

**ОЦІНКА АМПЛІТУДИ РАДІОСИГНАЛУ ПРИ АСИМЕТРИЧНО-ЕКСЦЕСНІЙ
АДИТИВНІЙ ЗАВАДІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ УСІЧЕНИХ ПОЛІНОМІВ КУНЧЕНКА****Гончаров А. В., к.т.н., доцент,****Уманець В. М., аспірант**

Черкаський державний технологічний університет

18006, Черкаси, бул. Шевченка, 460

E-mail: artyom28@gmail.com, vladimirumanets@gmail.com

Анотація. Стаття містить інформацію про спільне оцінюванні амплітуди радіосигналу і дисперсії асиметрично-ексцесної переешкоди з використанням методу максимізації усіченого полінома. Асиметрично-ексцесна переешкода характеризується кумулянтними коефіцієнтами третього і четвертого порядку.

Ключові слова: асиметрично-ексцесна переешкода, стохастичний поліном, метод максимізації усіченого полінома, кумулянтні коефіцієнти, коефіцієнт асиметрії, коефіцієнт ексцесу, дисперсія.

**ESTIMATION OF RADIO SIGNAL AMPLITUDE AT ADDITIVE SKEWNESS-KURTOSIS
INTERFERENCE USING KUNCHENKO'S TRUNCATED POLYNOMIALS****Honcharov A. V., Ph.D. (Engineering), associate professor,****Umanets V. M., postgraduate**

Cherkassy state technological university

18006, Cherkassy, bul. Shevchenko, 460

E-mail: artyom28@gmail.com, vladimirumanets@gmail.com

Abstract. This article carries the material about joint estimation of radio signal amplitude and dispersion of asymmetrical -kurtosis interference using the method of truncated polynomial maximization. The asymmetrical -kurtosis interference is characterized by cumulant coefficients of the third and fourth order.

Keywords: asymmetrical-kurtosis interference, stochastic polynomial, method of truncated polynomial maximization, cumulant coefficients, coefficient of asymmetry, coefficient of kurtosis, dispersion.

Вступ. Важливим завданням сучасної радіотехніки та теорії обробки інформації є синтез алгоритмів обробки сигналів, що приймаються на тлі негаусівських завад. Негаусівськими є атмосферні, модульовані, хаотичні імпульсні завади, деякі види пасивних завад, імпульсні та зосереджені завади в каналах зв'язку. За наявності негаусівських завад більшість оптимальних алгоритмів обробки стають неоптимальними, тому що їх отримано в припущенні гаусівських завад. Використання математичної моделі завад у вигляді випадкових величин, що мають негаусівський закон розподілу дозволяють синтезувати точніші вимірювачі, в порівнянні з оптимальними вимірювачами параметрів сигналу, що приймаються при гаусівських завадах.

Відповідно використання відомих класичних методів (метод максимальної правдоподібності, метод моментів, метод найменших квадратів) для знаходження оцінок параметрів сигналів за реальної завадової ситуації є недоцільним. Це пов'язано з тим, що в класичних методах використовується припущення про нормальний закон розподілу завади і не враховується більш складна структура реальних завад, внаслідок чого точність отриманих оцінок в більшості випадків буде гіршою.

В зв'язку з цим актуальною являється задача розробки нових алгоритмів обробки сигналів. В даному напрямку є напрацювання по знаходженню оцінок параметрів постійного сигналу [1], лінійного тренду [2], а також спільного оцінювання параметрів постійного сигналу з усіченням параметрів близької до гаусівської завади [3]. Отримані результати підтверджують ефективність теорії стохастичних поліномів Ю.П. Кунченка [4, 5] та дають підставу для подальших досліджень.

Метою даної роботи є адаптація методів максимізації полінома та максимізації усіченого полінома для задачі знаходження спільної оцінки амплітуди a_0 радіосигналу при усіченому оцінюванні дисперсії χ_2 асиметрично-ексцесної завади.

Одержані результати буде доцільно використовувати при проектуванні технічних пристроїв, призначених для вимірювання амплітуди радіосигналу в таких областях як геологія, гідроакустика, медицина, сейсмологія, радіоастрономія, радіолокація, радіонавігація.

