УДК 621.37:621.391

В. В. Палагін, *д.т.н,*
О. А. Палагіна, *к.т.н,*
О. С. Зорін
Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, 18006, м. Черкаси, Україна
palahin@yahoo.com

СИНТЕЗ АЛГОРИТМІВ РОЗРІЗНЕННЯ ШУМОВИХ СИГНАЛІВ ПРИ ПРИЙОМІ ДАНИХ НА ФОНІ АСИМЕТРИЧНИХ НЕГАУСОВИХ ЗАВАД

Розглянуто розв'язання задачі розрізнення шумових сигналів при прийомі даних на фоні асиметричних негаусових завад при використанні поліноміальних розв'язувальних правил та моментно-кумулянтного опису випадкових величин. Проведено аналіз ефективності отриманих результатів.

Ключові слова: *стохастичні поліноми, моментний критерій якості, розрізнення шумових сигналів, негаусові завади.*

Вступ. Зростаючі вимоги до якості функціонування технічних систем стимулюють розвиток нових методів обробки інформації, що безпосередньо пов'язано з удосконаленням методів математичного моделювання різних процесів, зокрема, статистичної обробки даних [1]. Одним із важливих напрямків статистики є теорія перевірки статистичних гіпотез, яка знаходить широке застосування в різних прикладних областях: інформаційні системи, радіотехнічні й телекомунікаційні системи виявлення та розрізнення сигналів на фоні завад.

Передача шумових сигналів отримала застосування в широкосмугових системах зв'язку. Системи зв'язку з шумовими сигналами забезпечують високу завадостійкість, дозволяють організувати одночасну роботу багатьох абонентів в загальній смузі частот, забезпечують сумісність передачі інформації з виміром параметрів руху об'єкта в системах рухомого зв'язку, забезпечують електромагнітну сумісність з вузькосмуговими системами радіозв'язку і радіомовлення, системами телевізійного мовлення, забезпечують краще використання спектра частот на обмеженій території порівняно з вузькосмуговими системами зв'язку [2–5]. Передача шумових сигналів супроводжується впливом різноманітних завад. Для розв'язання задачі розрізнення таких сигналів можна використати теорію перевірки статистичних гіпотез, яка базується на застосуванні ймовірнісних критеріїв якості [6]. На практиці значного поширення набули гаусові моделі випадкових процесів, які, з одного боку, є зручною математичною ідеалізацією, а з другого боку, не відображають тонкої структури реальних природних процесів. Застосування класичного підходу до побудови розв'язувальних правил (РП) розрізнення шумових сигналів на фоні негаусових завад викликає ряд труднощів, пов'язаних з алгоритмічною та апаратною реалізацією.

Як рішення проблеми обробки негаусових сигналів і завад пропонується використання моментного критерію якості перевірки статистичних гіпотез, який добре себе зарекомендував при розв'язанні багатоальтернативних задач розрізнення [7, 8], де як апріорний опис випадкових величин використовується не щільність розподілу випадкових величин, а моментно-кумулянтний опис [9]. Такий підхід дозволяє отримати більш прості алгоритми обробки сигналів, врахувати параметри негаусової завади і покращити якісні показники виявлення та розрізнення сигналів.

Метою роботи є синтез ефективних алгоритмів розрізнення шумових сигналів на фоні негаусових завад при застосуванні моментного критерію верхніх границь ймовірності помилок, поліноміальних РП і моментно-кумулянтного опису випадкових величин.

Постановка задачі

Нехай на відліку часу $(0,T)$ спостерігаються випадкові сигнали $\xi_i(t)$, $i=\overline{1,N}$, за результатами обробки яких необхідно прийняти рішення про реалізацію гіпотез H_i, що відповідає прийому шумового сигналу $\Delta^{(i)}(t)$, який підлягає розрізненню, або рішення про реалізацію гіпотези H_0, що характеризує відсутність сигналу. Сигнали $\xi_i(t)$ являють собою адитивну суміш $\xi_i(t)=\Delta^{(i)}(t)+\eta_i(t)$, де $\eta_i(t)$ – негаусова завада з нульовим математичним очікуванням та дисперсією χ_2. Кожному сигналу, який приймається, відповідає моментно-кумулянтний опис, представлений у вигляді кінцевої послідовності моментів

$$m_i\left[\{0,\mu_{i2},\beta_{i3},...,\beta_{il}\},\{0,\chi_{i2},\gamma_{i3},...,\gamma_{il}\}\right],$$

де $\beta_{i3},...,\beta_{il}$ – кумулянтні коефіцієнти, які описують ознаки шумового негаусового сигналу $\Delta^{(i)}(t)$, $\gamma_{i3},...,\gamma_{il}$ – кумулянтні коефіцієнти, які описують ознаки негаусової завади $\eta_i(t)$.

