

## ПАНОРАМНА ОБРОБКА ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ SDR

**Анотація.** Проведено практичне дослідження математичної моделі панорамної обробки широкосмугових сигналів з використанням SDR.

**Ключові слова:** SDR, спектр, когерентний сигнал.

**Abstract.** In this work practical research of the mathematical model of panoramic processing of broadband signals using Software-defined radio.

**Keywords:** SDR, spectrum, coherent signal.

Обробка широкосмугових сигналів пов'язана з вирішенням багатьох комплексних завдань [2,3], зокрема для підвищення точності детектування [1,4] необхідна обробка цифрових сигналів I/Q когерентних каналів [5].

Для когерентного прийому обчислюється взаємна кореляція між прийнятим сигналом і опорними сигналами, що представляють собою гармонійні коливання з використовуваними для маніпуляції частотами. Взаємна кореляція сигналу з k-м опорним сигналом для n-го за часом символу розраховується наступним чином:

$$z_k(n) = \int_{nT}^{(n+1)T} s(t) \cos(\omega_k t + \varphi_{0k}) dt,$$

де  $S(t)$  - фазоманіпульований сигнал,  $\omega_k$  - частота маніпуляції, відповідна символу, рівному k,  $\varphi_{0k}$  - початкова фаза посилки, T - тривалість передачі символу. Використані межі інтегрування задають обробку n-го символу.

Взаємна кореляція сигналів при нульовому зсуві по часу буде дорівнювати:

$$B(0) = \int_0^T S_0(t) S_1(t) dt = A^2 \int_0^T \cos(\omega_0 t) \cos(\omega_1 t) dt = \frac{A^2 \sin(\omega_1 + \omega_0)T}{2(\omega_1 + \omega_0)} + \frac{A^2 \sin(\omega_1 - \omega_0)T}{2(\omega_1 - \omega_0)}$$

Якщо  $(\omega_1 + \omega_0)T \gg 1$ , то перший доданок значно менше другого і їм можна знехтувати, тоді:

$$B(0) \approx \frac{A^2 \sin(\omega_1 - \omega_0)T}{2(\omega_1 - \omega_0)}$$

Це значення дорівнює нулю при  $(\omega_1 - \omega_0)T = \pi n$ , де n - ціле число, не рівне нулю. Таким чином, мінімальне значення відстані між сусідніми частотами маніпуляції, при якому посилки, відповідні різним символам, виявляються некорельованими, становить половину символної швидкості:

$$\Delta\omega_{\min} = \frac{\pi}{T}; \quad \Delta f_{\min} = \frac{1}{2T} = \frac{f_t}{2},$$

де  $f_t$  - символна швидкість.

Результатом обробки є отримана спектральна характеристика. Подібна характеристика отримана на SDR [6] спектроаналізаторі. Отримана характеристика широкосмугового сигналу діапазону 900 МГц наведена на рис.1.

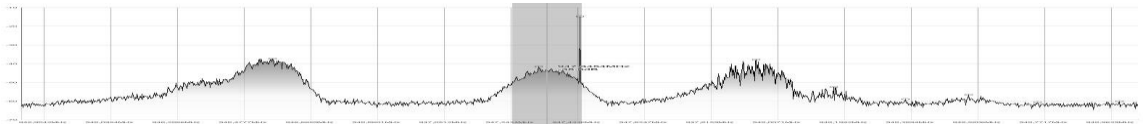


Рисунок 1 – Спектр діапазону 900 МГц отриманий за допомогою SDR

Таким чином, дана математична модель використана для проведення панорамної обробки широкосмугових сигналів при SDR, на основі когерентного прийому в I та Q каналах отримано спектр ВЧ сигналів.

### Література

1. Белов В.С. Використання комбінованих типів модуляції при OFDM // В.С. Белов, А.С. Белов / Матеріали XLV НТК факультету радіотехніки, зв'язку та приладобудування (2016) - Конференції ВНТУ електронні наукові видання. Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzip/all-frtzip-2016/paper/view/1243>.
2. Белов В.С. Визначення кута фазового зсуву в багатопозиційних цифрових модуляціях / В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: матеріали XV міжнар. наук.-техн. конференції (10-14 вересня 2015 р., м.Одеса). – Одеса-Хмельницький : ХНУ, 2015. – С. 103.
3. Белов В.С. Аналіз спектру в діапазоні НВЧ на основі квадратурної обробки елементарних складових / В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – № 1 – С. 83.
4. В.С. Белов. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки. – 2013. – Т. 6, № 12(66) – С. 11-14. - ISSN: 1729-4061
5. В.С. Белов. Визначення фазових станів у багатопозиційних маніпуляціях з квадратурним представленням інформації / В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013 – № 3 – С. 135-138.
6. Кичак В.М. Реалізація універсального цифрового демодулятора на основі швидкодіючих перетворювачів / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. - № 2.- С. 152-156.