Постановка задачі. Досліджується вибірка обсягом n незалежних неоднаково розподілених вибіркових значень $\hat{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ з генеральної сукупності значень випадкової величини $\xi = S(a_0, \omega_0, \varphi_0) + \eta(\chi_2, \gamma_3, \gamma_4)$, що являє собою адитивну суміш радіосигналу та асиметрично-ексцесної завади другого типу першого виду. Сигнал $S_v = a_0 e_v \cos(\omega_0 v \delta + \varphi_0)$ описується амплітудою a_0 , огинаючою $e_v = \sin(\omega v \delta)$, ВЧ-заповненням $\cos(\omega_0 v \delta + \varphi_0)$ з початковою частотою ω_0 та фазою φ_0 , де $v = \overline{1, n}$ – відліки (моменти часу спостереження), n – обсяг вибірки, а δ – рівномірний крок дискретизації. Зазначена завада описується за допомогою послідовності кумулянтів та кумулянтних коефіцієнтів, при цьому дисперсія χ_2 , коефіцієнт асиметрії γ_3 та коефіцієнт ексцесу γ_4 – відмінні від нуля, а математичне сподівання та кумулянтні коефіцієнти вищих порядків дорівнюють нулю. Параметри сигналу ω_0 , ω , φ_0 та коефіцієнти γ_3 , γ_4 завади вважаються апріорно відомими.

Необхідно синтезувати алгоритми знаходження спільної оцінки амплітуди a_0 радіосигналу при усіченому оцінюванні дисперсії χ_2 асиметрично-ексцесної завади до шостого степеня полінома.

Отримані результати. Суть алгоритму полягає в знаходженні початкових моментів $m_{iv}(a_0, \chi_2)$ досліджуваної випадкової величини та центрованих корелянтів $K_{(i,j)v}(a_0, \chi_2)$, на основі яких складається матриця $F_s(a_0, \chi_2)$, яка являє собою тіло розміром $s \times s$ узагальненого стохастичного полінома при його описі за допомогою степеневих функцій. Визначник такої матриці називається об'ємом тіла узагальненого стохастичного полінома розміром s :

$$\Delta_s(a_0, \chi_2) = |K_{(i,j)v}(a_0, \chi_2)|, \text{ де } i, j = \overline{1, s}. \quad (1)$$

Відповідно до методів максимізації полінома та максимізації усіченого полінома [6], оцінка амплітуди a_0 радіосигналу та усічена оцінка кумулянта другого порядку χ_2 при спільному оцінюванні в загальному випадку знаходяться із системи рівнянь, яка має вигляд (2).

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^s \sum_{v=1}^n h_{i(s)v}(a_0, \chi_2) [x_v^i - m_{iv}(a_0, \chi_2)] \Big|_{\substack{a_0=\hat{a}_0 \\ \chi_2=\hat{\chi}_2}} = 0, \\ \sum_{i=1}^s \sum_{\substack{v=1 \\ i \neq (c, e, \dots, 1)}}^n h_{i(s)[2]v}(a_0, \chi_2) [x_v^i - m_{iv}(a_0, \chi_2)] \Big|_{\substack{\chi_2=\hat{\chi}_2 \\ a_0=\hat{a}_0}} = 0, \end{cases} \quad (2)$$

де $m_{iv}(a_0, \chi_2)$ – початкові моменти, x_v – незалежні неоднаково розподілені вибіркові значення випадкової величини ξ , $v = \overline{1, n}$ – порядковий номер вибіркового значення, n – обсяг вибірки;

$h_{i(s)lv}(a_0, \chi_2)$ – оптимальні коефіцієнти, що забезпечують мінімальну дисперсію оцінки амплітуди корисного сигналу знайденої методом максимізації полінома.

Надалі в виразах для моментів $m_{iv}(a_0, \chi_2)$ та коефіцієнтів $h_{i(s)lv}(a_0, \chi_2)$ для спрощення запису будемо опускати залежність вказаних величин від оцінюваних параметрів.