Синтез і аналіз розв'язувальних правил розрізнення шумових сигналів на фоні негаусових завад

Для розв'язання поставленої задачі скористаємося стохастичним поліноміальним РП загального вигляду [4–5]:

$$\Lambda(\mathbf{X})_{sn}^{(mr)}=\sum_{i=1}^{s}k_i^{(mr)}\sum_{v=1}^{n}x_v^i+k_0^{(mr)}\underset{H_r}{\overset{H_m}{\gtrless}}0\ , \quad (1)$$

$$r,m=\overline{0,\ N-1},\ r\neq m\ ,$$

де невідомий коефіцієнт $k_0^{(mr)}$ обирається як середнє значення математичних очікувань $E_m^{(mr)}$ і $E_r^{(mr)}$ РП (1) при реалізації гіпотези H_m і H_r відповідно та має вигляд:

$$k_0^{(mr)}=-\frac{1}{2}\left(E_m^{(mr)}+E_r^{(mr)}\right)=-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{s}k_i^{(mr)}\sum_{v=1}^{n}\left(m_i^{(m)}+m_i^{(r)}\right),\ m,r=\overline{0{,}2},\ m\neq r. \quad (2)$$

Оптимальні коефіцієнти РП (1) $k_i^{(mr)}$ знаходяться з мінімуму функціонала критерію верхніх границь ймовірності помилок, який має вигляд:

$$Ku(E,G)^{(mr)}=\frac{G_m^{(mr)}+G_r^{(mr)}}{\left[E_m^{(mr)}-E_r^{(mr)}\right]^2},\quad m,r=\overline{0,N-1},\ m\neq r\ ,\ N=3, \quad (3)$$

де $G_m^{(mr)}$, $G_r^{(mr)}$ – дисперсія РП (1), $E_m^{(mr)}$, $E_r^{(mr)}$ – математичне очікування РП (1) при гіпотезах H_m і H_r відповідно і мають вигляд:

$$E_m^{(mr)}=n\sum_{i=1}^{s}k_i^{(mr)}m_i^{(m)}\ ,\ E_r^{(mr)}=n\sum_{i=1}^{s}k_i^{(mr)}m_i^{(r)}\ , \quad (4)$$

$$G_m^{(mr)}=n\sum_{i=s}^{s}\sum_{j=1}^{s}k_i^{(mr)}k_j^{(mr)}F_{(i,j)}^{(m)}\ ,\ G_r^{(mr)}=n\sum_{i=s}^{s}\sum_{j=1}^{s}k_i^{(mr)}k_j^{(mr)}F_{(i,j)}^{(r)}\ , \quad (5)$$

де $m_i^{(r)}$, $m_i^{(m)}$ – початкові моменти *i*-го порядку випадкової величини ξ при гіпотезах H_m і H_r відповідно, $F_{(i,j)}^{(r)}$, $F_{(i,j)}^{(m)}$ – центровані корелянти випадкової величини ξ (*i,j*)-го порядку при гіпотезах H_m і H_r відповідно. Система рівнянь для знаходження невідомих коефіцієнтів $k_i^{(mr)}$ РП (1) знаходиться з мінімуму функціонала (3), що відповідає мінімуму верхніх границь ймовірності помилок РП і має вигляд:

$$\sum_{j=1}^{s}k_j^{(mr)}\left[F_{(i,j)}^{(r)}+F_{(i,j)}^{(m)}\right]=m_i^{(m)}-m_i^{(r)},\ i=\overline{1,s}\ ,\ m,r=\overline{0{,}2},\ m\neq r. \quad (6)$$

