

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ РОЗРІЗНЕННЯ RZ–СИГНАЛІВ НА ФОНІ АСИМЕТРИЧНО–ЕКСЦЕСНИХ НЕГАУСОВИХ ЗАВАД

Зорін О.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Палагін В.В.

Черкаський державний технологічний університет, каф. РТСК,
м. Черкаси, Україна

e-mail: snjzrin@gmail.com.

The proposed new method of processing an additive mixture of bipolar discrete RZ signals against the background of asymmetric-excessive non-Gaussian interference when receiving data in telecommunication systems demonstrates its effectiveness in comparison with known results due to nonlinear statistical processing of signals and taking into account the fine structure of the studied random processes. The conducted studies demonstrate a decrease in erroneous decisions when receiving RZ signals, taking into account the coefficient of asymmetry and the excess of non-Gaussian interference, which indicates an increase in the efficiency of the data reception system.

Системи передачі і прийому даних є невід’ємною і, в багатьох випадках визначальною частиною сучасних систем спостереження, діагностики, контролю, управління, розвиток яких характеризується підвищеними вимогами до обробки прийнятих даних. При побудові таких систем застосовують один із типів лінійного кодування повідомлення, наприклад RZ–кодування [1].

На функціонування таких систем при передачі даних, як правило, впливають різноманітні дестабілізуючі завади, що в свою чергу впливає на якість та ефективність їх роботи. Завади виникають при багатопроблемному поширенні радіосигналів, при проходженні їх через неоднорідні середовища, флуктуації параметрів каналів зв’язку та ін., які характеризуються як негаусові випадкові процеси.

Дослідження останніх років свідчать про те, що при розв’язанні задач обробки негаусових процесів перспективним є підхід, який для опису статистичних властивостей випадкових величин використовує моменти і кумулянти, та дозволяє з прийнятним наближенням характеризувати статистичні властивості негаусових процесів [1-3]. Такий підхід дозволяє підвищити точність обробки негаусових сигналів порівняно з традиційним кореляційним підходом при заданих обмеженнях на їх складність, зменшити складність алгоритмів виявлення і розрізнення сигналів, реалізувати обробку сигналів при адитивно-мультиплікативній взаємодії з негаусовими завадами, врахувати кореляційні зв’язки негаусових випадкових величин.

Мета роботи – підвищення ефективності систем прийому даних при розрізненні RZ–сигналів на фоні негаусових завад при застосуванні моментно-кумулянтного представлення випадкових величин з

формуванням моментного критерію якості перевірки статистичних гіпотез та поліноміальних розв'язувальних правил (РП).

Постановка задачі: нехай на інтервалі спостереження $(0-T)$ спостерігаються випадкові сигнали $\xi_i(t)$, $i=0,1,2$ які являють собою адитивну суміш постійних корисних сигналів a_1 та a_2 з $\eta(t)$ – асиметрично-ексцесної негаусової завади з нульовим математичним сподіванням та дисперсією χ_2 : $\xi_0(t) = \eta(t)$, $\xi_1(t) = a_1 + \eta(t)$, $\xi_2(t) = -a_2 + \eta(t)$, $i=1,2$. З випадкових сигналів $\xi_i(t)$, $i=0,1,2$ отримуємо вектор вибірових значень $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, за результатами обробки якого необхідно прийняти рішення про реалізацію гіпотези H_1 або H_2 , що відповідає прийому постійного корисного сигналу a_1 або $(-a_2)$ відповідно, або рішення про реалізацію гіпотези H_0 , що характеризує наявність адитивної негаусової завади. Кожному сигналу, який приймається, відповідає моментно-кумулянтний опис, представлений у вигляді кінцевої послідовності моментів $m_i[\{0, \gamma_{i2}, \gamma_{i3}, \dots, \gamma_{ij}\}]$, де $\gamma_{i3}, \dots, \gamma_{ij}$ – кумулянтні коефіцієнти, які описують ознаки негаусової завади $\eta(t)$. Для обробки вектора вибірових значень $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ пропонується використовувати РП, які представлено у вигляді стохастичних поліномів на основі розкладання логарифма відношення правдоподібності. Синтезовані РП при степені полінома $S=1$, являють собою систему рівнянь перевірки гіпотез H_{10}, H_{20}, H_{21} , які не враховують негаусовий розподіл досліджуваних випадкових процесів. При збільшенні степені полінома до $S=2$ використовуються початкові моменти 3-го та 4-го порядків, що дає можливість врахувати негаусові параметри досліджуваних випадкових процесів, зокрема для даної постановки задачі у вигляді коефіцієнту асиметрії так ексцесу γ_3, γ_4 відповідно.

