

## МОДЕЛЮВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ СПОТВОРЕНЬ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ

**Денис Григор'єв**, аспірант кафедри інформаційно-вимірювальних технологій,  
Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Україна

**Ірина Сеніва**, аспірантка кафедри інформаційно-вимірювальних технологій,  
Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Україна

**Геннадій Братченко**, д.т.н., с.н.с., Одеська державна академія технічного  
регулювання та якості, Україна

Для підвищення ефективності радіотехнічних системах, в яких застосовуються широкосмугові сигнали (ШСС), необхідне відповідне метрологічне забезпечення засобів вимірювання спотворень ШСС.

Метрологічне забезпечення таких засобів потребує їх калібрування (повірки), для чого доцільно застосовувати єдиний показник подібний до коефіцієнта гармонік при вимірюванні нелінійних спотворень гармонічних сигналів.

З цією метою проведено математичне моделювання оцінювання метрологічних характеристик методу та засобу вимірювання спотворень складних ШСС з використанням коефіцієнтів  $K_r$  і  $K_p$  для порівняння обвідних спотвореного та зразкового сигналів [1]:

$$K_r = \left| \vec{U}_{\text{вих}} - k\vec{U}_{\text{вих0}} \right| / \left| k\vec{U}_{\text{вих0}} \right|; \quad K_p = \sqrt{2(1 - \rho_{\text{max}})},$$

де  $\vec{U}_{\text{вих}}$  – вектор відліків обвідної сигналу на виході приймача при збігові максимумів спотвореного й неспотвореного сигналів,  $k$  – відношення значень цих максимумів;  $\rho_{\text{max}}$  – максимальне значення коефіцієнта взаємної кореляції обвідної сигналу з очікуваною (зразковою) у вікні спостереження.

Проведений аналіз причин можливого відхилення результатів вимірювання спотворень ШС сигналу за двома запропонованими коефіцієнтами, яке спостерігалось в [1]. Для усунення цього відхилення удосконалено математичну модель в [1] шляхом введення додаткового пошуку мінімального значення коефіцієнта  $K_r$ . Це дало можливість отримати близькі результати з використанням обох коефіцієнтів.

За результатами моделювання отримані калібрувальні криві засобу вимірювання для випадків вимірювання гармонічного фазового спотворення ЛЧМ сигналу з прямокутною обвідною у разі обробки узгодженим фільтром ( $K_{r1}$  і  $K_{p1}$ ) та узгодженим і фільтром Хеммінга ( $K_{r2}$  і  $K_{p2}$ ) та приклад калібрувальної діаграми для  $K_{r1}$  (крапковою і пунктирною лініями показані верхня та нижня границі інтервалу абсолютної похибки вимірювання  $\pm \Delta_{K_{r1}} = \pm \Delta_{0,95}$ ) (рис. 1).

При великих відношеннях сигнал-шум, наприклад 60 – 200 дБ, калібрувальні характеристики зручніше представляти тільки калібрувальними

кривими (рис. 2), оскільки очікувані похибки вимірювання мають відносно малий рівень.

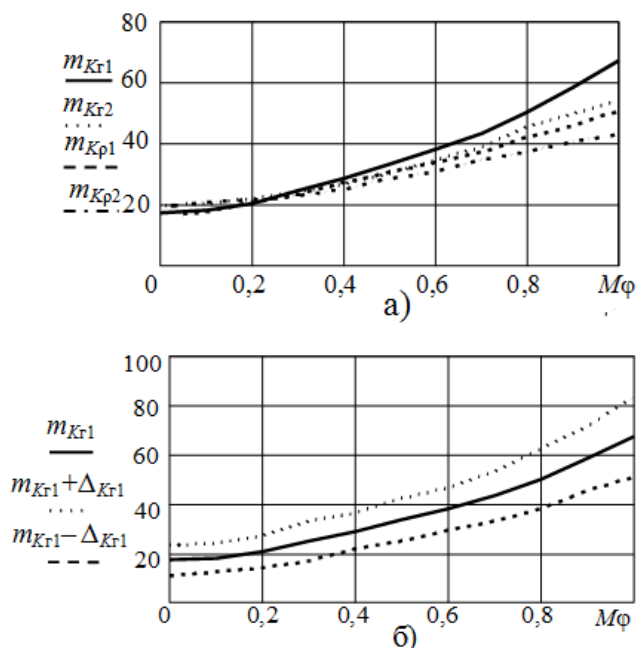


Рис. 1. Відношення сигнал-шум 20 дБ: а – калібрувальні криві; б – приклад калібрувальної діаграми

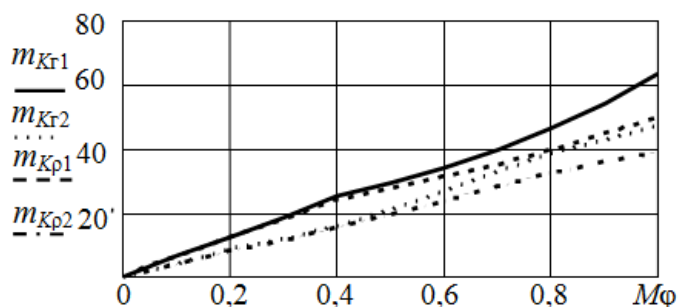


Рис. 2. Калібрувальні криві при відношенні сигнал-шум 60 дБ

Таким чином, з порівняння кривих на рис. 1 і рис. 2 видно, що власні шуми засобу вимірювання додатково спотворюють сигнал, змінюючи покази вимірювання. Тому при вимірюванні спотворень ШС сигналу потрібно усувати систематичну похибку, яка при цьому виникає.

За результати моделювання також отримані оцінки впливу неточності суміщення обвідних сигналів за рахунок часового зсуву відліків ШСС відносно відліків зразкового сигналу та додаткового впливу випадкового джитера.

### Література

1. Братченко Г. Д. Числове моделювання вимірювання спотворень широкосмугових складних сигналів / Г. Д. Братченко, І. С. Сеніва, В. Б. Лубманенко та ін. // Збірник наукових праць ОДАТРИА. – Одеса, 2014. – № 1 (4). – С. 24 – 28.