

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТІЛА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НВЧ ІМПУЛЬСІВ, ЩО ГЕНЕРУЮТЬСЯ БАГАТОРЕЗОНАТОРНИМИ МАГНЕТРОНАМИ ПРИ УРАХУВАННІ ЇХ КУТОВОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

О.М. Шинкарук
Ю.О. Царьов
І.І. Чесановський
Л.В. Карпова

На сучасному етапі в активній радіолокації існують декілька сталих напрямів, відмінності між якими, в першу чергу, продиктовані економічними і ефективнішими чинниками. Так, з ефективності точки зору, в радіолокаційних системах застосовують складні зондуючі сигнали, які генеруються високостабільними генераторами НВЧ і забезпечують високий ступінь розрізнення та завадостійкості. При переважанні економічного аспекту в системах застосовують прості імпульсні зондуючі радіосигнали, для генерування яких використовуються відносно недорогі, низькостабільні генератори НВЧ магнетронного типу [1]. Запропонований в роботах [2; 3] метод обробки імпульсних радіолокаційних сигналів відкрив потенційну можливість використання, на перший погляд шкідливого явища, а саме куткової нестабільності генератора НВЧ [4], в корисних цілях. При цьому досягається високий ступінь розрізнення сигналів і їх завадостійкості.

У генераторах НВЧ магнетронного типу існують два явища, які призводять до появи значної куткової нестабільності коливань – це електронний зсув і затягування частоти [1]. Причиною виникнення першого є зміна анодного струму I_a магнетрона, а другого – неузгодженість резонансної системи генератора з навантаженням. Враховуючи умови роботи генератора НВЧ в передавачі імпульсної станції (РЛС) радіолокації тимчасова динаміка в повній фазі моделі зондуючого радіоімпульсу буде присутня тільки із-за електронного зсуву частоти [5; 6]. Враховуючи характер цієї динаміки і провівши певну апроксимацію, модель імпульсного радіосигналу, згенерованого імпульсним магнетроном, може бути представлена у вигляді виразу:

$$u(t) = U(t) \cos \left\{ \begin{array}{l} \omega_0 t \pm \Delta\omega_{3\varphi} t + \frac{at^2}{2} + \theta_0, t_n \leq t \leq t_y \\ \omega_0 t \pm \Delta\omega_{3\varphi} t - \frac{bt^2}{2} + \theta_0, t_y < t \leq t_c \end{array} \right\},$$

де ω_0 – номінальна частота генератора НВЧ; $\omega_{3\varphi}$ – нестабільність частоти коливань через затягування частоти; t_n, t_y, t_c – час відповідно до пуску магнетрона, встановлення коливань і зриву коливань магнет-

рона; θ_0 – початковий фазовий зсув коливань НВЧ;

$U(t)$ а і b визначаються з виразів:

$$U(t) = \begin{cases} U_0, & |t| \leq \tau_u \\ 0, & |t| > \tau_u, \end{cases} \quad a = \frac{2\pi\alpha\Delta I_\phi}{t_y - t_n}, \quad b = \frac{2\pi\alpha\Delta I_y}{t_c - t_y},$$

де τ_u – тривалість імпульсу; α – коефіцієнт електронного зсуву частоти; $\Delta I_\phi, \Delta I_y$ – відповідно зміна анодного струму протягом фронту імпульсу і протягом сталого режиму.

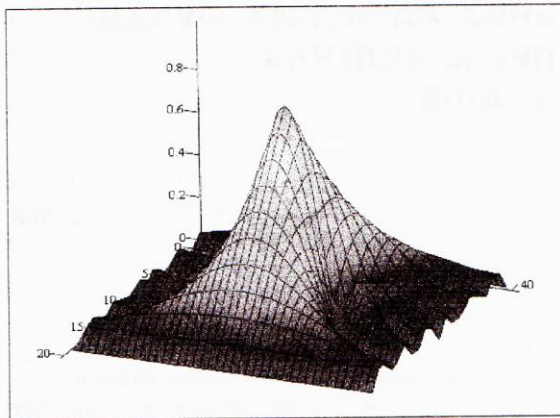
Для оцінки ступеня розрізнення такого сигналу необхідно дослідити вираз його функції невизначеності. Для такого радіосигналу вона має вигляд:

$$\Psi(\tau, F) = \left| \frac{1}{2} \left(1 - \frac{|\tau|}{\tau_\phi} \right) \frac{\sin \left[\pi \left(F - \frac{a\tau}{\pi} \right) (\tau_\phi - |\tau|) \right]}{\pi \left(F - \frac{a\tau}{\pi} \right) (\tau_\phi - |\tau|)} \right| + \left| \frac{1}{2} \left(1 - \frac{|\tau|}{\tau_\theta} \right) \frac{\sin \left[\pi \left(F + \frac{b\tau}{\pi} \right) (\tau_\theta - |\tau|) \right]}{\pi \left(F + \frac{b\tau}{\pi} \right) (\tau_\theta - |\tau|)} \right|,$$

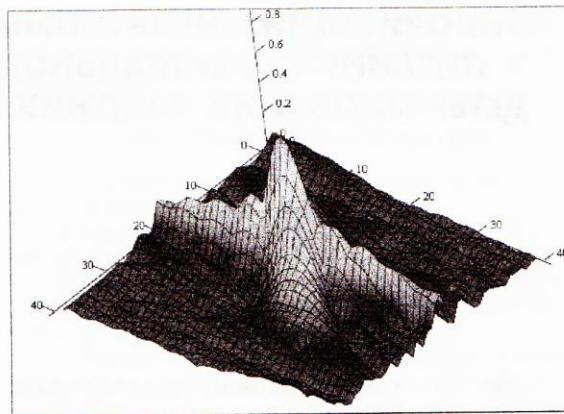
де τ_ϕ – тривалість фронту імпульсу; τ_θ – тривалість вершини.

На рисунку показано, якої форми набуде тіло функції невизначеності (ФН) радіоімпульсу при урахуванні куткової нестабільності генератора НВЧ.

Таким чином, в статті показано, що простий імпульсний радіолокаційний сигнал, сформований низькостабільним генератором НВЧ, при урахуванні і використанні куткової нестабільності має потенційні можливості з розрізнення і завадостійкості набагато вищі. Априорно відома часова динаміка куткової нестабільності коливання зондуючого радіосигналу,



а)



б)

Тіло ФН: а – без урахування нестабільності; б – з урахуванням

сформованого конкретним генератором НВЧ, відкриває можливість застосування узгоджених методів обробки при прийомі ехо-сигналів в активних радіолокаційних системах.

Список використаної літератури

1. Вамберский, М. В. Передающие устройства СВЧ: учебное пособие для радиотехнических спец. вузов / М. В. Вамберский, В. И. Казанцев, С. А. Шелухин; под ред. М. В. Вамберского. – М.: Высш. шк., 1984. – 448 с.
2. Шинкарук, О. М. Обробка радіолокаційних сигналів з урахуванням внутрішньоімпульсних фазочастотних нестабільностей / О. М. Шинкарук, І. І. Чесановський // Зб. наук. пр. Військ. ін-ту Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка / за ред. С. Ленкова. – Вип. № 17. – К.: ВІКНУ, 2009. – С. 89–92.
3. Чесановський, І. І. Трансформування функції невизначеності радіосигналів з урахуванням внутрішньоімпульсної фазочастотної нестабільності / І. І. Чесановський // Зб. наук. пр. Нац. акад. Держ. прикордон. служби України ім. Б. Хмельницького / за ред. В. О. Балашова. – Хмельницький: НАДПСУ, 2009. – № 50. – С. 47–52.
4. Климченко, В. И. Измерение нестабильности несущей частоты радиоимпульсов малой длительности / В. И. Климченко // Системы обработки информации. – X.: ХУПС. – 2006. – № 8(57). – С. 32–37.
5. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник / С. И. Баскаков. – М.: Высш. школа, 1983. – 536 с.
6. Справочник по радиолокации / под ред. М. Скольника. – С. 74 Нью-Йорк. 1970: Пер. с англ. (в четырех томах); под общей ред. К. Н. Трофимова. Том 3. Радиолокационные устройства и системы / под ред. А. С. Виницкого. – М.: Сов. радио, 1978. – 528 с., с ил.