Аналіз отриманих результатів: Для оцінки ефективності отриманих результатів скористаємося виразом[5], який характеризує ймовірність помилок першого та другого роду отриманих РП, або величиною, яка є зворотна даному функціоналу – кількість добутої інформації про розрізнення гіпотез. На рис.1. наведена залежність відношення кількості добутої інформації I_1 про розрізнення трьох гіпотез РП для гаусової моделі завади ($S=1$) до кількості добутої інформації I_2 ($S=2$) про розрізнення гіпотез РП для негаусової асиметрично-ексцесної моделі завади від коефіцієнта асиметрії γ_3 . З отриманих графіків видно, що для гаусової моделі завад ($\gamma_4 = \gamma_3 = 0$) нелінійна обробка РП при степені полінома $S=2$ не дає вигоди у зменшенні ймовірності помилкових рішень (відношення $I_{1n}/I_{2n}=1$). Разом з тим, врахування негаусової характеристики досліджуваних процесів у вигляді коефіцієнтів асиметрії та ексцесу

($\gamma_3 \neq 0, \gamma_4 \neq 0$) дозволяє збільшити кількість добутої інформації при нелінійній обробці вибіркового значення ($S=2$) у порівнянні з добре відомими результатами для гаусових моделей ($S=1$). Так, наприклад, для кривої (3) $\gamma_3=1.55, \gamma_4=1$ ефективність в зменшенні ймовірності помилкових рішень для нелінійної обробки виявлення RZ сигналів збільшиться в 2 рази

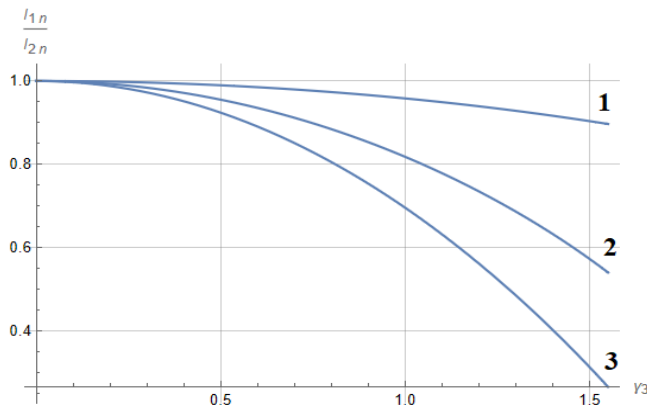


Рис. 1 Залежність кількості добутої інформації про розрізнення гіпотез від коефіцієнта асиметрії γ_3 при наступних параметрах: $\gamma_4=1$, 1) $p_1=p_2=10$; 2) $p_1=p_2=1$; 3) $p_1=p_2=0,1$. Де $p_i = a_i^2 / \chi_2, i=1,2$ – відношення потужності корисного сигналу a_i до дисперсії адитивної негаусової завади χ_2 .

у порівнянні з відомими результатами для гаусових моделей досліджуваних випадкових процесів.

Висновки: Запропонований метод обробки адитивної суміші біполярних дискретних RZ сигналів на фоні асиметрично-ексцесних негаусових завад є більш ефективним у порівнянні з відомими алгоритмами, які не враховують тонкої структури досліджуваних випадкових процесів.

Проведені дослідження демонструють збільшення кількості добутої інформації про розрізнення гіпотез при врахуванні

коефіцієнта асиметрії негаусової завади, що свідчить про зменшення ймовірностей помилок таких РП і підвищення ефективності функціонування системи розрізнення сигналів в цілому.

Список використаних джерел:

1. Mahmoud M. A., Ahmed Nabih Zaki Rashed. Hybrid NRZ/RZ line coding scheme based hybrid FSO/FO dual, Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Vol. 22, No. 2, May 2021 p. 866-873.
2. S.L.Miller, D.Childers, Probability and random processes: With Applications to Signal Processing and Communications, 2-d ed., 2004, Amsterdam; Boston: Elsevier Academic Press, ISBN: 978-0-12-386981-4.
3. Y.Kunchenko: Polynomial Parameter Estimations of Close to Gaussian Random Variables, Aachen: Shaker Verlag, 2002.
4. Палагін В.В, Палагіна О.А., Зорін О.С. Комп'ютерне моделювання системи обробки шумових сигналів на фоні негаусових завад / В.В. Палагін, Палагіна О.А., Зорін О.С., // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки: зб. наук. праць – Кам.-Подільський: Кам.-Подільський нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2017. – Вип. 16. – С. 104-113.