Розглянемо задачу розрізнення двох шумових негаусових сигналів першого типу першого виду, які характеризуються коефіцієнтом асиметрії $\beta_3^{(i)}$, $(i=1{,}2)$ на фоні негаусової завади, яка описується коефіцієнтом асиметрії γ_3. У цьому випадку початкові моменти до 4-го порядку для сигналу ξ_0 при реалізації гіпотези H_0 набудуть вигляду:

$m_1^{(0)} = 0$, $m_2^{(0)} = \chi_2$, $m_3^{(0)} = \gamma_3 \chi_2^{3/2}$, $m_4^{(0)} = 3\chi_2^2$, а центровані корелянти визначаються з виразу $F_{(k,j)}^{(0)} = m_{(k+j)}^{(0)} - m_k^{(0)} m_j^{(0)}$ і набудуть вигляду: $F_{(1,1)}^{(0)} = \chi_2$, $F_{(1,2)}^{(0)} = F_{(2,1)}^{(0)} = \chi_2^{1,5}\gamma_3$, $F_{(2,2)}^{(0)} = 2\chi_2^2$.

Відповідно, початкові моменти до 4-го порядку для ξ_i при реалізації гіпотези H_i $(i = 1,2)$ набудуть вигляду:

$m_1^{(i)} = 0,$ $m_2^{(i)} = \chi_2(1 + p_i)$,

$m_3^{(i)} = \chi_2^{1,5}\left(\gamma_3 + p_i^{1,5}\beta_3^{(i)}\right)$,

$m_4^{(i)} = \chi_2^2\left(3 + 6p_i + 3p_i^2\right)$,

де $\beta_3^{(i)}, (i = 1,2)$ – коефіцієнт асиметрії шумового сигналу $\Delta^{(i)}$, $p_i = \dfrac{\mu_2^{(i)}}{\chi_2}$ – відношення дисперсії $\mu_2^{(i)}$ шумового сигналу $\Delta^{(i)}$ до дисперсії завади χ_2, $i = 1,2$. При цьому центровані корелянти при реалізації гіпотези H_i визначаються з виразу $F_{(k,j)}^{(i)} = m_{(k+j)}^{(i)} - m_k^{(i)} m_j^{(i)}$, $i = 1,2$ і набудуть вигляду: $F_{(1,1)}^{(i)} = \chi_2(p_i + 1)$,

$F_{(1,2)}^{(i)} = F_{(2,1)}^{(i)} = \chi_2^{1,5}\left(\gamma_3 + p_r^{1,5}\beta_3^{(i)}\right)$,

$F_{(2,2)}^{(i)} = \chi_2^2\left(4p_i + 2p_i^{\,2} + 2\right)$.

Неважко показати, що при цій постановці задачі неможливо синтезувати лінійні РП при степені полінома $s = 1$, тому покажемо побудову нелінійних РП при степені полінома $s = 2$, які в загальному випадку мають вигляд:

$$\Lambda(\mathbf{X})_{2n}^{(i0)} = k_1^{(i0)} \sum_{v=1}^{n} x_v + k_2^{(i0)} \sum_{v=1}^{n} x_v^2 + k_0^{(i0)} \underset{H_0}{\overset{H_i}{\gtrless}} 0 \quad, i = 1,2,$$

$$\Lambda(\mathbf{X})_{2n}^{(21)} = k_1^{(21)} \sum_{v=1}^{n} x_v + k_2^{(21)} \sum_{v=1}^{n} x_v^2 + k_0^{(21)} \underset{H_1}{\overset{H_2}{\gtrless}} 0 \quad.$$

Невідомі коефіцієнти $k_1^{(i0)}$ і $k_2^{(i0)}$ для РП $\Lambda(\mathrm{X})_{2n}^{(i0)}$ $(i = 1,2)$ знаходяться з рішення системи рівнянь (6), а невідомий коефіцієнт $k_0^{(mr)}$знаходиться з рівняння (2), які набудуть вигляду:

$$k_0^{(i0)} = \frac{p_i(2 + p_i)^2}{2(-2(2 + p_i)(2 + p_i(2 + p_i)) + (p_i^{3/2}\beta_3^{(i)} + 2\gamma_3)^2)},$$

$$k_1^{(i0)} = \frac{p_i^{5/2}\beta_3^{(i)} + 2p_i\gamma_3}{(-2(2 + p_i)(2 + p_i(2 + p_i)) + (p_i^{3/2}\beta_3^{(i)} + 2\gamma_3)^2)\sqrt{\chi_2}},$$

$$k_2^{(i0)} = -\frac{p_i(2 + p_i)}{(-2(2 + p_i)(2 + p_i(2 + p_i)) + (p_i^{3/2}\beta_3^{(i)} + 2\gamma_3)^2)\chi_2}.$$

