

Висновок

Досліджені функції структури комп'ютеризованої системи управління процесами буріння. Запропонована формалізація функцій оператора комп'ютеризованої системи на основі інформаційної нейро-моделі суб'єкта права.

Список використаних джерел

1. Семенов Г.Н. Основи моніторингу технологічних об'єктів нафтогазової галузі: Навч. посібн. / Г.Н.Семенов, М.М.Дранчук, О.В.Гутак, Я.Р.Когуч, М.І.Когутян, Я.В.Куровець / Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 808с.
2. Касьянов В. Суб'єктивний аналіз. – Київ: НАУ, 2007. – 512с.
3. Николайчук Л.М. Функції комунікації на основі інформаційної моделі суб'єкта права // Збірник матеріалів міжнародної наукової координаційної наради ICSM-2014. – Тернопіль, 2014. – 187-190с.

УДК 004.467

ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕНТРОПІЇ СИГНАЛІВ СИСТЕМ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ

Пастух Т.І.¹⁾, Воронич А.Р.²⁾, Заведюк Т.О.³⁾

¹⁾ Тернопільський національний економічний університет, аспірант

²⁾ Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, к.т.н., доцент

³⁾ Івано-Франківський університет права ім.Короля Д.Галицького, к.т.н.

I. Постановка проблеми

В даній статті розповідається про використання ентропійного підходу для сигналів систем передавання даних.

II. Мета роботи

Розробка теоретичних засад оцінки ентропії сигналів систем передавання даних(СПД) на базі цифрового опрацювання масивів даних є актуальною прикладною задачею, яка дозволить суттєво розширити та удосконалити інформаційні технології та алгоритми порівняння, розпізнавання, кодування та перетворення даних на основі розширення математики теоретичних основ СПД[1,2].

III. Ентропійний підхід

В роботі [2] викладені теоретичні засади та аналітичні вирази фундаментальних обмежень Шеннона для різних методів маніпуляції на основі різних сигнальних ознак амплітуди, частоти, фази, ШПС(рис.1):

$$\frac{P_c}{P_z} \geq 2 - \text{для амплітудної маніпуляції(АМ);}$$

$$\frac{P_c(\Delta f)}{P_z(\Delta f)} \geq 2 - \text{для частотної маніпуляції(ЧМ);}$$

$$\frac{P_c(f_i)}{P_z(f_i)} \geq 2 - \text{для фазової маніпуляції(ФМ);}$$

$$\frac{R_{xx}(j)_c}{R_{xx}(j)_z} \geq 2 - \text{для шумоподібних сигналів(ШПС- амплітудно-фазочастотна маніпуляція(АФЧМ);}$$

$$\frac{I_c}{I_z} \geq 2 - \text{для ентропійної маніпуляції(ЕМ);}$$

де: P_c, P_z – відповідно потужність сигналу і завади у всій смузі частот; $\Delta f, f_i$ - відповідно смуга частотної та несуча частота фазової маніпуляції; $R_{xx}(j)_c, R_{xx}(j)_z$ - відповідно автокореляційні функції сигналу і завади; I_c, I_z - відповідно ентропія сигналу і завади;

На основі цих обмежень можна побудувати графік залежності потужності сигналу від передавальної відстані (рис. 1), де P_c – потужність сигналу; P_z – потужність завади; I_z – ентропія завади;

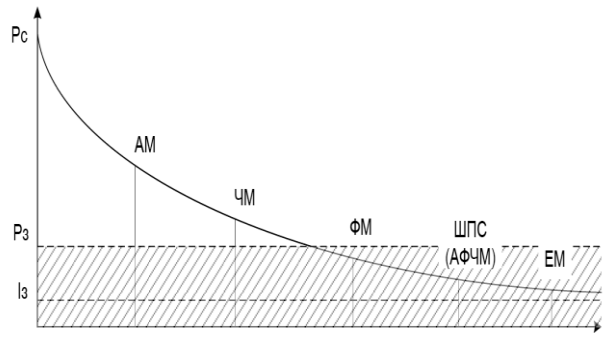


Рисунок 1 - Графік залежності потужності сигналу (P_c) від передавальної відстані (L), P_z – потужність завади; I_z – ентропія завади

Ентропійні характеристики сигналів і завад є найбільш стабільними серед інформаційних параметрів, тому забезпечення виконання обмеження Шеннона [2] для ЕМ сигналів при однакових умовах може забезпечити максимальну віддаль передавання даних, як показано на рис. 1. Таким чином вдосконалення відомих методів на основі ентропійного підходу є перспективним для вдосконалення систем формування, передавання та цифрового опрацювання даних.

