

ПОРІВНЯЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛІВ СФОРМОВАНИХ ЗА ЗАКОНОМ КОДІВ ФРЕНКА

Правда В. І. к.т.н., проф.; Бичков В. Є.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Системи, що використовують широкосмугові сигнали (ШСС), мають ряд переваг перед системами, що використовують традиційні методи модуляції (АМ, ЧМ). Це стійкість до перешкод і навмисного втручання, труднощі у виявленні та перехопленні, можливість закриття інформації.

В якості пристроїв виявлення широкосмугових сигналів використовують корелятори або узгоджені фільтри. Кожен ШСС можна охарактеризувати автокореляційною функцією (АКФ), яка має максимальне значення основної пелюстки і певний рівень бічних пелюстків. При виборі зондуючого сигналу доцільно порівнювати максимальні пелюстки АКФ. При виявленні цілей з різним значенням ефективної поверхні відбиття (ЕПВ), сигнал від цілі з малим значенням ЕПВ може бути замасковано бічними пелюстками кореляційної функції сигналу з більшим значенням ЕПВ. Тому актуальною проблемою є знаходження форми сигналу, АКФ якого мала б низький рівень бокових пелюстків.

Формування багатофазних сигналів на базі кодів Френка відбувається наступним чином [1]. Тривалість сигналу T_c розбивається на M часових позицій тривалістю $\tau_0 = \frac{T_c}{M}$ і на кожній з них формується елементарний ра-

діочастотний сигнал з комплексною амплітудою $\dot{A}_i = A_i e^{j\varphi_i}$, де i — порядковий номер часової позиції ($i = 0, 1, 2, \dots, M-1$); $A_i = 1$ для всіх значень i ; φ_i — значення фази на i -й позиції. Значення фази на i -й позиції вибирається відповідно впорядкованих послідовностей, які називаються кодами Френка. Значення фаз φ_i є кратним основному фазовому куту $\varphi_0 = \frac{2\pi}{N}$, що має назву — рівень квантування фази. Вибір значень фаз, виміряних в одиницях рівнів квантування, здійснюється згідно з [1].

Максимальні бічні викиди — менш ніж рівень $1/\sqrt{M}$. Тіло невизначеності (рис. 1) близьке до тіла невизначеності сигналу з лінійною частотною модуляцією, що визначається квазіквадратичною зміною символів сигналу Френка.

Сигнал на базі кода Френка дискретно наближений до ЛЧМ сигналу, тому погіршення форми АКФ внаслідок доплеровського зсуву відбувається не так швидко як у біфазних сигналів [2].

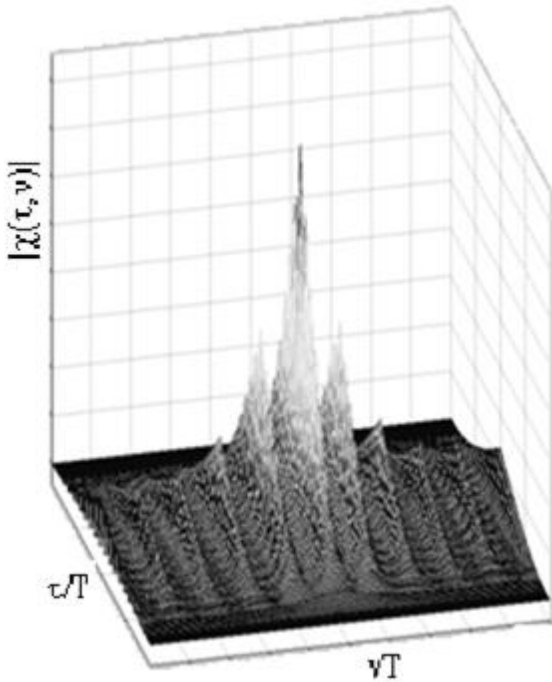


Рисунок 1.

мається величина $1/\sqrt{M}$, що одержана шляхом статистичних досліджень.

Порівняємо рівні бічних пелюсток АКФ сигналів, що сформовані на базі M -послідовності та на базі кода Френка. Дослідимо сигнали з базами 511(рис. 2) та 1023(рис. 3).