Тоді математичне очікування і дисперсія РП $\Lambda(\mathbf{X})_{2n}^{(i0)}$ при гіпотезах H_i, $i = 1,2$, згідно з (4), (5) набудуть вигляду:

$$E_i^{(i0)} = n\left(k_1^{(i0)} m_1^{(i)} + k_2^{(i0)} m_2^{(i)}\right),\ E_0^{(i0)} = n\left(k_1^{(i0)} m_1^{(0)} + k_2^{(i0)} m_2^{(0)}\right),$$

$$G_i^{(i0)} = n\{\left(k_1^{(i0)}\right)^2 F_{(1,1)}^{(i)} + 2k_1^{(i0)} k_2^{(i0)} F_{(1,2)}^{(i)} + \left(k_2^{(i0)}\right)^2 F_{(2,2)}^{(i)}\},$$

$$G_0^{(i0)} = n\{\left(k_1^{(i0)}\right)^2 F_{(1,1)}^{(0)} + 2k_1^{(i0)} k_2^{(i0)} F_{(1,2)}^{(0)} + \left(k_2^{(i0)}\right)^2 F_{(2,2)}^{(0)}\},\ i = 1,2.$$

Через громіздкість виразів остаточний їх вигляд не наводиться, а обчислення проводяться комп'ютерними засобами.

Невідомі коефіцієнти $k_1^{(21)}$ и $k_2^{(21)}$ для РП $\Lambda(\mathbf{X})_{2n}^{(21)}$ знаходяться аналогічно з рішення системи рівнянь (6), а поріг $k_0^{(21)}$ – з (2), які набудуть вигляду:

$$k_0^{(21)} = -\frac{(p_1 - p_2)(2 + p_1 + p_2)^2}{2(-2(3 + p_1 + p_2)(2 + p_1(2 + p_1) + p_2(2 + p_2)) + (p_1^{3/2}\beta_3^{(1)} + p_2^{3/2}\beta_3^{(2)} + 2\gamma_3)^2)},$$

$$k_1^{(21)} = \frac{(p_1 - p_2)(p_1^{3/2}\beta_3^{(1)} + p_2^{3/2}\beta_3^{(2)} + 2\gamma_3)}{2(-2(3 + p_1 + p_2)(2 + p_1(2 + p_1) + p_2(2 + p_2)) + (p_1^{3/2}\beta_3^{(1)} + p_2^{3/2}\beta_3^{(2)} + 2\gamma_3)^2)\sqrt{\chi_2}},$$

$$k_2^{(21)} = \frac{(p_1 - p_2)(2 + p_1 + p_2)}{2(-2(3 + p_1 + p_2)(2 + p_1(2 + p_1) + p_2(2 + p_2)) + (p_1^{3/2}\beta_3^{(1)} + p_2^{3/2}\beta_3^{(2)} + 2\gamma_3)^2)\chi_2}.$$

Тоді математичне очікування і дисперсія РП $\Lambda(\mathbf{X})_{2n}^{(21)}$ при гіпотезах H_i, $i = 1,2$, згідно з (4), (5) набудуть вигляду:

$$E_2^{(21)} = n\left(k_1^{(21)} m_1^{(2)} + k_2^{(21)} m_2^{(1)}\right),\ E_0^{(21)} = n\left(k_1^{(21)} m_1^{(2)} + k_2^{(21)} m_2^{(1)}\right),$$

$$G_2^{(21)} = n\left(k_1^{(21)} k_1^{(21)} F_{(1,1)}^{(2)} + 2k_1^{(21)} k_2^{(21)} F_{(1,2)}^{(2)} + k_2^{(21)} k_2^{(21)} F_{(2,2)}^{(2)}\right),$$

$$G_1^{(21)} = n\left(k_1^{(21)} k_1^{(21)} F_{(1,1)}^{(1)} + 2k_1^{(21)} k_2^{(21)} F_{(1,2)}^{(1)} + k_2^{(21)} k_2^{(21)} F_{(2,2)}^{(1)}\right).$$

На основі отриманих коефіцієнтів РП будується узагальнене РП.

