

Альошин Г. В., д.т.н., професор,
Панченко С. В., д.т.н., професор,
Приходько С. І., д.т.н., професор
(УкрДУЗТ)

ПРОБЛЕМА РОЗРІШЕННЯ ЦІЛЕЙ

В радіоелектроніці відоме поняття «потенціальної точності», яке вступає в протиріччя з існуючими методами вимірювання. В існуючих роботах доведено, що це поняття недоцільно використовувати для оцінки точності у радіовимірювальних системах. Однак, покажемо, що поняття «потенціальної точності» має сенс лише для задач визначення точності розрізнення сигнальних функцій.

Покажемо, що відома формула (1) «потенціальної» точності вимірів екстремальним одноканальним методом є насправді точністю σ_{λ}^{-2} розрізнення двох цілей.

$$\sigma^2 = \frac{1}{q\psi''(0)}, \quad (1)$$

де q – відношення сигналу до шуму,

$\Psi(\lambda) = \Psi(0)\psi(\lambda)$ - сигнальна функція,

$\Psi(0)$ - максимум сигнальної функції,

$\psi''(\lambda)$ - друга похідна від нормованої сигнальної функції у максимумі.

Така модель правомірна для спостереження цілей за яскравістю на екрані радіолокатора, де оператор для розрізнення цілей за параметром λ використовує лише градацію за максимумом яскравості відповідної форми сигнальної функції (СФ).

$$\Psi_0(\lambda - \lambda_0) + \Psi_1(\lambda_1 - \lambda) = \Psi_0(\lambda_0) + \Psi_1(\lambda_1) - |\Psi_0''(\lambda_0)| \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{2!} - |\Psi_1''(\lambda_1)| \frac{(\lambda_1 - \lambda)^2}{2!}. \quad (3)$$

Найбільшу глибину прогалини яскравості, що віднімається, маємо при

$$\lambda_{\min} = \frac{\Psi_0''\lambda_0 + \Psi_1''\lambda_1}{\Psi_0'' + \Psi_1''} \quad (4)$$

Ідеальний спостерігач при наявності завади зможе оцінити зсув параметра λ_1 відносно λ_0 , при умові, що розмір прогалини (від'ємна частина (2.6) у загальній СФ при деякій розстройці стане не менше розглядаемого фону шумів. Оцінимо зсув параметра СВ при появі прогалини при $\lambda = \lambda_{\min}$ в умовах наявності шумів з наступного виразу

В ролі оцінки потенціальної точності формула (1) не може бути тому, що це призводить до некоректного синтезу сигналів і до екстремального методу оцінювання, де таке спостереження: 1) не дає оцінки знаку відхилення, 2) має значну похибку за формулою (1) Для САУ воно недоцільне.

Постановка та вирішення проблеми

Для спрощення розгляду приймемо модель ідеального спостерігача, який має велику чутливість сприйняття сигналу компараторним методом. Представимо процес параметру λ за допомогою усіченого ряду Тейлора (2):

$$\Psi(\lambda) = \Psi(\lambda_0) + \Psi'(\lambda_0)(\lambda - \lambda_0) + \Psi''(\lambda_0) \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{2!} + \dots \quad (2)$$

Верхівку СФ апроксимуємо квадратичною залежністю в околиці параметру λ_0 , утримуючи з точністю в 1% сталу крутизну квадратичного члена в інтервалі $\Delta\lambda \leq 0,03 \frac{\Psi''}{\Psi'''}$.

При цьому лінійний член $\Psi'(\lambda_0)(\lambda - \lambda_0)$ рівний нулю за визначенням, і $\Psi''(\lambda_0) < 0$.

Фізична модель ефекту передбачає наявність двох цілей, коли одна СФ настроєна на λ_0 , а друга – на λ_1 , або це одна СФ для деякій розстройці параметра λ_1 на інерційному екрані. Сумісний вплив двох СФ має вигляд

$$-|\Psi_0''(\lambda_0)| \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{2!} - |\Psi_1''(\lambda_1)| \frac{(\lambda_1 - \lambda)^2}{2!} = \sigma_u^2$$

Оскільки $\lambda_{\min} - \lambda_0 = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{2}$,

$$\lambda_1 - \lambda_{\min} = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{2} = \frac{\Delta\lambda}{2}, \text{ при можливому лівому}$$

відхиленні λ_1 буде $2\Delta\lambda = \sigma_{\lambda}$. Тоді при $\Psi_0'' = \Psi_1''$, маємо формулу (1) у вигляді

$$\Psi_0''\sigma_{\lambda}^2 = \sigma_u^2, \text{ або}$$

$$\sigma_{\lambda}^2 = \frac{\sigma_{\psi}^2}{\Psi''_0} = \frac{\sigma_i^2}{\Psi(0)\psi''(0)} = \frac{1}{q|\psi''|}$$

Спостерігати параметр λ за положенням максимумів СФ, можливо лише при виявленні прогалини. Розбіг параметрів розтроек СФ показаний на рис. 1.