Оптимальні коефіцієнти $h_{i(s)lv}$ обчислюються в загальному вигляді з системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР):

$$\sum_{j=1}^s h_{j(s)lv} K_{(i,j)v} = \frac{\partial}{\partial a_0} m_{iv}, \quad i = \overline{1, s}. \quad (3)$$

Коефіцієнти $h_{i(s)2lv}$ забезпечують мінімум дисперсії оцінки χ_2 , знайденої за допомогою методу максимізації усіченого стохастичного полінома і знаходяться з розв'язку систем усічених алгебраїчних рівнянь (СУАР):

$$\sum_{j=1}^s h_{j(s)2lv} K_{(i,j)v} = \frac{\partial}{\partial \chi_2} m_{iv}, \quad \text{де } i = \overline{1, s}; i, j \neq (c, e, \dots, 1). \quad (4)$$

Система рівнянь (2) для знаходження оцінки амплітуди a_0 радіосигналу та усіченої оцінки кумулянта другого порядку χ_2 при степені полінома $s = 2$ у відповідності з методом максимізації полінома та методом максимізації усіченого полінома буде мати вигляд (5).

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^2 \sum_{v=1}^n h_{i(2)lv} [x_v^i - m_{iv}] \Big|_{\substack{a_0=\hat{a}_0 \\ \chi_2=\hat{\chi}_2}} = 0, \\ \sum_{i=1}^2 \sum_{v=1}^n h_{i(2)2lv} [x_v^i - m_{iv}] \Big|_{\substack{\chi_2=\hat{\chi}_2 \\ a_0=\hat{a}_0}} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Невідомі оптимальні коефіцієнти $h_{i(2)lv}$, $h_{i(2)2lv}$, де $i = \overline{1, 2}$, знаходимо з розв'язку систем алгебраїчних рівнянь виду (3), (4) за допомогою методу Крамера [3]:

$$\begin{aligned} h_{1(2)lv} &= \frac{1}{\Delta_2} S_v \frac{\partial S_v}{\partial a_0} (2\gamma_3 \chi_2^{1.5} + \chi_2^2 (2 + \gamma_4)), \\ h_{2(2)lv} &= -\frac{1}{\Delta_2} \frac{\partial S_v}{\partial a_0} \gamma_3 \chi_2^{1.5}, \\ h_{1(2)2lv} &= -\frac{1}{\Delta_2} \chi_2 (2S_v + \gamma_3 \chi_2^{0.5}), \\ h_{2(2)2lv} &= \frac{\chi_2}{\Delta_2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Об'єм тіла розміром 2 асиметрично-ексцесної випадкової величини обчислюється за виразом (1) та дорівнюватиме:

$$\Delta_2 = \chi_2^3 (2 - \gamma_3^2 + \gamma_4).$$

Підставивши знайдені коефіцієнти (6) та вираз досліджуваного сигналу в систему рівнянь (5) отримаємо рівняння для знаходження оцінок параметрів a_0 , χ_2 (7).

$$\begin{cases} a_0^2 z_{2(2)l} - a_0 z_{1(2)l} + z_{0(2)l} \Big|_{\substack{a_0=\hat{a}_0 \\ \chi_2=\hat{\chi}_2}} = 0, \\ n\chi_2 + \gamma_3 \chi_2^{0.5} \sum_{v=1}^n (x_v - S_v) - \sum_{v=1}^n (x_v - S_v)^2 \Big|_{\substack{\chi_2=\hat{\chi}_2 \\ a_0=\hat{a}_0}} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

де коефіцієнти $z_{i(2)l}$ дорівнюють:

$$\begin{aligned} z_{0(2)l} &= \sum_{v=1}^n \left[p_{(2,1)v} \gamma_3 \chi_2^{1,5} - p_{(1,1)v} \chi_2^2 (2 + \gamma_4) - p_{(0,1)v} \gamma_3 \chi_2^{2,5} \right], \\ z_{1(2)l} &= \sum_{v=1}^n \left[2p_{(1,2)v} \gamma_3 \chi_2^{1,5} - p_{(0,2)v} \chi_2^2 (2 + \gamma_4) \right], \\ z_{2(2)l} &= \sum_{v=1}^n \left[p_{(0,3)v} \gamma_3 \chi_2^{1,5} \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