Для якісного оцінювання ефективності синтезованих алгоритмів скористаємося виразом, який характеризує кількість здобутої інформації про розрізнення гіпотез РП (1):

$$I_{(E,G)}{}_{sn}^{(mr)} = \frac{1}{Ku(E,G)^{(mr)}} = E_m^{(mr)} - E_r^{(mr)}\ ,m,r = \overline{0, N-1},\ m \neq r. \quad (7)$$

Проведемо порівняльний аналіз отриманих результатів. Були отримані аналітичні вирази, в яких фігурують коефіцієнти асиметрії, що описують негаусовість адитивної завади (γ_3), негаусовість шумового сигналу ($\beta_3^{(i)}, i = 1,2$), та коефіцієнти сигнал-шум ($p_i, i = 1,2$), які дозволяють аналізувати вплив на ефективність розрізнення негаусових (асиметричних) шумових сигналів на фоні негаусових завад.

Порівняльний аналіз нелінійних РП проведено при порівнянні кількості здобутої інформації (7) I_{1n} про розрізнення гіпотез для гаусового каналу зв'язку ($s = 2$, $\gamma_3 = 0$) до кількості здобутої інформації I_{2n} про розрізнення гіпотез для негаусового каналу зв'язку ($s = 2$, $\gamma_3 \neq 0$) від коефіцієнта асиметрії γ_3.(рис. 1–4).

З графіків видно що при врахуванні коефіцієнта асиметрії γ_3 кількість здобутої інформації збільшується, що свідчить про зростання ефективності РП. Таким чином, показано, що застосування моментно-кумулянтного опису випадкових величин, моментного критерію якості для побудови нелінійних поліноміальних РП дозволяє підвищити ефективність передачі та прийому даних при застосуванні негаусових шумових сигналів на фоні негаусових завад. Система передачі даних на основі негаусових шумових сигналів проведена в середовищі Simulink і підтвердила свою ефективність.

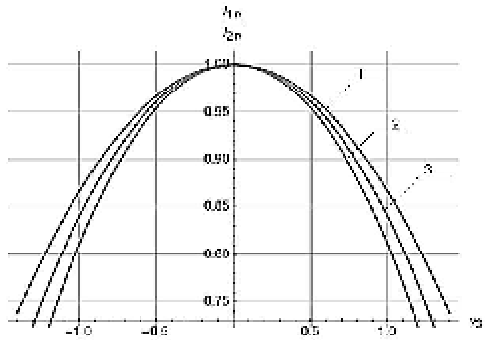

Рис. 1. Залежність кількості здобутої інформації про розрізнення гіпотез від коефіцієнта асиметрії γ_3 при такнх параметрах: p_1=p_2=1 і при різних параметрах
1) $\beta_3^{(1)}$=0.1, $\beta_3^{(2)}$=-0.1, 2) $\beta_3^{(1)}$=1.4, $\beta_3^{(2)}$=-1.4, 3) $\beta_3^{(1)}$=1, $\beta_3^{(2)}$=-1

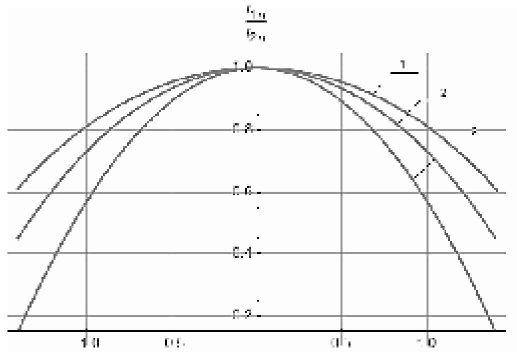

Рис. 2. Залежність кількості здобутої інформації про розрізнення гіпотез від коефіцієнта асиметрії γ_3, при таких параметрах: $\beta_3^{(1)}$=1.4, $\beta_3^{(2)}$=-1.4 і при різних параметрах
1) p_1=p_2=0.1, 2) p_1=p_2=0.5, 3) p_1=p_2=1

