

УДК 621.3

А.Я. КУЛИК, О.М. МОСКВІН, С.Г. КРИВОГУБЧЕНКО, Я.А. КУЛИК

ПОБУДОВА ПРИЙМАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ ДИСКРИМІНАНТНОЇ ПРОЦЕДУРИ НА ЗАСАДАХ КРИТЕРІЮ ФІШЕРА

*Вінницький національний технічний університет,
вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна.*

Анотація. Запропонована слідкуюча дискримінантна процедура відтворення змін управляючого параметру хаотичної послідовності для систем широкосмугової модуляції, на основі критерія статистичної обробки Фішера.

Аннотація. Предложена следящая дискриминантная процедура восстановления изменений управляющего параметра хаотической последовательности для систем широкополосной модуляции, на основе критерия статистической обработки Фишера.

Abstract. Tracker discriminant renewal procedure of chaotic sequence control parameter is offered for broadband modulation systems, based on statistic handling criteria of Fisher.

Ключові слова: широкосмугові сигнали, хаотична послідовність, часові вікна, критерій Фішера, дискримінантна процедура.

ВСТУП

Розвиток і вдосконалення систем передачі даних в даний час багато в чому пов'язаний із застосуванням в них широкосмугових сигналів, які піддаються впливу завад. Внаслідок їх параметри є локально нестійкими величинами. Частотний спектр таких коливань є безперервним і широкосмуговим, що порівняно з вузькосмуговими сигналами дозволяє значно підвищити інформаційну місткість і завадостійкість каналу передачі даних.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ

У більшості сучасних систем зв'язку модуляція сигналу-носія може здійснюватися за рахунок модуляції вже сформованих коливань, або шляхом управління параметрами генератора в процесі формування коливань.

Аналогічним чином можна проводити модуляцію широкосмугового сигналу інформаційним, проте зі значно ширшими можливостями. Дійсно, якщо у випадку гармонійних сигналів керованих характеристик - всього три (амплітуда, фаза і частота), то у випадку використання широкосмугових сигналів, клас яких достатньо широкий [1], навіть невелика зміну параметру дає зміну характеру коливань, що надійно фіксується. Це означає, що у джерел сигналів зі змінними параметрами є широкий набір схем введення інформаційного сигналу до носія. Простота реалізації терміналів, можливість швидко змінювати властивості приймальної та передавальної сторін, широкий діапазон зміни параметрів також відносяться до переваг систем з хаотичним кодуванням.

Основною проблемою в реалізації систем, що використовують широкосмугові сигнали в якості носія інформації, є демодуляція інформаційного повідомлення. На даний момент запропонований ряд способів демодуляції, заснованих на властивостях синхронізації систем з близькими параметрами, на ортогональності послідовностей, а також на інших принципах.

Недоліками даних систем є висока чутливість до параметрів управління та початкових умов, неможливість відтворення інформаційного повідомлення при граничному рівні шумів, неможливість передавання дискретизованих за часом гладких інформаційних повідомлень та неможливість відтворення інформаційного повідомлення в режимі реального часу, оскільки це потребує значного обсягу математичних розрахунків. При цьому для реальних систем невідомим є конкретний момент часу, в який на приймальний пристрій надходить інформаційний сигнал.

Виходячи з вищевикладеного, перспективним методом демодуляції інформаційного повідомлення є використання дискримінантної процедури, що базується на порівнянні характеристик хаотичної послідовності $y(n)$ в двох сусідніх часових вікнах.

Слідкуюча дискримінантна процедура відтворення змін управляючого параметру хаотичної послідовності призначена для аналізу нестационарності випадкових процесів, що використовується в сучасних умовах для вирішення зворотних задач хаотичної динаміки і відновлення параметрів динамічної системи за часовими реалізаціями. Дана процедура використовує критерії статистичної обробки Фішера і дозволяє реєструвати дискретні зміни управляючого параметра.