У виразах (8) та наступних аналогічних, для спрощення загального вигляду введено заміну:

$$x_v^i e_v^j \cos^j[\omega_0 v \delta + \varphi_0] = p_{(i,j)v}.$$

Розв'язавши систему квадратних рівнянь (7) отримаємо вираз для спільної оцінки параметра сигналу a_0 та дисперсії завади χ_2 :

$$\begin{cases} \hat{a}_0 = \frac{z_{1(2)l} + \left(z_{1(2)l}^2 - 4z_{0(2)l} z_{2(2)l} \right)^{\frac{1}{2}}}{2z_{2(2)l}}, \\ \hat{\chi}_2 = \frac{\gamma_3 \sum_{v=1}^n (x_v - S_v) + \left(\gamma_3^2 \left(\sum_{v=1}^n (x_v - S_v) \right)^2 + 4n \sum_{v=1}^n (x_v - S_v)^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{4n^2}. \end{cases}$$

Перед радикалами беруться знаки «+», оскільки при ньому досягаються мінімальні значення дисперсій оцінок.

Розглянемо знаходження оцінки параметра a_0 при усіченій оцінці кумулянта другого порядку χ_2 при степені полінома $s = 3$.

Відповідно до методу усіченого стохастичного полінома береться тільки мінімально необхідна кількість оптимальних коефіцієнтів $h_{i(3)v[2]}(a_0, \chi_2)$, яка необхідна для знаходження оцінюваного параметра, в нашому випадку кумулянта асиметрично-ексцесної завади χ_2 . Тому беремо до уваги лише перших два оптимальних коефіцієнти. Тоді система рівнянь (2) для степеня стохастичного полінома $s = 3$ буде мати вигляд (9).

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^3 \sum_{v=1}^n h_{i(3)v[1]} \left[x_v^i - m_{iv} \right] \Big|_{\substack{a_0 = \hat{a}_0 \\ \chi_2 = \hat{\chi}_2}} = 0, \\ \sum_{i=1}^2 \sum_{v=1}^n h_{i(3)v[2]} \left[x_v^i - m_{iv} \right] \Big|_{\substack{\chi_2 = \hat{\chi}_2 \\ a_0 = \hat{a}_0}} = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Невідомі оптимальні коефіцієнти $h_{i(3)v[1]}$, $h_{i(3)v[2]}$, де $i = \overline{1,3}$, знаходимо з розв'язку систем алгебраїчних рівнянь виду (3), (4) за допомогою методу Крамера:

$$\begin{aligned} h_{1(3)v[1]} &= 3A_{7(3)l} (S_v^2 B_{7(3)l} + 2S_v C_{7(3)l} + D_{7(3)l}), \\ h_{2(3)v[1]} &= -3A_{7(3)l} (S_v B_{7(3)l} + C_{7(3)l}), \\ h_{3(3)v[1]} &= A_{7(3)l} B_{7(3)l}, \\ h_{1(3)v[2]} &= -\frac{1}{\Delta_3} \chi_2 (2S_v + \gamma_3 \chi_2^{0,5}), \end{aligned} \quad (10)$$

$$h_{2(3)v[2]} = \frac{\chi_2}{\Delta_3},$$

$$h_{3(3)v[2]} = 0,$$

де

$$A_{7(3)l} = \frac{1}{\Delta_3} \frac{\partial S_v}{\partial a_0},$$

$$B_{7(3)l} = \chi_2^4 (6\gamma_3^2 - 2\gamma_4 - \gamma_4^2),$$

$$C_{7(3)l} = \gamma_3 \chi_2^{4.5} (2 + 3\gamma_3^2 + \gamma_4),$$

$$D_{7(3)l} = \chi_2^5 (4 - 12\gamma_3^2 + 10\gamma_4 + 4\gamma_4^2 + 3\gamma_3^2 \gamma_4),$$

(11)

Об'єм тіла розміром 3 асиметрично-ексцесної випадкової величини дорівнюватиме:

$$\Delta_3 = \chi_2^6 (12 - 24\gamma_3^2 - 9\gamma_3^4 + \gamma_4 (24 + 7\gamma_4 + \gamma_4^2) + 12\gamma_3^2 \gamma_4).$$