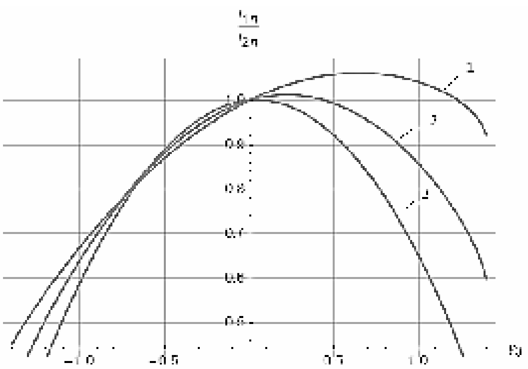

Рис. 3. Залежність кількості здобутої інформації про розрізнення гіпотез від коефіцієнта асиметрії γ_3 при таких параметрах: $\beta_3^{(1)}$=1.4, $\beta_3^{(2)}$=-1.4 і при різних параметрах
1) p_1=0.1, p_2=1, 2) p_1=0.1, p_2=0.5, 3) p_1=0.1, p_2=0.2

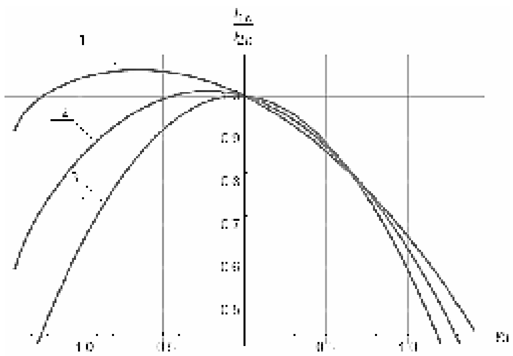

Рис. 4. Залежність кількості здобутої інформації про розрізнення гіпотез від коефіцієнта асиметрії γ_3 при таких параметрах: $\beta_3^{(1)}$=1.4, $\beta_3^{(2)}$=-1.4 і при різних параметрах
1) p_1=1, p_2=0.1, 2) p_1=0.5, p_2=0.1, 3) p_1=0.2, p_2=0.1

Висновки. Показано застосування нового моментного критерію якості верхніх границь ймовірностей помилок для побудови ефективних алгоритмів розрізнення негаусових шумових сигналів на фоні негаусових завад. Отримані нелінійні алгоритми обробки даних з кращими показниками якості порівняно з відомими результатами. Показано, що поліноміальна обробка вибіркових значень, врахування параметрів досліджуваних негаусових процесів дозволяє збільшити ефективність обробки сигналів у вигляді зменшення ймовірностей помилок РП і збільшення кількості інформації про розрізнення гіпотез.

Отримані результати можуть знайти своє широке застосування при розробці нових систем зв'язку з шумовими сигналами.

Список літератури

1. Безрук В. М. Теоретические основы проектирования систем распознавания сигналов для автоматизированного радиоконтроля : [монография] / В. М. Безрук, Г. М. Певцов – Х. : Коллегиум, 2007. – 430 с.
2. Yang T. A survey of chaotic secure communication systems / T. Yang // International Journal of Computational Cognition. – 2004. – Vol. 2, No. 2. – P. 81–130.
3. Tam W. M. Digital communications with chaos: multiple access techniques and performance / W. M. Tam, F. C. M. Lau, C. K. Tse. – London: Elsevier. – 2006. – 238 p.

4. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин. – М. : Радио и связь, 1985. – 383 с.
5. Ільченко М. Ю. Телекомунікаційні системи широкосмугового радіодоступу : [монографія] / М. Ю. Ільченко, С. О. Кравчук. – К. : Наук. думка, 2009. – 312 с.
6. Van Trees H. L. Detection, estimation, and modulation theory / H. L. Van Trees. – Part IV: Optimum array processing. – John Wiley, 2002. – 1470 p.
7. Палагин В. В. Адаптация моментного критерия качества для многоальтернативной задачи проверки гипотез при использовании полиномиальных решающих правил / В. В. Палагин // Электронное моделирование. – 2010. – Т. 32, № 4. – С. 17–33.
8. Палагін В. В. Поліноміальні алгоритми розпізнавання шумових сигналів на тлі негаусівських завад / В. В. Палагін // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2011. – № 4. – С. 104–109.
9. Kunchenko Yu. P. Polynomial parameter estimations of close to Gaussian random variables / Yu. P. Kunchenko. – Aachen : Shaker Verlag, 2002. –396 p.