СЛІДКУЮЧА ДИСКРИМІНАНТНА ПРОЦЕДУРА

Суть дискримінантної процедури полягає у порівнянні характеристик $y(n)$ для двох сусідніх часових вікон [2]. При цьому порівнюються середні значення ($m_{y,1}$ і $m_{y,2}$), а також дисперсії ($\sigma_{y,1}^2$ і $\sigma_{y,2}^2$) вибірок сигналу $y(n)$, що приходять на вхід приймача, у двох сусідніх часових вікнах ($n, n - N + 1$) та ($n - N, n - 2N + 1$), де N – довжина кожного з вікон:

$$m_{y,1}(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=n-2N+1}^{n-N} y(k),$$

$$m_{y,2}(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=n-N+1}^n y(k), \quad (1)$$

$$\sigma_{y,1}^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=n-2N+1}^{n-N} (y(k) - m_{y,1})^2,$$

$$\sigma_{y,2}^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=n-N+1}^n (y(k) - m_{y,2})^2. \quad (2)$$

Нормований вигляд різниці середніх значень $m_{y,1}(k)$ та $m_{y,2}(k)$ являє собою критерій Фішера:

$$H_n = \frac{(m_{y,1} - m_{y,2})^2}{\sigma_{y,1}^2 + \sigma_{y,2}^2}, \quad (3)$$

і дозволяє визначити відмінність між значеннями аналізованого сигналу у двох сусідніх вікнах. Зміну сигналу на виході передавальної частини каналу зв'язку можна визначити як

$$x(n+1) = f(a(n), x(n)), \quad (4)$$

де n – поточні відліки часу; $a(n)$ – вплив управління, який залежить від дискретного часу і несе інформаційне повідомлення $s(n)$:

$$a(n) = a_0 + D \cdot a \cdot s(n). \quad (5)$$

Під час проходження каналом зв'язку послідовність $x(n)$, формована за (4), піддається впливу шуму $\zeta(n)$, який можна вважати адитивним, і на вхід приймача надходить послідовність

$$y(n) = x(a(n), n). \quad (6)$$

Використання нелінійної авторегресійної моделі

$$d(n) = y(n+1) - F(b_j, y(n)), \quad (7)$$

яка характеризує наближення сигналу приймача $y(n)$ до сигналу передавача $x(n)$ має ряд переваг [2]. Умовою знаходження коефіцієнтів b_j є мінімакський критерій Фішера – мінімум середнього квадрату

дискримінантної функції $d(n)$ у часовому вікні при максимумі значення критерію Фішера $H(n)$ (3).

Визначення зміни сигналу на вході приймача полягає у порівнянні послідовностей вибірок сигналу $y(n)$ з послідовністю, яка являє собою результат обчислення перетворення

В [2] наведено застосування дискримінантної процедури для хаотичного кодування, але область її застосування можна поширити і на широкосмугову модуляцію з використанням ортогональних сигналів [3], враховуючи те, що $a(n)$ в даному випадку визначає зміну не частоти сигналу, а його амплітуди в каналі зв'язку. При цьому зберігаються всі переваги вказаної процедури оброблювання сигналу приймача:

- вона залишається працездатною при значних відмінностях параметра управління b приймача від параметра a передавача;
- за величиною критерію Фішера (3) величина розузгодження між параметрами b та a оцінюється з більшою точністю, ніж це допускає порогова процедура, яка використовується для більшості систем;
- дискримінантна процедура придатна як для реєстрації сигналу під впливом управління a , так і для виявлення інших нестационарностей в системі передавання.
- На рис. 2 подані результати оброблювання зашумленого сигналу за критерієм Фішера, що дозволяє чітко визначити зміну сигналу.

$$y(n + 1) = f(b, y(n)). \quad (8)$$

сигналу передавача $x(n)$ та адитивного шуму $\xi(n)$. Дискримінантна функція являє собою різницю

$$d(n) = y(n) - \xi(n). \quad (9)$$

Процедуру визначення зміни сигналу за критерієм Фішера можна реалізувати за допомогою структури, наведеної на рис. 1.