Підставивши коефіцієнти (10) та вираз радіосигналу в систему рівнянь (9) отримаємо рівняння для знаходження оцінок параметрів сигналу a_0 та завади χ_2 наступного вигляду:

$$\begin{cases} a_0^3 z_{3(3)l} - 3a_0^2 z_{2(3)l} + 3a_0 z_{1(3)l} - z_{0(3)l} \Big|_{\substack{a_0=\hat{a}_0 \\ \chi_2=\hat{\chi}_2}} = 0, \\ n\chi_2 + \gamma_3 \chi_2^{0.5} \sum_{v=1}^n (x_v - S_v) - \sum_{v=1}^n (x_v - S_v)^2 \Big|_{\substack{\chi_2=\hat{\chi}_2 \\ a_0=\hat{a}_0}} = 0, \end{cases} \quad (12)$$

коефіцієнти $z_{i(3)l}$ дорівнюють:

$$z_{0(3)l} = \sum_{v=1}^n [p_{(3,1)v} B_{7(3)l} - 3p_{(2,1)v} C_{7(3)l} + 3p_{(1,1)v} D_{7(3)l} + p_{(0,1)v} F_{7(3)l}],$$

$$z_{1(3)l} = \sum_{v=1}^n [p_{(2,1)v} B_{7(3)l} - 2p_{(1,1)v} C_{7(3)l} + p_{(0,1)v} D_{7(3)l}],$$

$$z_{2(3)l} = \sum_{v=1}^n [p_{(1,1)v} B_{7(3)l} - p_{(0,1)v} C_{7(3)l}],$$

$$z_{3(3)l} = \sum_{v=1}^n [p_{(0,1)v} B_{7(3)l}],$$

де $B_{7(3)l}$, $C_{7(3)l}$ та $D_{7(3)l}$ дорівнюють виразам (11), а $F_{7(3)l} = \gamma_3 \chi_2^{5.5} (6 + 3\gamma_3^2 + 5\gamma_4 + \gamma_4^2)$.

Розв'язавши систему рівнянь отримаємо вираз для спільної оцінки параметрів a_0 та χ_2 :

$$\begin{cases} \hat{a}_0 = Z_1 + Z_2 + \frac{z_{2(3)l}}{z_{3(3)l}}, \\ \hat{\chi}_2 = \frac{\gamma_3 \sum_{v=1}^n (x_v - S_v) + \left(\gamma_3^2 \left(\sum_{v=1}^n (x_v - S_v) \right)^2 + 4n \sum_{v=1}^n (x_v - S_v)^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{4n^2}, \end{cases}$$

де зроблені наступні заміни:

$$Z_1 = \left(\frac{1}{2} \left(q - \sqrt{q^2 - 4p^3} \right) \right)^{\frac{1}{3}}, \quad Z_2 = \left(\frac{1}{2} \left(q + \sqrt{q^2 - 4p^3} \right) \right)^{\frac{1}{3}},$$

$$p = \frac{z_2^2(3)_l}{z_3^2(3)_l} - \frac{z_1(3)_l}{z_3(3)_l}, \quad q = \frac{2z_2^3(3)_l}{z_3^3(3)_l} - \frac{3z_1(3)_l z_2(3)_l}{z_3^2(3)_l} + \frac{z_0(3)_l}{z_3(3)_l},$$

Оцінка параметра сигналу a_0 знайдена за допомогою формул Кардано.

Розглянемо оцінювання параметрів a_0 та χ_2 при степені стохастичного полінома $s = 4$.

В силу громіздкості виразів запишемо лише систему рівнянь для знаходження спільної оцінки (2), яка при $s = 4$ буде мати вигляд (13).

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^4 \sum_{v=1}^n h_{i(4)v1} [x_v^i - m_{iv}] \Big|_{\substack{a_0=\hat{a}_0 \\ \chi_2=\hat{\chi}_2}} = 0, \\ \sum_{i=1}^2 \sum_{v=1}^n h_{i(4)v[2]} [x_v^i - m_{iv}] \Big|_{\substack{\chi_2=\hat{\chi}_2 \\ a_0=\hat{a}_0}} = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Підставивши вирази оптимальних коефіцієнтів $h_{i(4)v1}$ та $h_{i(4)v[2]}$, початкових моментів m_{iv} та радіосигналу в систему рівнянь (13), отримаємо рівняння для знаходження спільної оцінки параметрів a_0, χ_2 :

$$\begin{cases} 3a_0^4 z_{4(4)l} - a_0^3 z_{3(4)l} + 3a_0^2 z_{2(4)l} - 3a_0 z_{1(4)l} + z_{0(4)l} \Big|_{\substack{a_0=\hat{a}_0 \\ \chi_2=\hat{\chi}_2}} = 0, \\ n\chi_2 + \gamma_3 \chi_2^{0.5} \sum_{v=1}^n (x_v - S_v) - \sum_{v=1}^n (x_v - S_v)^2 \Big|_{\substack{\chi_2=\hat{\chi}_2 \\ a_0=\hat{a}_0}} = 0, \end{cases}$$

