

Дослідження складного багатозафазного сигналу на базі коду Френка

Роман Янкевич

Кафедра радіоелектронних пристроїв і систем, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів, вул.С.Бандери, 12, E-mail: dagoth@ukr.net

Abstract – The results of complex multiphase signal, based on Frenk codes research are given in this paper.

Ключові слова – complex signals, ambiguity function, signal modeling, Frank code.

I. Вступ

Складні сигнали забезпечують високу завадостійкість радіотехнічних систем, дозволяють організувати одночасну роботу різних радіосистем в одному і тому ж частотному діапазоні (забезпечують електромагнітну сумісність систем), дозволяють успішно боротися з багатопроменевістю поширення оцирення радіохвиль шляхом розділення променів, дозволяють забезпечити одночасну високу роздільну здатність систем як за віддаллю так і за частотою, забезпечують скритність роботи системи, коли радіосистемі надаються властивості протидіяти виявленню її роботи та перехопленню інформації яка передається з допомогою таких сигналів.

З усіх можливих реалізацій сингалу, які можуть бути сформовані при заданих значеннях інформаційних параметрів, як правило вибирають такі, які забезпечують найбільш достовірну передачу інформації, захист інформації від завад, забезпечують лише санкціонований доступ до інформації, що передається з допомогою цього сигналу, забезпечують високу роздільну здатність системи, скритність передачі інформації тощо. Найбільш доцільним в такому випадку є використання складних сигналів, які мають складну будову спектра та кореляційних характеристик. Особливу увагу привертають сигнали, що мають функцію невизначеності типу «X», оскільки вони можуть забезпечити багато режимність та багатозафазність, наприклад, в таких складних системах як радіолокатори.

II. Алгоритми формування

Тривалість сигналу T_C розбивається на M часових позицій тривалістю $\tau = T_C / M$ і на кожній з них формується елементарний радіочастотний сигнал з комплексною амплітудою $A_i = e^{j\varphi_i}$ значення фази на i -й позиції вибирається відповідно до впорядкованих послідовностей, які називаються кодами Френка, і є кратними основному фазовому куту $\varphi_0 = \frac{2\pi}{N}$, де N - кількість градацій фази.

III. Методи розрахунку основних характеристик

Розраховувались такі характеристики, як амплітудно-частотний спектр, автокореляційна функція та просторова функція невизначеності.

Спектр сигналу розраховувався за (1):

$$S(j\omega) = F(|S(t)|^2) \quad (1)$$

де F – пряме перетворення Фур'є.

Автокореляційна функція обчислювалась за (2):

$$B(\tau) = F^{-1}(F(S(t)) \cdot F^*(S(t))) \quad (2)$$

де F^{-1} – зворотне перетворення Фур'є, F^* – комплексне спряження до F .

Оскільки АКФ є функцією невизначеності при $\tau_D = 0$, то сама функція невизначеності обчислена згідно (3):

$$\chi(\tau, f_D) = F^{-1}(F(S(t)) \cdot F^*(S(t - \tau_D))) \quad (3)$$

IV. Отримані результати

В даній статі розглянутий фазоманіпульований сигнал на базі кодів Френка, тобто він складається з двох частин: прямого коду Френка та зворотного коду Френка при $N=9$. Такий алгоритм формування взятий по аналогії до складеного ЛЧМ сигналу, функція невизначеності якого є типу «X».

Всі розрахунки здійснювались за допомогою спеціально складеної програми в середовищі MATLAB.

Спектр такого сигналу зображений на Рис. 1:

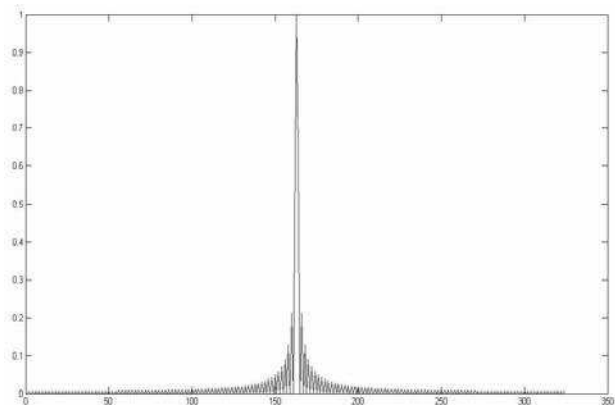


Рис. 1. Амплітудно-частотний спектр

Автокореляційна функція сигналу зображена на Рис. 2:

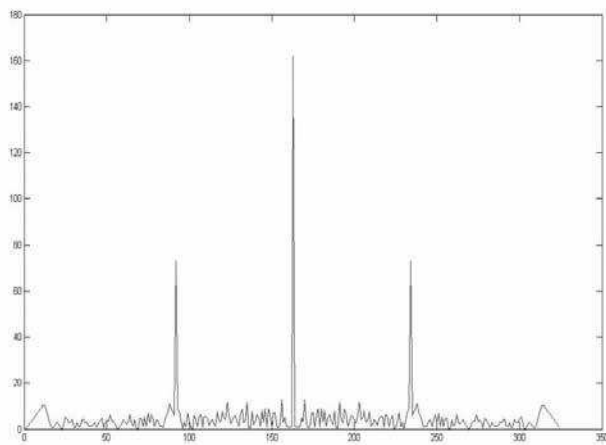


Рис. 2. Автокореляційна функція

Просторово функція невизначеності зображена на Рис. 3:

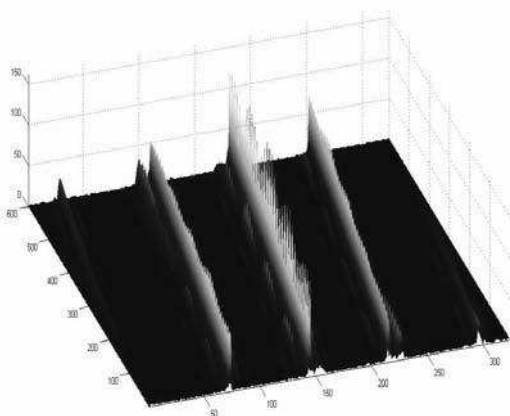


Рис. 3. Діаграма невизначеності

Як видно з Рис. 3, функція невизначеності даного сигналу не являється типу «X», проте є «похилою», що дає використати описаний нижче спосіб отримання бажаного виду діаграми невизначеності.

V. Деякі властивості кореляційних характеристик досліджуваного сигналу

При малих зсувах по частоті внаслідок доплерівського ефекту було зауважено, що рівень бокових пелюстків змінюється пропорційно цьому зсуву частоти. Проте така зміна не є постійною і зі збільшенням впливу доплерівського зсуву проявляє коливний характер.

Як було вже сказано, отримана функція невизначеності не являється типу «X», проте є «похилою», тобто залежить від доплерівського зсуву частоти. Якщо ж вплив доплерівського зсуву частоти є значним, то для того щоб можна було використати кореляційну характеристику для точного виявлення в часі сигналу та визначення доплерівського приросту частоти можна використати «дзеркальне» відображення такої характеристики. Математичне представлення «віддзеркалення» записане у (4):

$$\chi(\tau, f_d) = F^{-1}(F(S(t - \tau_d)) \cdot F^*(S(t))) \quad (4)$$

Просумувавши (3) та (4) отримаємо вираз для тіла виду «X», яке буде так само залежати і від часу, і від доплерівського зсуву частоти:

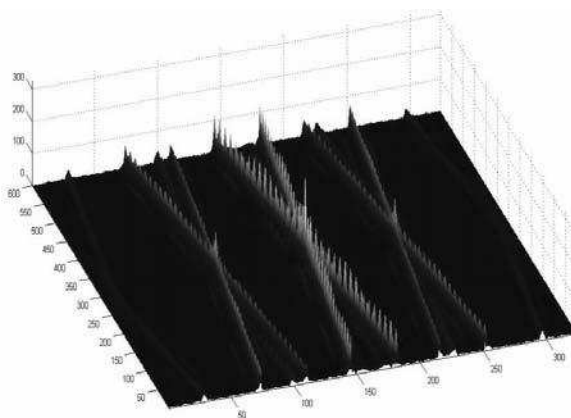


Рис. 4. Просторово, функція виду «X»

В даному випадку знайти точний час приходження сигналу, як середній час між двома центральними чи боковими піками нескладно, так само як і не складно визначити доплерівський зсув частоти, як половина віддалі між крайніми чи між центральними піками. Проте таку закономірність розходження піків можна використати при доволі великих приростах частоти внаслідок ефекту доплера, для малих же значеннях як було вже згадано можна використати відношення амплітуд центрального і бокових піків.

Висновок

В цій статті було подано результати дослідження багатофазного сигналу на базі коду Френка, а також запропоновано методи визначення таких параметрів, як час приходження імпульсу, доплерівський зсув частоти.

З отриманих результатів дослідження видно, що отримати сигнал з діаграмою невизначеності виду «X» не вдалося, проте запропоновано метод синтезу такої діаграми. Такий метод є простим, але більш ресурсоемким в обчислювальному сенсі у порівнянні з обрахунком тільки діаграми невизначеності.

На даний момент ведуться подальші дослідження, здійснюється пошук альтернативних сигналів з таким видом функції невизначеності, оскільки вони можуть забезпечити такі можливості, як багаторежимність та багатофункціональність, що є необхідним в таких складних системах як радіолокатори.

- [1] "Modern radar. Analysis, evaluation and system design", The Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania, pp 204-216, 1965.
- [2] М. Сумик, І. Прудіус, Р. Сумик, "Теорія сигналів", видавництво «Бескид Біт», Львів, 2008.
- [3] П.А. Бакулев, "Радиолокационные системы", издательство «Радиотехника», Москва, 2004.