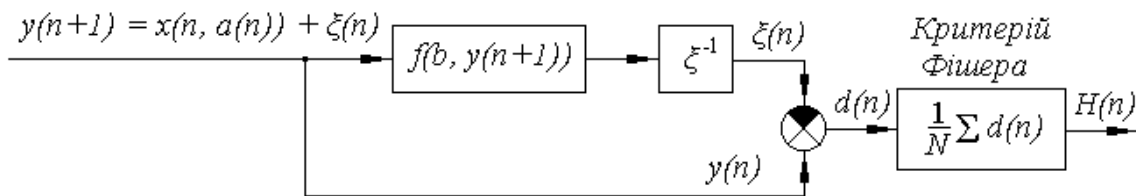


Рис. 1. Структура дискримінатора з використанням критерію Фішера

Рис. 2. показує основні етапи розрахунків, проведених в середовищі MathCad для моделювання процедури ідентифікації сигналу. Рис. 3 ілюструє залежності середнього значення $m_{y,2}(k)$ від розузгодження δ при різних рівнях шуму в каналі зв'язку.

Дослідження показують, що складова $m_{y,2}(n)$ практично лінійно залежить від розузгодження $\delta = b - a$ параметрів управління передавальної і приймальної частин при різних рівнях шуму. Чисельні експерименти довели, що відновлення двійкового сигналу без додаткових заходів стійко здійснюється при $U_c/U_\xi > 5$.

Лінійність характеристики $m_{y,2}(\delta)$ разом з локалізованим імпульсом, формованим за критерієм Фішера при зміні сигналу передавача, дозволяють реалізувати дискримінатор із ланцюгом регулювання параметра управління b приймача. Вона передбачає формування величини $m_{y,2}(n)$

$$\begin{cases} \tilde{m}_{y,2}(n) = \frac{1}{L} \sum_{k=n-L+1}^n (\xi(k) - y(k)) \\ \tilde{m}_{y,2}(\delta) = g \cdot \delta = g \cdot (b - a) \end{cases}, \quad (10)$$

де L – інтервал осереднення дискримінантної функції $d(n) = \xi(n) - y(n)$, відмінний від довжини вікна N у простій дискримінантній процедурі за критерієм Фішера (3); g – стрімкість характеристики $\tilde{m}_{y,2}(\delta)$