Систематизація аналітики відомих оцінок ентропії з достатньою повнотою викладена в роботах [1-3], де класифікуються різні оцінки міри ентропії.

У роботах [1-3] приведена формула ентропії за оцінкою Р. Хартлі

$$H = \log_2 S^n = n \cdot \log_2 S, \quad H = n \cdot \hat{E}[\log_2 S] = n \cdot \log_2 S, \quad (1)$$

де H – кількість інформації; S – число незалежних рівноймовірних станів джерела інформації (ДІ); n – число вибірок; $\hat{E}[\]$ [– цілочисельна функція з округленням до більшого.

Даний розрахунок є верхньою оцінкою і не враховує статистичні та динамічні характеристики СПД. Тому розрахунок згідно оцінки ентропії Р. Хартлі є недостатньо інформативним і не може бути використаним в якості критерію розрахунку структурної складності бінарних зображень.

Розрахунок ентропії за найбільш широковживаною оцінкою К. Шеннона:

$$H = -k \sum_{j=0}^s p_j \log p_j \quad (2)$$

де k – додатній коефіцієнт, який враховує основу логарифма; p_j – ймовірність j -го стану дискретного ДІ; s_j – число незалежних станів ДІ.

Така оцінка враховує тільки ймовірнісні характеристики даних і при зміні дисперсії вхідних даних може бути застосована до оцінки сигналів СПД. У випадку, коли всі стани рівноймовірні, інформаційна міра К. Шеннона співпадає з оцінкою Р. Хартлі. Відсутність врахування ймовірностей переходу джерел інформації з одного стану в інші в розрахунку ентропії за оцінкою К. Шеннона суттєво обмежує можливість використання її аналітики в якості критерію розрахунку та ідентифікації сигналів СПД (рис. 2).

Визначення автокореляційної міри ентропії за оцінкою Я. Николайчука[1-3]:

$$I_x = n \cdot \hat{E} \left[\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m (D_x^2 - R_{xx}^2(j)) \right] \quad (3)$$

де $\overset{\circ}{x}_i = x_i - M_x$ – центровані значення масиву даних; $D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2$ – дисперсія x_i ;

$M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ – матем. сподівання; $R_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \overset{\circ}{x}_i \cdot \overset{\circ}{x}_{i+j}$ – автокореляційна функція; m – число точок функції $R_{xx}(j)$ на інтервалі кореляції $j = 0, 1, \dots, m$;

