

Оцінка нелінійних спотворень у радіотракті базової станції системи мобільного зв'язку

Селіванов Костянтин Олександрович¹,
Москалець Микола Вадимович²

Харківський національний університет радіоелектроніки,
пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна,
¹sunright@yandex.ua
²mykola.moskalets@nure.ua

Анотація. У даній роботі проведені дослідження продуктів нелінійних спотворень у радіоприймальному тракті базової станції мобільного зв'язку з використанням адаптивної антенної системи. Проведено оцінку рівнів нелінійних спотворень за допомогою коефіцієнтів вищих гармонік і коефіцієнта субгармонік для різних видів нелінійностей, характерних для радіотрактів з використанням адаптивних антенних систем. За допомогою імітаційного моделювання отримані кількісні оцінки величини нелінійних спотворень сигналів при проходженні їх через нелінійні елементи адаптивної антенної системи, математичні моделі яких представлені характеристикою гістерезису.

Ключові слова: нелінійність, нелінійний елемент, коефіцієнти гармонік, нелінійні спотворення.

I. ВСТУП

В адаптивних алгоритмах обробки сигналів, які використовуються в адаптивних антенних системах, при управлінні амплітудно-фазовим розподілом проявляються характерні для систем типу Уайта гістерезисні явища. Розглянуті системи є стохастичними динамічними системами. Збагачення спектра вхідного сигналу у нелінійному елементі (НЕ) є надзвичайно важливим явищем. З одного боку на ньому заснована робота цілого ряду радіотехнічних пристроїв, з іншого – через нелінійність характеристик виникають деякі небажані ефекти, які необхідно оцінювати та враховувати [1].

II. ОЦІНКА ПРОДУКТІВ НЕЛІНІЙНИХ СПОТВОРЕНЬ У АДАПТИВНИХ АНТЕННИХ СИСТЕМАХ

За допомогою імітаційного моделювання отримані оцінки величини нелінійних спотворень сигналів при проходженні їх через нелінійні елементи, математичні моделі яких представлені залежностями у вигляді системи рівнянь [2]:

$$y = \begin{cases} kx - kC_1 - k\varepsilon \operatorname{sign}\left(\frac{dy}{dt}\right) n_{pu}\left(\frac{dy}{dt}\right) \neq 0 & i \quad 0 \leq y \leq k(C_2 - C_1); \\ kx + kC_1 - k\varepsilon \operatorname{sign}\left(\frac{dy}{dt}\right) n_{pu}\left(\frac{dy}{dt}\right) \neq 0 & i \quad -k(C_2 - C_1) \leq y \leq 0; \\ \operatorname{const} \begin{cases} n_{pu} |y - kx + kC_1| \leq k\varepsilon & i \quad 0 \leq y \leq k(C_2 - C_1); \\ \text{або } |y - kx - kC_1| \leq k\varepsilon & i \quad k(C_2 - C_1) \leq y \leq 0; \end{cases} \\ k(C_2 - C_1) \operatorname{sign}(y) & n_{pu} |x| \geq C_2 + \varepsilon; \\ 0 & n_{pu} |x| \leq C_1 - \varepsilon, \text{ якщо } C_1 > \varepsilon, \end{cases} \quad (1)$$

Проведено машинний експеримент і для моделі (1) отримана залежність коефіцієнтів вищих гармонік і субгармонік від величини зони люфту при впливі на НЕ 10 гармонійних коливань рівномірно розподілених по всій смузі частот приймальної частини базової станції мобільної системи зв'язку. Необхідно відзначити, що паразитні складові спектру розташовуються в основному на кратних гармоніках, а саме на гармоніках основних частот. Так, як приклад, представлені графіки спектра корисних сигналів (рис.1а) і паразитних складових на виході НЕ (рис.1б).

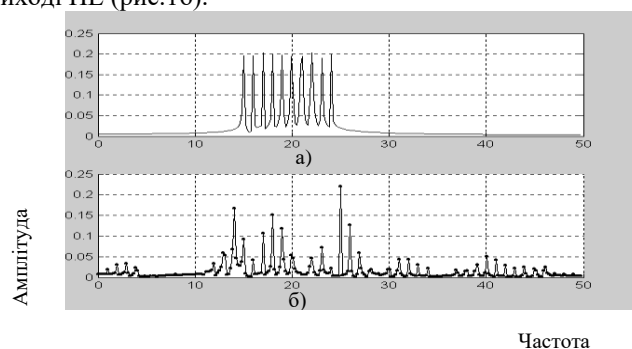


Рисунок 1. Спектр корисних сигналів і паразитних складових на виході НЕ

Як видно з отриманих залежностей, паразитні складові спектра, проникаючи в спектр каналу прийому базових станцій систем мобільного зв'язку, де здійснюється рівномірний розподіл частот, розташовуються саме на основних складових спектра і приймають значення, зрівняні зі значеннями корисних сигналів.

III. ВИСНОВКИ

При прийомі випадкових сигналів, якими є сигнали зв'язку, дане явище може призвести до непередбачуваних і неконтрольованих ситуацій. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що існуюча на сьогоднішній момент методика розподілу частот у системах мобільного зв'язку (рівномірний розподіл частот) не є оптимальною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Москалець Н.В., Селіванов К.А., Никитенко Т.В. Анализ нелинейных искажений в радиотракте с применением различных методов оценки нелинейности. *Электронное научное специализированное издание «Проблемы телекоммуникаций»*. 2011. № 2 (4). С. 150–161. URL: http://pt.journal.kh.ua/2011/2/1/112_selivanov_radio.pdf
- [2] Yu.Yu. Kolyadenko. A Nonlinear Stochastic Model of Space-Time Processing Signals // *Telecommunications and Radio Engineering*, Vol. 52. № 10. 1998. pp. 49-52.