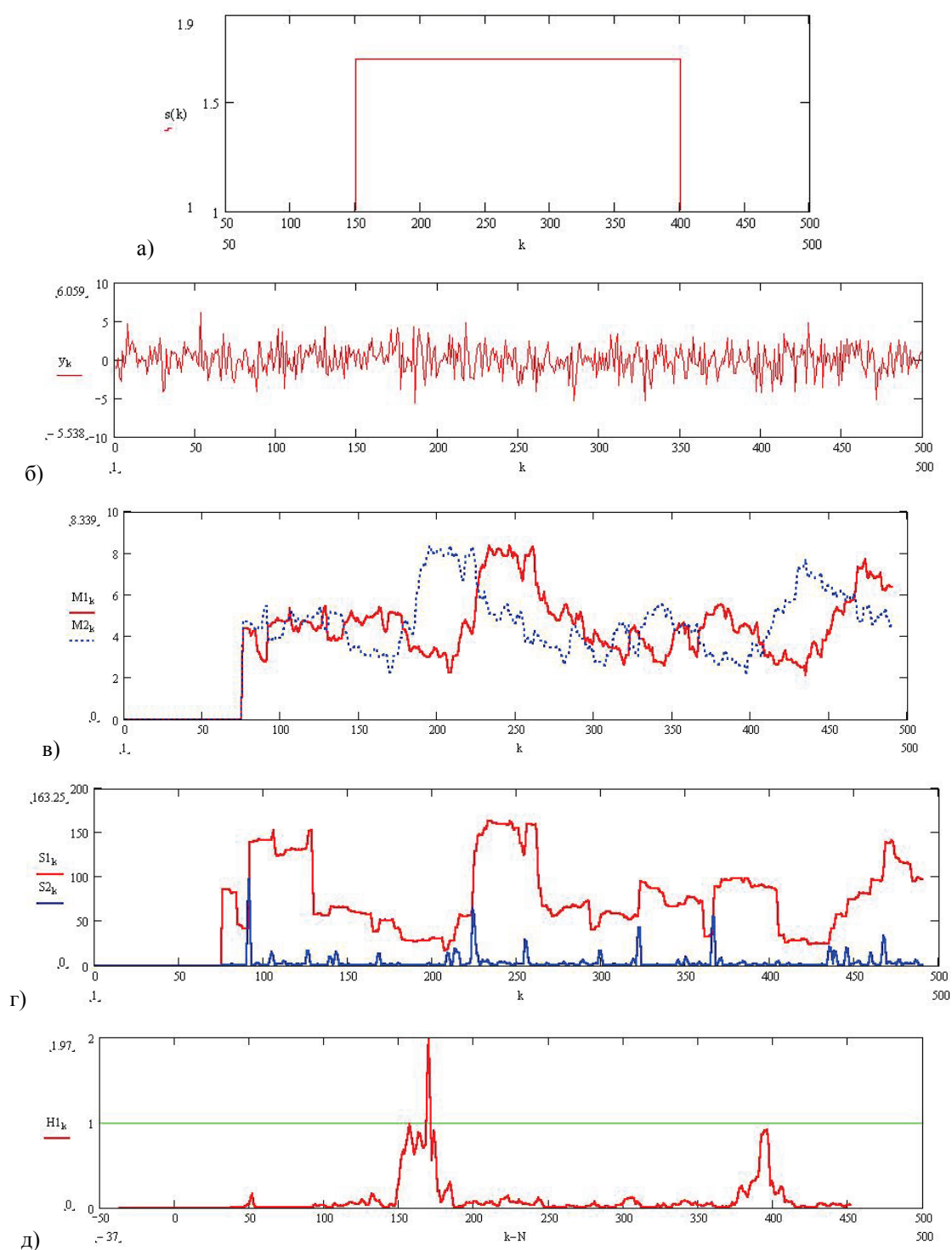


Рис. 2. Реалізація дискримінантної процедури з використанням критерію Фішера:
 а – сигнал передавача $s(n)$; б – зашумлений сигнал $y(n)$; в – середні значення ($\mu_{y.1}$ і $\mu_{y.2}$);
 г – дисперсії ($\sigma_{y.1}$ і $\sigma_{y.2}$); д – значення критерію Фішера $H(n)$