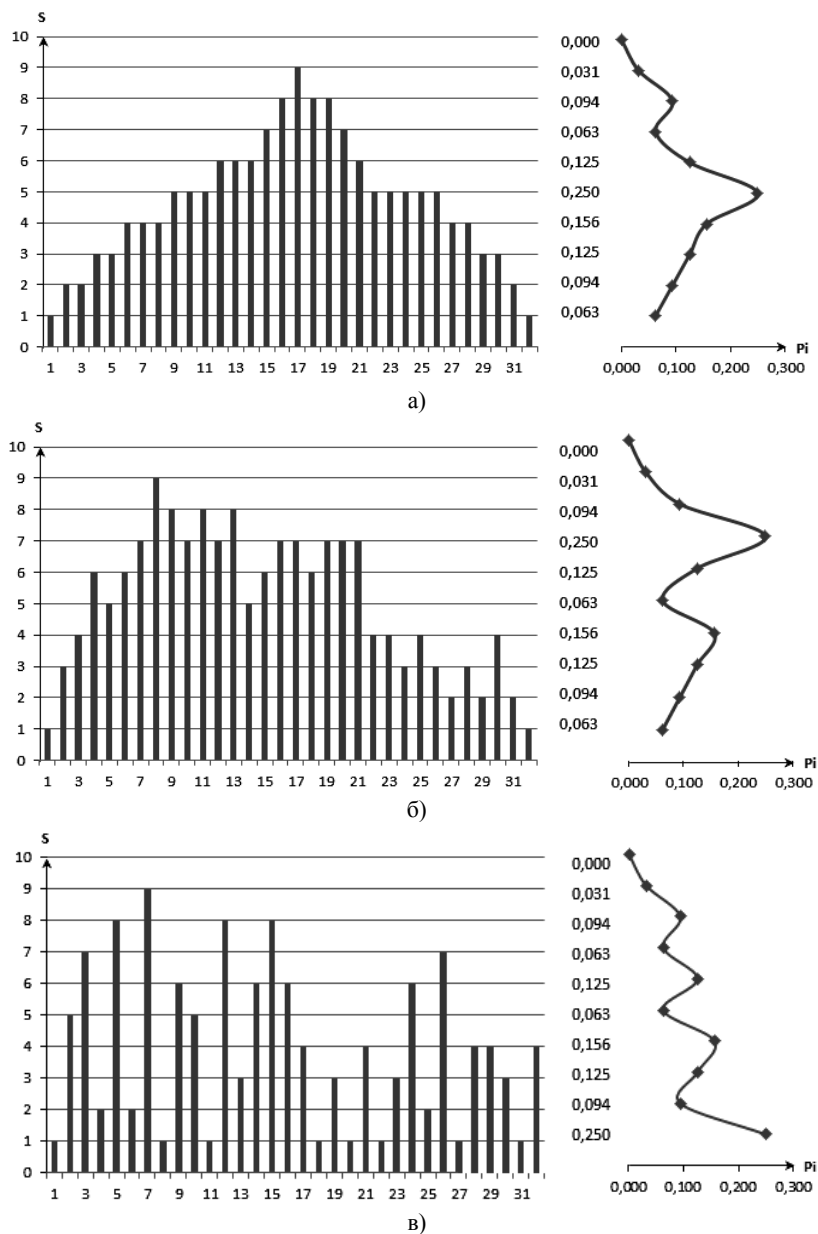
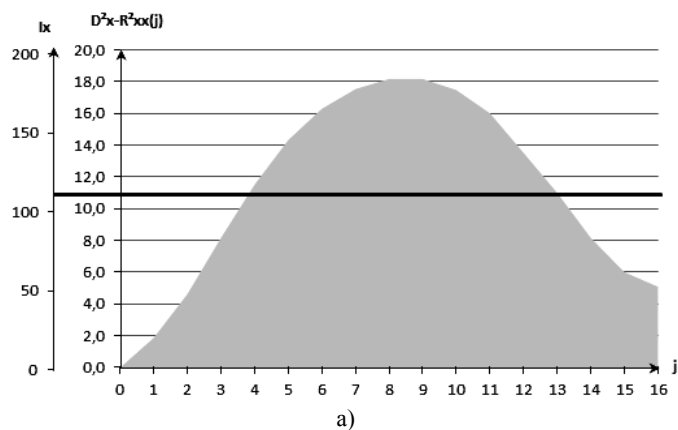
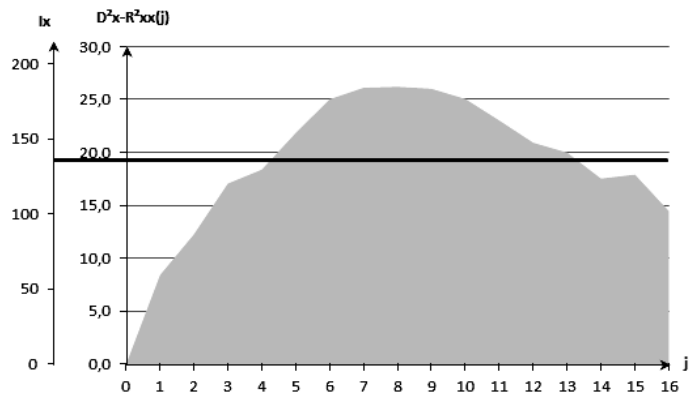


