фази  $\phi_{cd}(t)$  відбувається в оперативному запам'ятовуючому пристрої (ОЗП). Відтворення РС  $u_e(t)$  відбувається шляхом амплітудної модуляції ВЧ-сигналу гетеродину.

Третій метод – спектральний, передбачає представлення вхідного РС  $s_c(t)$  у спектральній області  $S_c(\omega)$  з подальшим його цифровим обробленням.

При цьому використовуються алгоритми ШПФ. В ОЗП записуються цифрові образи спектральної густини  $S_{cd}(\omega)$  РС, а відтворення аналогового РС здійснюється пристроєм ОШПФ. Структура ПЗВС, що реалізує спектральний метод, представлена на рис. 1.

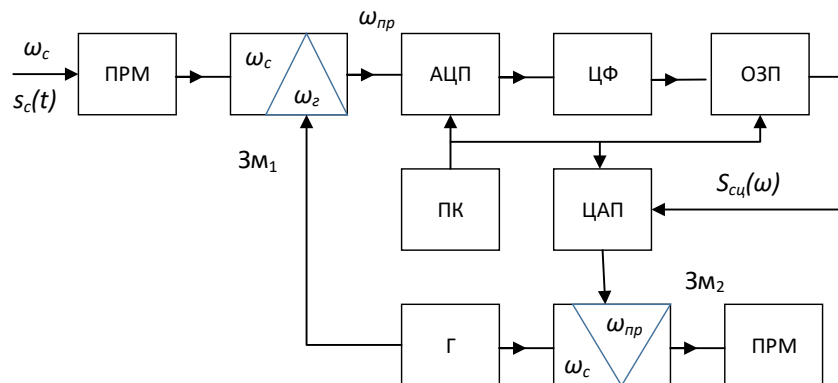


Рисунок 1 - Структура пристрою запам'ятовування та відтворення радіосигналів

Радіосигнал  $s_c(t)$ , з виходу приймача ПРМ, поступає на змішувач  $ЗМ_1$ , куди також подається сигнал  $u_e(t)$  внутрішнього гетеродину  $\Gamma$ , частота якого  $\omega_z(t)$  близька до середньої частоти  $\omega_c$  прийнятого РС  $s_c(t)$ . Носійна частота РС знижується до значення  $\omega_{np} = \omega_c - \omega_z$ , що забезпечує роботу цифрового пристрою. Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) виконує цифрове кодування аналогового сигналу  $s_{cnp}(t)$  або його спектральної густини  $S_c(\omega)$ . Після формування спектра РС у цифровому фільтрі (ЦФ) цифровий образ РС  $s_{cu}(t)$  або його спектральної густини  $S_{cu}(\omega)$  запам'ятовується в ОЗП. Цифрові слова  $s_{cu}(t)$  або  $S_{cu}(\omega)$ , які зчитуються з ОЗП, перетворюються в ЦАП в аналоговий сигнал  $s_{cnp}(t)$ . Середня частота сигналу  $s_{cnp}(t)$  дорівнює  $\omega_{np}$ , тому для відтворення вхідного РС  $s_c(t)$  за допомогою змішувача  $ЗМ_2$  та гетеродина  $\Gamma$  спектр низькочастотного сигналу  $s_{cnp}(t)$  зміщується на частоту  $\omega_c = \omega_z + \omega_{np}$ . В результаті на виході змішувача  $ЗМ_2$  формується копія  $s_e(t)$  початкового РС  $s_c(t)$ .

### Література

1. Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба. Цифровое запоминание и воспроизведение радиосигналов и электромагнитных войн / А. И. Куприянов. – М.: Вузовская книга, 2009. – 360 с.
2. Бортник Г.Г. Методи та засоби первинного цифрового оброблення радіосигналів / Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, В.М. Кичак. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 168 с.