Серед фазоманіпульованих сигналів найчастіше використовуються сигнали, які формуються на основі кодових M -послідовностей [3]. Вони формуються за допомогою лінійних регістрів зсуву. Найчастіше використовуються та найбільш детально вивчені методи формування послідовностей на базі регістрів зсуву із зворотними зв'язками. Послідовність на виході n -розрядного лінійного регістра зсуву із зворотнім зв'язком завжди періодична. Період повторення не може перевищувати $M = 2^n - 1$. Як правило за оцінку рівня бокових пелюсток функції невизначеності обмежених M -послідовностей прий-

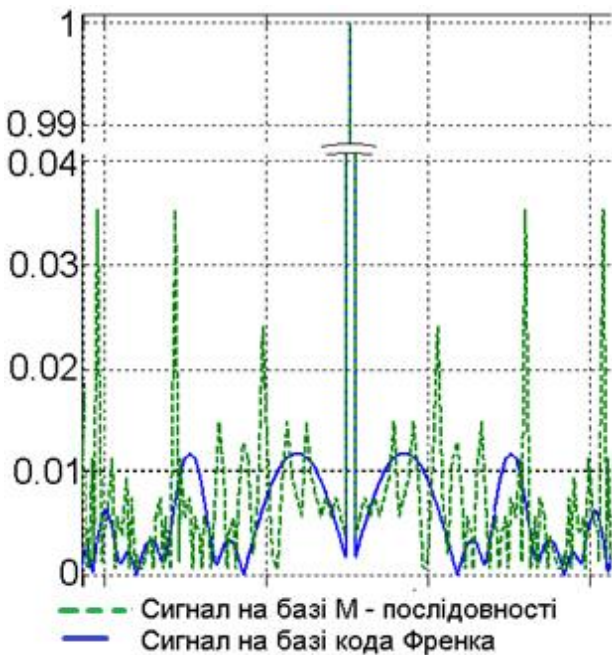


Рисунок 2.

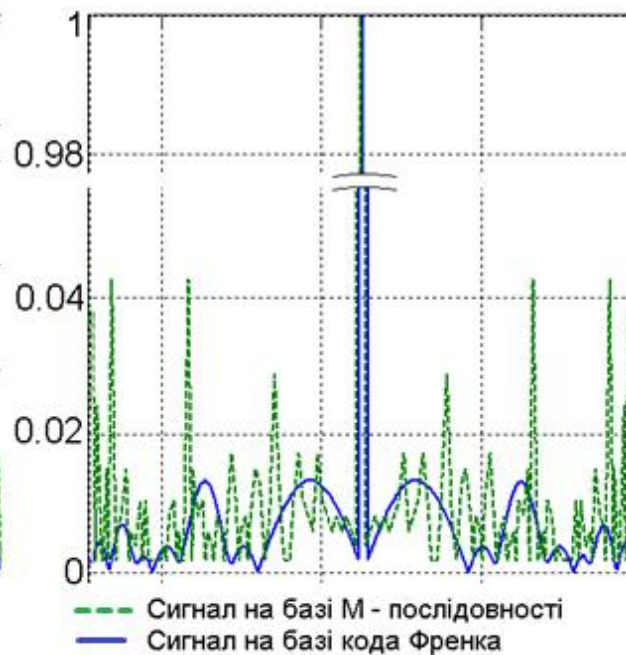


Рисунок 3.

Бічні пелюстки у сигнала сформованого на базі кода Френка в 3,14 разів менше ніж у сигнала на базі M -послідовності.

Основною проблемою теорії сигналів радіотехнічних систем є проблема синтезу сигналів, які задовольняють розробників своїми кореляцій-

ними властивостями. При гарних кореляційних властивостях рівні бічних пелюстків функції взаємкореляції та функції автокореляції сигналів мають бути малими. Код Френка є альтернативою псевдовипадкових кодів. У порівнянні з M послідовністю він має більшу чутливість до доплерівського зсуву та менший рівень бічних пелюстків. Але через дискретність кодів Френка є сліпі швидкості, які треба враховувати при розробці.

Перелік посилань

1. Сумик М. Теорія сигналів / М. Сумик, І. Прудіус, Р.Сумик — Львів, 2005. — С. 110—121.
2. James D. Taylor. Ultra-wideband radar technology / James D. Taylor. — 2001 by CRC Press LLC. — P. 102—125.
3. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин — М. : Радио и связь, 1985. — 49 с.

Анотація

Розглянуто кореляційні властивості і виконано порівняння автокореляційних функцій сигналів сформованих на базі кодів Френка і M -послідовностей. На основі порівняння зроблено висновок стосовно необхідності та особливостей використання сигналів Френка.

Ключові слова: бічні пелюстки, широкосмугові сигнали, код Френка, M -послідовність, автокореляційна функція.

Аннотация

Рассмотрены корреляционные свойства и выполнено сравнение автокорреляционных функций сигналов сформированных на базе кодов Фрэнка и M -последовательностей. На основе сравнения были сделаны соответствующие выводы о целесообразности и особенностях использования сигналов Фрэнка.

Ключевые слова: боковые лепестки, широкополосные сигналы, код Фрэнка, M -последовательность, автокорреляционная функция.

Abstract

The correlation properties and comparison of autocorrelation functions twice signals on the basis of the formation of Frank codes and M sequences was considered. On the basis of comparisons were made relevant conclusions on the feasibility and features of using Frank signals

Keywords: sidelobes, spread spectrum signals, Frank code, M - sequence, autocorrelation function.