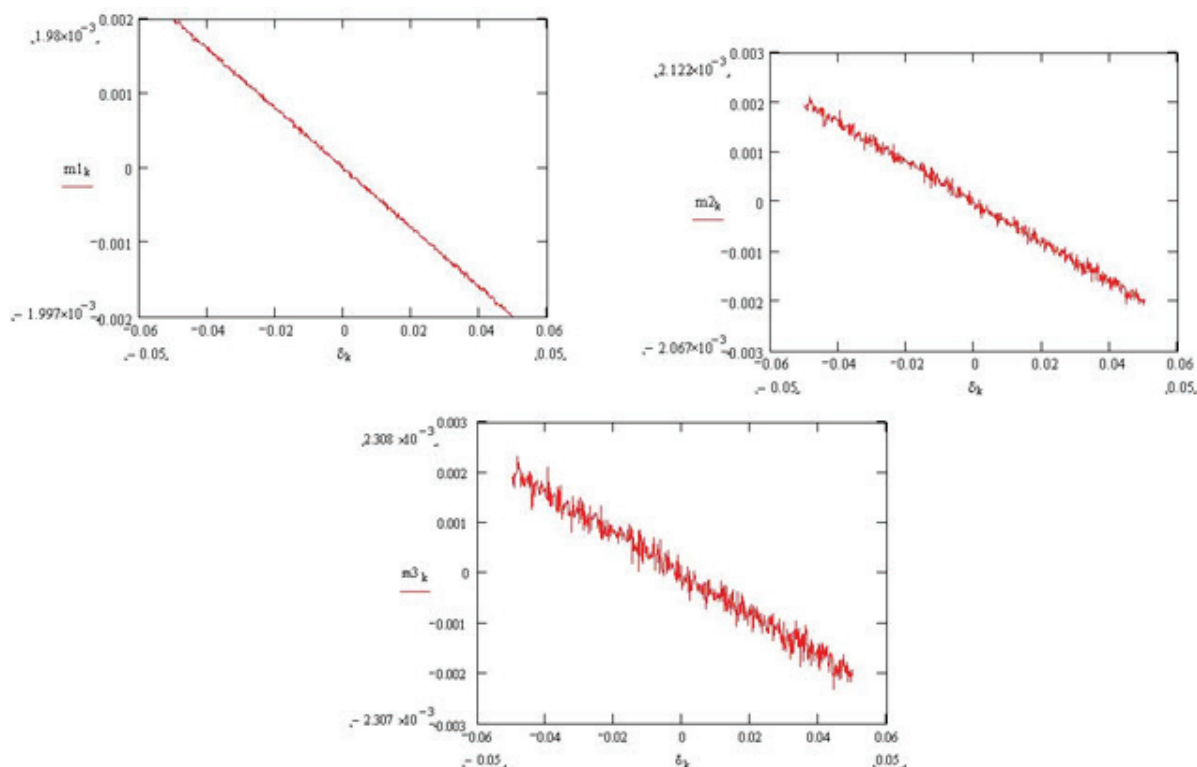


Рис. 3. Залежності середнього значення $m_{y,2}(k)$ від розузгодження δ при різних рівнях шуму в каналі зв'язку

В цьому випадку миттєві значення розузгодження d , як і миттєві значення параметра b , набувають залежності від дискретного часу n :

$$b(n) = b_0 + D \cdot b(n), \quad (11)$$

$$d(n) = d_0 + D \cdot d(n),$$

де b_0 та $d_0 = b_0 - a_0$ – значення параметрів за відсутності корегувального ланцюга.

Особливо ефективно слідкуючий дискримінатор працює при визначенні сигналів складної форми, але для прямокутних імпульсів доцільно використовувати більш простий дискримінатор, побудований на критерії Фішера.

ВИСНОВКИ

В роботі запропонована дискримінантна процедура демодуляції сигналів з хаотичною несучою, основаною на порівнянні приймаємої хаотичної з опорною послідовностями, що генерується на приймальній системі з відмінним значення управляючого параметру.

Перевагами запропонованої процедури є: незалежність від додаткового каналу тактової синхронізації хаотичної цифрової послідовності, простота реалізації, висока швидкодія.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулик А.Я. Аналіз методів організації широкопasmової модуляції / А.Я. Кулик // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – № 1. – С. 84 – 88.
2. Модифицированная система с хаотическим кодированием (CSK-система) с использованием дискриминантной процедуры обработки сигналов [Электронный ресурс]: / Морозов А.Г., Капранов М.В., Бутковский О.Я., Кравцов Ю.А. // Журнал радиоэлектроники – 2000. – № 10. — Режим доступа до журн.: <http://jre.cplire.ru/koi/oct00/1/text.html>.
3. Кулик А.Я., Шакула А.Є. Аналіз ортогональних кодових послідовностей, використуваних для

організації широкосмугової модуляції / А.Я. Кулик, А.Є. Шакула // Вісник ВПІ. – 2005. – № 1. – с. 76 – 81.

Надійшла до редакції 12.09.2008р.

КУЛИК А. Я. – к.т.н., доцент кафедри автоматки та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

МОСКВІН О. М. - студент 5 курсу інституту автоматки, електроніки та комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

КРИВОГУБЧЕНКО С. Г. - к.т.н., доцент кафедри автоматки та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

КУЛИК Я.А. - студент інституту автоматки, електроніки та комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.