

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОНДУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ З ВНУТРІШНЬОІМПУЛЬСНОЮ ЧАСТОТНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ ДРУГОГО, ТРЕТЬОГО ТА ЧЕТВЕРТОГО СТЕПЕНЯ

*Мрачковський О. Д., к.т.н., доцент; Реутська Ю. Ю., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

В [1, 2] зазначено, що незалежну оцінку дальності та швидкості цілі можуть забезпечити складні сигнали з класу імпульсних частотномодульованих (ЧМ) сигналів, що мають кнопкову діаграму невизначеності (ДН). Детальний аналіз імпульсного сигналу з квадратичною частотною модуляцією (ЧМ2) приведено в [2]. Метою даної роботи є дослідження спектральних та кореляційних характеристик імпульсних ЧМ сигналів з частотною модуляцією третього та четвертого степеня, визначити їх потенційні роздільні здатності за затримкою τ та доплерівською частотою f_d , зробити порівняльний аналіз імпульсних складних сигналів з різними степенями ЧМ.

Аналітично сигнали з ЧМ третього та четвертого степеня можуть бути записані як $s_1(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{t_i}\right) \exp\left(\frac{j\pi\alpha t^4}{12}\right)$ для сигналу третього степеня ЧМ

(ЧМ3) та $s_2(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{t_i}\right) \exp\left(\frac{j\pi\alpha t^5}{60}\right)$ для сигналу четвертого степеня ЧМ

(ЧМ4), де α — постійний коефіцієнт; t_i — тривалість зондувального сигналу, $\text{rect}\left(\frac{t}{t_i}\right)$ — прямокутна обвідна. Функції ЧМ з такими сигналами будуть відповідно мати вигляд $F_1(t) = \alpha|t|^3$ та $F_2(t) = \alpha|t|^4$ де $|t| \leq t_i$.

На основі побудованої функції невизначеності (ФН) сигналів $\chi(\tau, f_d)$ з різними степенями ЧМ розглянемо поведінку автокореляційної функції (АКФ) для сигналів із нелінійною внутрішньоімпульсною модуляцією – ЧМ2, ЧМ3 та ЧМ4 сигналів (рис.1). Розрахунки виконувались для сигналів з частотою несучої $f_0 = 10$ кГц, тривалістю імпульсу $t_i = 1$ с, смугою частот $W = 50$ Гц та $f_d = 0$ Гц.

У АКФ ЧМ2 сигналу є два значних бічних пелюстка на рівні 0,35 від максимуму функції, у ЧМ3 сигналу на рівні 0,45 від максимуму функції, а у ЧМ4 — на рівні 0,55 від максимуму функції. Результат вказує на пріоритет у використанні сигналу з ЧМ2.

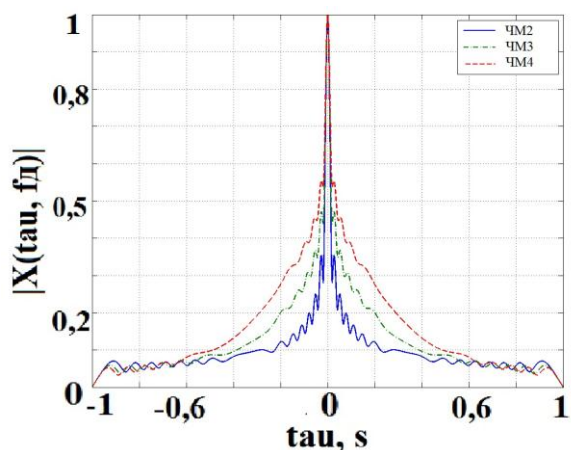


Рис.1. АКФ сигналів з ЧМ2, ЧМ3 та ЧМ4

В результаті дослідження взаємнокореляційної функції (ВКФ) відповідних трьох варіантів сигналів можна бачити, що ВКФ сигналів з ЧМ3 та ЧМ4 роздвоюється так само, як і сигнал ЧМ2, але у випадку ЧМ3 та ЧМ4 сигналів, висота піків не суттєво менша, ніж у ЧМ2. У разі спостереження пари вихідних сигналів можливо отримати незалежну оцінку дальності та швидкості одиночної рухомої цілі, використовуючи один канал обробки сигналу [2],

тому краще спостереження нам дасть сигнал з ЧМ2.

Аналізуючи сигнали з ЧМ2, ЧМ3 та ЧМ4, слід відмітити, що потенційна роздільна здатність (ПРЗ) сигналу з ЧМ2 краща ніж у інших сигналів. У сигналу з ЧМ4 цей показник найгірший. За швидкістю всі сигнали мають однакові ПРЗ. Але все ж можна вважати, що ФН КВ3 та КВ4 сигналу за формою дещо наближаються до кнопкової.

В області сильної кореляції сигнал з ЧМ2 має ізокореляти ФН колоподібної форми, а сигнал з ЧМ3 — майже колоподібної, що дає можливість отримати незалежну оцінку дальності та швидкості цілі. В цій же області зрізи ФН сигналу з ЧМ4 мають еліпсоїдну форму.

В області слабкої кореляції ізокореляти ФН сигналу з ЧМ2 починають переходити у X — подібну форму, що можливо використати при одноканальній обробці рухомих одиночних цілей з одночасною незалежною оцінкою дальності та швидкості цілі [2]. Діаграма невизначеності сигналу з ЧМ3 має складну Ж-подібну форму із двома пелюстками ізокорелят, за якими теоретично можливо отримати незалежну оцінку дальності та швидкості цілі. В сигналі з ЧМ4 в області слабкої кореляції діаграма невизначеності має складну форму із низькою роздільною здатністю, що ускладнює виявлення цілі.

Література

1. Мрачковський О. Д. Класифікація імпульсних зондувальних локаційних сигналів по виду діаграми невизначеності / О. Д. Мрачковський // Вісник НТУУ «КПІ», серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування — 2009 — № 39 — С. 40 — 46.
2. Мрачковський О. Д. Аналіз потенційних характеристик зондувального сигналу з квадратичною внутрішньоімпульсною частотною модуляцією / О. Д. Мрачковський, Ю. Ю. Реутська // Вісник НТУУ «КПІ», серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування — 2012 — № 51 — С. 68 — 76.