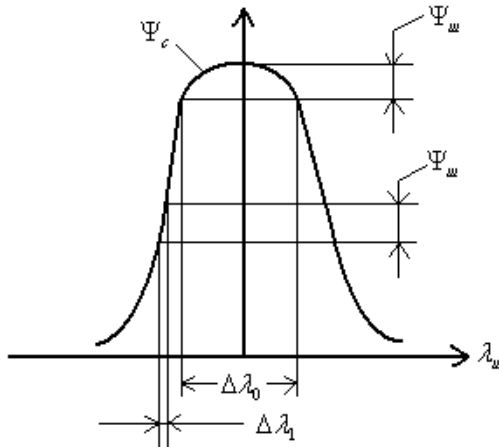


Рис. 1. Оцінювання параметра за максимумом гірше оцінювання параметра на склоні СФ

На рис.1 зображені довірчі інтервали при однаковому рівні шуму $\Psi_{ш}$ та оцінки зміщення параметра $2\beta\sigma_{\psi} = \Delta\lambda_0, 2\beta\sigma_{\lambda} = \Delta\lambda_1$ для двох варіантів настройки СФ.

Висновок: формула (1) відповідає процесу розрешення двох цілей за параметром λ .

Список використаних джерел

1. Алешин Г.В., Богданов Ю.А. Эффективность сложных радиотехнических систем. [Текст] / Г.В. Алешин, Ю.А. Богданов // -К.: Наукова думка, 2008. - 288С.

*Приходько С. І., професор, д.т.н.,
Єлізаренко А. О., доцент, к.т.н.
(УкрДУЗТ)*

УДК 656.254.16

ЧАСТОТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Задачі модернізації і розвитку мереж залізничного технологічного радіозв'язку роблять актуальним аналіз питань частотного забезпечення сучасних, і

перспективних систем з освоєнням нових діапазонів радіохвиль.

В міжнародному аспекті використання радіочастотного ресурсу регулюється Регламентом радіозв'язку, який визначає розподіл частот між радіослужбами, правила, які повинні застосовуватися при використанні спектра, а також права та зобов'язання, що виникають з такого використання.

Виділення радіочастот закріплюється в Плані використання радіочастотного ресурсу України [1]. План використання радіочастотного ресурсу України визначає принципи застосування певних смуг радіочастот і дозволених в Україні радіотехнологій.

На залізничному транспорті найбільш перспективними цифровими радіотехнологіями визнані: радіозасоби цифрового відкритого стандарту мобільного радіозв'язку DMR; системи стільникового радіозв'язку GSM-R, на основі найбільш поширеного стандарту цифрового мобільного зв'язку загального користування GSM; ширококутові системи радіозв'язку стандарту LTE.

Впровадження систем GSM-R в Європі покладено в основу роботи Європейської інтегрованої мережі залізничного радіозв'язку (EIRENE). Аналіз цифрових радіотехнологій показав [2], що використання стандарту GSM-R ускладнює впровадження і істотно збільшує витрати на організацію радіомереж. Згідно Плану використання радіочастотного ресурсу України смуги частот 876 – 880 МГц та 921 – 925 МГц, які прийнятні для систем GSM-R в Європі на цей час використовуються системами цифрового стільникового радіозв'язку CDMA-800. Радіозасоби LTE орієнтовані на застосування на ділянках високошвидкісного руху пасажирських поїздів з використанням автоматизованих систем керування, які вимагають великих обсягів та швидкостей передачі інформації. Для систем LTE в Україні виділені смуги радіочастот 1710 – 1785 МГц, 1805 – 1880 МГц. При використанні ширококутових систем LTE значно зростають витрати на створення інфраструктури мережі, до того ж адаптація стандарту LTE до вимог залізниць ще не завершена.

Найбільш доцільний варіант впровадження цифрових систем технологічного радіозв'язку на сучасному етапі – це використання радіозасобів стандарту DMR. Сучасний етап модернізації мереж залізничного технологічного радіозв'язку характеризується переходом радіозасобів існуючих мереж метрового діапазону на сітку частот з кроком 12,5 кГц. В результаті підвищується ефективність використання виділеного спектра радіочастот за рахунок збільшення кількості каналів. Необхідність такого переходу регламентується рішенням Національної комісії з регулювання зв'язку та інформатизації від 19.10.2006 р. № 411. Планом використання радіочастотного ресурсу України