де коефіцієнти $z_{i(4)l}, z_{i(2)l[2]}$ дорівнюють:

$$z_{0(4)l} = \sum_{v=1}^n [3p_{(4,1)v} B_{7(4)l} - p_{(3,1)v} C_{7(4)l} + 3p_{(2,1)v} D_{7(4)l} - 3p_{(1,1)v} F_{7(4)l} - p_{(0,1)v} G_{7(4)l}],$$

$$z_{1(4)l} = \sum_{v=1}^n [4p_{(3,1)v} B_{7(4)l} - p_{(2,1)v} C_{7(4)l} + 2p_{(1,1)v} D_{7(4)l} - p_{(0,1)v} F_{7(4)l}],$$

$$z_{2(4)l} = \sum_{v=1}^n [6p_{(2,1)v} B_{7(4)l} - p_{(1,1)v} C_{7(4)l} + p_{(0,1)v} D_{7(4)l}],$$

$$z_{3(4)l} = \sum_{v=1}^n [12p_{(1,1)v} B_{7(4)l} - p_{(0,1)v} C_{7(4)l}],$$

$$z_{4(4)l} = \sum_{v=1}^n [p_{(0,1)v} B_{7(4)l}],$$

де

$$\begin{aligned} B_{7(4)l} &= \gamma_3 \chi_2^{7.5} (3\gamma_3^2 (10 - 3\gamma_3^2) - 5\gamma_4 (2 + \gamma_4)^2 + 15\gamma_3^2 \gamma_4), \\ C_{7(4)l} &= \chi_2^8 (36\gamma_3^2 (2 + 9\gamma_3^2) - \gamma_4 (24 + 84\gamma_4 + 38\gamma_4^2 + 17\gamma_4^3) - 6\gamma_3^2 \gamma_4 (12 + 12\gamma_3^2 + 7\gamma_4)), \\ D_{7(4)l} &= \gamma_3 \chi_2^{8.5} (24 - 54\gamma_3^2 (4 - 5\gamma_3^2) + \gamma_4 (204 + 238\gamma_4 + 87\gamma_4^2) - 3\gamma_3^2 \gamma_4 (78 + 23\gamma_4)), \\ F_{7(4)l} &= \chi_2^9 (48 - 6\gamma_3^2 (48 + 40\gamma_3^2 + 15\gamma_3^4) + 2\gamma_4 (132 + 206\gamma_4 + 93\gamma_4^2 + 34\gamma_4^3) - \gamma_3^2 \gamma_4 (68 - 510\gamma_3^2 + \\ &\quad + 236\gamma_4 + 119\gamma_4^2)), \\ G_{7(4)l} &= \gamma_3 \chi_2^{9.5} (72 - 45\gamma_3^2 (10 - 9\gamma_3^2) + 2\gamma_4 (228 + 279\gamma_4 + 97\gamma_4^2 + \gamma_4^3) - 15\gamma_3^2 \gamma_4 (27 - 3\gamma_3^2 + 8\gamma_4)). \end{aligned} \quad (14)$$

Починаючи з 4-го степеня стохастичного полінома аналітично знайти оцінки амплітуди сигналу та кумулянта другого порядку завади досить складно або неможливо, тому для розв'язку систем рівнянь можливо скористатися одним із чисельних методів.

Синтез алгоритму оцінювання для степенів полінома $s = 5$, $s = 6$ виконується по аналогії.