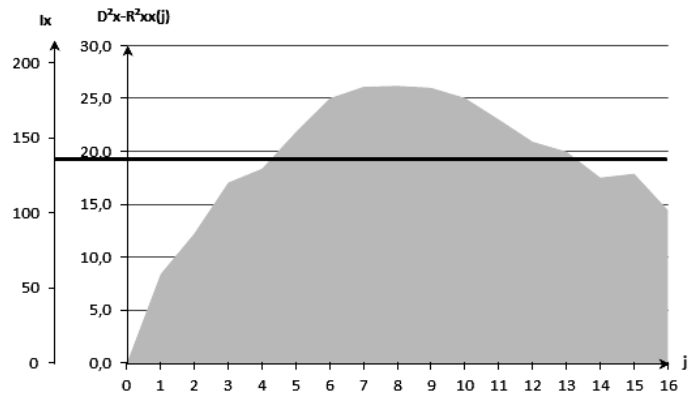
Рисунок 2 - реалізація випадкового процесу(а,б,в) з однаковими ймовірнісними характеристиками

На рис. 2 наведено три випадкові процеси(І(а), ІІ(б), ІІІ(в) з однаковими ймовірнісними характеристиками (ентропією по Шенонну) і різною динамікою станів, яку враховує автокореляційна оцінка ентропії (рис. 3) .





б)

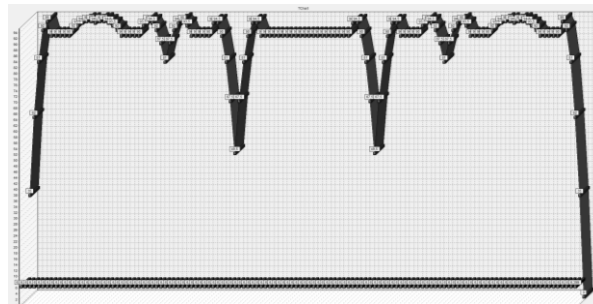


в)

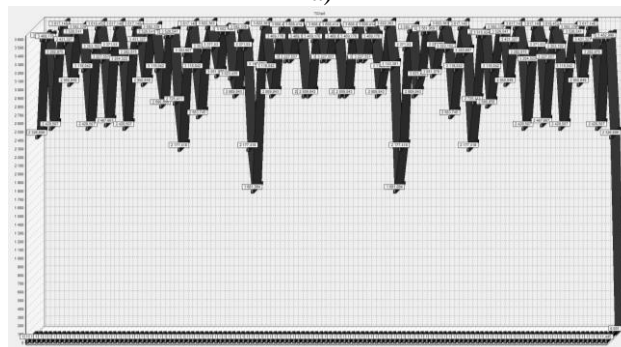
Рисунок 3 - Розрахунок автокореляційної оцінки ентропії

Дана оцінка враховує марківські, кореляційні та спектральні характеристики даних, є позитивним компонентом у синтезі та формалізації даних на основі ентропії та структурних характеристик інформаційних масивів.

На рис. 4 приведено графіки розрахунку ентропії типових сигналів, які можуть використовуватися в СПД при передаванні повідомлення сигналу «01101001» типу RZ ($I_x=6,399$), RBFM ($I_x=6,399$).



а)



б)

Рисунок 4 - Графік розрахунку ентропії сигналу RZ(а) та RBFM (б)

Розроблена архітектура спецпроцесорів визначення кореляційної міри ентропії на основі функції еквівалентності в унітарному базисі та базисі Радемахера [3], визначено характеристики їх апаратної та часової складності.

Базисним елементом даних спецпроцесорів є корелятори на основі багатоканального пристрою для обчислення знакової автокореляційної функції [4] на основі виразу (4), що призначений для статистичного аналізу випадкових процесів та може бути використаний у якості кореляційного спецпроцесора розпізнавання гармонічних сигналів (рис. 3).

$$B_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{sign}(z_i) \cdot \text{sign}(z_{i+j}) \quad (4)$$

де $\text{sign}(z_i)$ та $\text{sign}(z_{i+j})$ – відповідно поточні та зсунуті на j тактів нормовані та центровані імпульсні коди перетворених дискретизованих і квантованих значень випадкового процесу x_i .