References

1. Bezruk, V. M. and Pevtsov H. M. (2007) Theoretical fundamentals of designing recognizing signals for automatic radiocontrol. Kharkov: Kollehium, 430 p. [in Russian].
2. Yang, T. (2004) A survey of chaotic secure communication systems. *International Journal of Computational Cognition*, 2 (2), pp. 81–130.
3. Tam, W.M., Lau, F. C. M. and Tse, C. K. (2006) Digital communications with chaos: multiple access techniques and performance. London: Elsevier, 238 p.
4. Varakin, L. E. (1985). Communication systems with noise-like signals. Moscow: Radio i svyaz’, 383 p. [in Russian].
5. Ilchenko, M. Yu. and Kravchuk, S. O. (2009) Telecommunication systems for wide-band radioaccess. Kyiv: Nauk. dumka, 312 p. [in Ukrainian].
6. Van Trees, H. L. (2002) Detection, estimation, and modulation theory. Part IV: Optimum array processing. John Wiley, 1470 p.
7. Palahin, V. V. (2010) Adaptation of moment quality criterion for multialternative task of testing hypotheses, using polynomial decision rules. *Elektronnoye modelirovaniye*, 32 (4), pp. 17–33 [in Russian].
8. Palahin, V. V. (2011) Polynomial algorithms for recognizing noise signals on non-Gaussian noise background. *Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo tehnolo-gichnogo universitetu,* (4), pp. 104–109 [in Ukrainian].
9. Kunchenko, Yu. P. (2002) Polynomial parameter estimations of close to Gaussian random variables. Aachen: Shaker Verlag, 396 p.

V. V. Palahin, *D.Tech.Sc.,*
O. A. Palahina, *Ph.D.*,
O. S. Zorin
Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine
palahin@yahoo.com

THE SYNTHESIS OF ALGORITHMS FOR NOISE SIGNALS DISTINGUISHING AT IMPORTATION OF DATA ON THE BACKGROUND OF ASYMMETRIC NON-GAUSSIAN NOISE

The aim of the article consists in the synthesis of efficient algorithms for noise signals distinguishing on the background of non-Gaussian noise using moment criterion of upper limits of errors probability, polynomial decision rules and moment-cumulant description of random variables.

In the article the solution of task for noise signals distinguishing at importation of data on the background of asymmetric non-Gaussian noise using polynomial decision rules is considered.

Also a new method for receiving noise signals and processing them, based on transmitting data signal with different noise characteristic such as with different asymmetric coefficient of non-Gaussian useful signals, using a moment description of random processes, is offered. This method for distin-

guishing of non-Gaussian noise signals on the background of non-Gaussian noise is based on polynomial nonlinear decision rule. The synthesis is performed to the degree of the polynomial $s = 2$*, which is used when describing moments of higher orders, and it allows non-Gaussian distribution of random variables. Also graphic results of the efficiency of nonlinear decision rule are found.*

The application of new moment criterion of quality of upper limits of errors probability in order to build efficient algorithms for distinguishing of non-Gaussian noise signals on the background of non-Gaussian noise is shown. Nonlinear data processing algorithms with better quality compared with the known results are obtained. It is shown that polynomial processing of sample values, taking into account parameters of studied non-Gaussian processes, allows to increase the efficiency of signal processing in the form of reducing the probability of decision rules errors and increasing the amount of information on hypotheses distinguishing.

The obtained results can find their wide application in the development of new communication systems with noise signals.

Keywords: *stochastic polynomials, moment criterion of quality, distinguishing of noise signals, non-Gaussian noise.*

Рецензенти: В. М. Рудницький, д.т.н. професор,
С. А. Положаєнко, д.т.н., професор