В подальшому для підтвердження ефективності запропонованого методу планується дослідити асимптотичні властивості дисперсії оцінок параметра радіосигналу a_0 при усіченому оцінюванні кумулянта другого порядку χ_2 асиметрично-ексцесної завади, побудувати об'ємні графіки залежності коефіцієнта зменшення дисперсії від коефіцієнтів асиметрії та ексцесу, а також провести імітаційне моделювання алгоритмів знаходження відповідних оцінок з метою дослідження ефективності запропонованого методу.

Висновки. Встановлено, що використання методу максимізації усіченого стохастичного полінома для оцінювання дисперсії завади дозволяє отримати значно спрощені алгоритми знаходження оцінок у порівнянні з методом максимізації полінома. Тому при збільшенні степеня стохастичного полінома синтезуються алгоритми, які не потребують значних ресурсів для їх розрахунків, забезпечуючи при цьому можливість разом з високою точністю оцінювання досягти більшої швидкості обчислень, а також знаходити оцінки з мінімальною дисперсією при заданому спрощеному стохастичному поліномі.

Список літератури

1. Гончаров А. В. Оцінка параметра постійного сигналу при близьких до гауссівських адитивних завадах: дис. ... кандидата тех. наук: 01.05.02 / А. В. Гончаров – Черкаси, 2005. – 149 с.
2. Селін В. О. Моделі та методи нелінійного оцінювання параметрів поліноміальних трендів при негауссовій стохастичній компоненті: дис. ... кандидата тех. наук: 01.05.02 / В. О. Селін – Черкаси, 2013. – 158 с.
3. Гончаров А. В. Поліноміальні алгоритми оцінювання параметра постійного сигналу при усіченому оцінюванні дисперсії асиметрично-ексцесної завади / А. В. Гончаров, Т. В. Воробкало, В. В. Філіпов // Вісник ЧДТУ – Ч. : ЧДТУ, 2009. – № 1. – С. 57–62.
4. Кунченко Ю. П. Стохастические полиномы / Ю. П. Кунченко – К. : Наук. думка, 2006. – 275 с.
5. Кунченко Ю. П. Метод максимизации усеченного стохастического полинома / Ю. П. Кунченко // Системы и средства передачи и обработки информации (ССПОИ 2004): труды 8-ой международной научно-практической конференции, 2004 г. : тезисы докл. – О. : ОНАС им. А.С. Попова, 2004. – С. 153–155.
6. Гончаров А. В. Оцінка частоти корисного сигналу при усіченому оцінюванні дисперсії асиметрично-ексцесної завади / А. В. Гончаров, В. М. Уманець // Обробка сигналів і негауссівських процесів: праці III міжнародної науково-практичної конференції, 2011 р. : тези доп. – Ч. : ЧДТУ, 2011. – С. 103–105.

References

1. Honcharov A. V. Parameter Estimation of the Constant Signal at the Additive Close to Gaussian Interferences: dis. ... of the candidate of technical sciences: 01.05.02 / Honcharov A. V. – Cherkasy, 2005. – 149 p.
2. Selin V. O. Models and Methods of Nonlinear Parameter Estimation of polynomial trend at the non-Gaussian Stochastic Component: dis. ... of the candidate of technical sciences: 01.05.02 / Selin V. O. – Cherkasy, 2013. – 158 p.
3. Honcharov A. V., Vorobkalo T. V., Filipov V. V (2009). Polynomial algorithms for parameter estimation of a constant signal with truncated estimating of dispersion of a skewness-kurtosis interference. Visnyk, (1), pp. 57-62.
4. Kunchenko Y.P. Stochastic Polynomials. K.: Nauk. Dumka, 2006, 275 p.

5. Kunchenko Y.P., «The method of truncated polynomial maximization», in: 8th International Sci.-Prac. Conf. on Systems and Means of Information Transfer and Processing, (SSPOI-2004), Odesa (2004), pp. 153-155.
6. Honcharov A. V, Umanets V. M., «Estimation of radio signal frequency with truncated estimating of dispersion of a skewness-kurtosis interference», in: 3rd International Sci.-Prac. Conf. on Signal Processing and non-Gaussian Processes, Cherkasy (2011), pp. 103-105.

Стаття надійшла до редакції 23.04.2013.

Відомості про авторів:

Гончаров А. В., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри радіотехніки, Черкаський державний технологічний університет

Уманець В. М., аспірант кафедри радіотехніки, Черкаський державний технологічний університет