У процесі перетворення вимірювання з виходу АЦП 1 коди цифрових відліків в квадраторі 4 перетворюються в коди квадратів, а на виході імпульсного перетворювача 5 формується біт-орієнтований інформаційний потік [5]. При цьому в кожному каналі на прямих та інверсних виходах логічних елементів "виключаюче АБО" 6

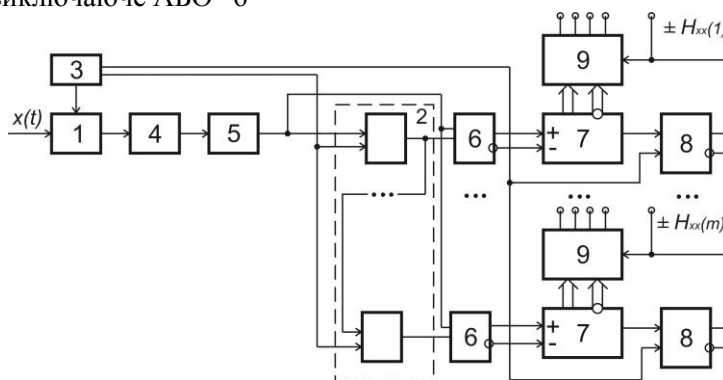


Рисунок 5 - Структура багатоканального пристрою для обчислення знакової автокореляційної функції. Пристрій містить аналого-цифровий перетворювач – 1, багатокаскадний регістр зсуву – 2, синхронізатор – 3, квадратор – 4, імпульсний перетворювач – 5, елемент "виключаюче АБО" – 6, реверсивний лічильник – 7, RS-тригер – 8, мультиплексор – 9.

Формуються пакки імпульсів, які відповідають логічним значенням добутоків sign-функцій згідно виразів:

$$\left. \begin{array}{l} 0 \oplus 0 = 0 \\ 1 \oplus 1 = 0 \end{array} \right\} \rightarrow +1; \quad \left. \begin{array}{l} 1 \oplus 0 = 1 \\ 0 \oplus 1 = 1 \end{array} \right\} \rightarrow -1. \quad (5)$$

Отримані інформаційні біти надходять відповідно на сумуючі та віднімаючі входи реверсивних лічильників 7, на виході яких формуються коди відповідних сум значень знакової кореляційної функції. У результаті в кінці m -циклів вимірювань стан RS-тригера 8 в кожному каналі визначає знак отриманого результату відповідного каналу: "0" – результат додатній, "1" – результат від'ємний. Стан тригера 8 підключений до входу мультиплексора 9, який комутує на вихід пристрою прямий або інверсний код накопиченої суми знакової кореляційної функції.

Висновок

Запропонований ентропійний підхід, який дозволяє виявити сигнали зі змінною автокореляційною ентропією, яка в найбільшій мірі наближається до власної ентропії інформаційних масивів і розроблені на основі даного методу спецпроцесори дозволяють покращити та оптимізувати алгоритм опрацювання сигналів з підвищеними характеристиками завадостійкості.

Список використаних джерел

1. Николайчук Я.М. Коды поля Галуа: теория і застосування. /Монографія/Тернопіль: ТзОВ "Терно–граф", 2012. – 576 с.
2. Воронич А.Р. Ентропійні методи формування та опрацювання сигналів в розподілених спеціалізованих комп'ютерних системах // Вісник Хмельницького національного університету, Хмельницький 2010, №4 С.69–71.
3. Voronych. Methods of Digital Signal Processing Based on Calculation of Entropy Technologies/ A. Voronych. T. Pastukh// 13-th International Conference CADSM'2015. – Lviv-Polyana – 2015. – p. 379-381.
4. Пат. 68044 Україна МПК G06F 17/15(2006.01). Пристрій для визначення автокореляційної міри ентропії / Івано–Франківський національний технічний університет нафти і газу/Николайчук Я.М., Воронич А.Р., Погонєць І.О., №01110818; заявл. 09.09.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. №5.
5. Zavedyuk T. Specialized data neuroprocessors and diagnostics quasisteady objects based on cluster models / T. Zavedyuk, N. Shyrmovska // Proceedings of the XIth International Conference CADSM 2011. – Lviv. – 2011. – p. 181.