

## АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТРОПІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ КЛАСТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ КВАЗІСТАЦІОНАРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Николайчук Я.М.<sup>1)</sup>, Коростіль Д.В.<sup>2)</sup>, Слободян С.М.<sup>3)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> д.т.н., професор; <sup>2-3)</sup> магістрант

### I. Постановка проблеми

На сучасному етапі розвитку джерел інформації суспільства, при побудові квазістаціонарних об'єктів, основним параметром є визначення інформації - ентропія. Вирішенням таких завдань є кореляційна міра ентропії яка найбільш адекватно відображає характеристики станів джерел інформації (ДІ).

### II. Алгоритми визначення ентропії для побудови кластерних моделей

Інформаційна технологія побудови кластерних моделей квазістаціонарних об'єктів базується на теорії побудови продукційних моделей подання знань [1] для багатоканальних об'єктів, які можуть характеризуватися квазістаціонарними властивостями.

Представлення кластерної моделі(рис.1) за допомогою матриці[a]  $P_{ij}$  (ймовірності переходу об'єктів з і-го стану в j-й), таблицею[b], у вигляді графа[c].

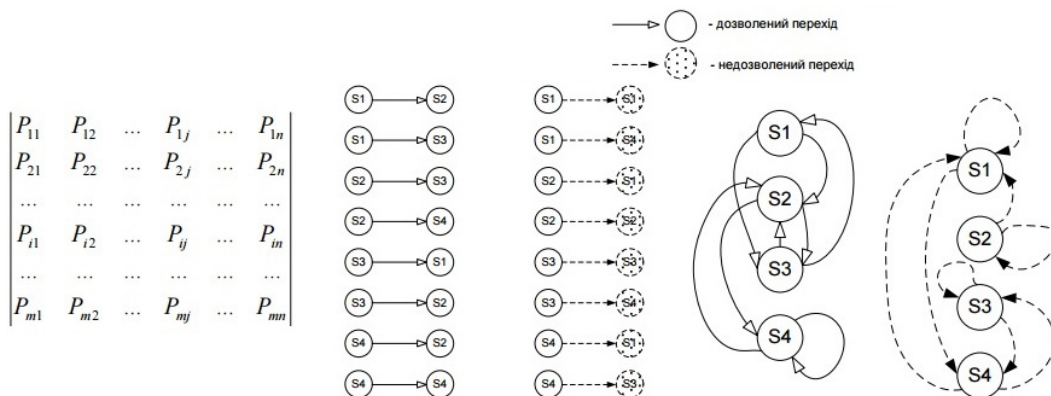


Рисунок 1. Види представлення кластерних моделей (a,b,c)

Системні параметри квазістаціонарних об'єктів, які включають інтегральні, кореляційні, спектральні та ентропійні характеристики, згідно функціоналу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Системні параметри квазістаціонарних об'єктів

Системний параметр	Аналітичний вираз	Системний параметр	Аналітичний вираз
Вибіркове математичне сподівання	$M_x(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ $i=0 \dots n, X_i -$ продискретизовані значення функцій $X(t)$	Кореляційна автокореляційна модель	$R_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n+j} x_i \cdot x_{i+j}^p$
		Нормована автокореляційна модель	$\rho_{xx}(j) = \frac{R_{xx}(j)}{D_x}$
Ковзне математичне сподівання	$M_j(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n+j} X_{i+j}$	Спектральна щільність	$S_x(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} R_{xx}(\tau) \cos(\omega \tau) d\tau$
Вагове математичне сподівання	$M_V = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n+j} X_{i-j} \cdot X_{i+j}$ $V_{i-j} = i^a, a=1,2 \dots$	Ентропія за оцінкою К. Шенона	$I_x = P_i \cdot \sum_i \log_2 P_i$
		Ентропія за оцінкою	$I_x = E(\log_2 3\sigma_x) n$
Середньоквадратичне відхилення	$\sigma_x(t) = \sqrt{D_x(t)}$	Кореляційна оцінка ентропії за оцінкою Я. Николайчуком	$I_x = \frac{1}{2\pi} E(\log_2 \sqrt{1 - \rho_{xx}^2})$

Системний параметр	Аналітичний вираз	Системний параметр	Аналітичний вираз
Дисперсія	$D_x(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - m_x)^2$ $X_i = X_i - m_x -$ центровані зн.	Ентропія за оцінкою Р. Хартлі	$I_x = E(\log_2 A)n$ $E(t) - \text{цілочисельна}$ функція з округлен-ням до більшого

Розглянемо визначення ентропії для квазістаціонарних об'єктів трьома способами, за ентропією Я. Николайчука, Р. Хартлі і К. Шенона.

Інформаційну міру ентропії дискретного джерела інформації Р. Хартлі запропонував у вигляді функції логарифма кількості можливих станів ДІ:

$$I_x = E(\log_2 A)n$$

К. Шеннон ввів міру ентропії для ДІ з нерівноймовірними станами. Ентропія К. Шеннона враховує ймовірність появи інформаційних повідомлень:

$$I_x = P_i \cdot \sum_i \log_2 P_i$$

Кореляційна оцінка ентропії запропонована Я.М. Николайчуком наближається до власної ентропії ДІ внаслідок врахування дисперсії та автокореляційних властивостей інформаційних потоків:

$$I_x == \frac{1}{2\pi} E \left( \log_2 \sqrt{1 - \rho_{XX}^2(j)} \right)$$

На відміну від оцінки інформаційної міри ентропії по Шеннону табл. 1, яка не враховує ймовірність переходу ДІ з одного стану в інший, оцінка інформаційної міри ентропії, яка запропонована проф. Я.М. Николайчуком розраховується на основі визначення різниці квадратів дисперсії та АКФ досліджуваного ДІ. Що серед відомих оцінок інформаційних мір ентропії в найбільшій степені наближається до «власної» ентропії ДІ, за рахунок реагування на зміну кореляційних та спектральних властивостей ДІ.

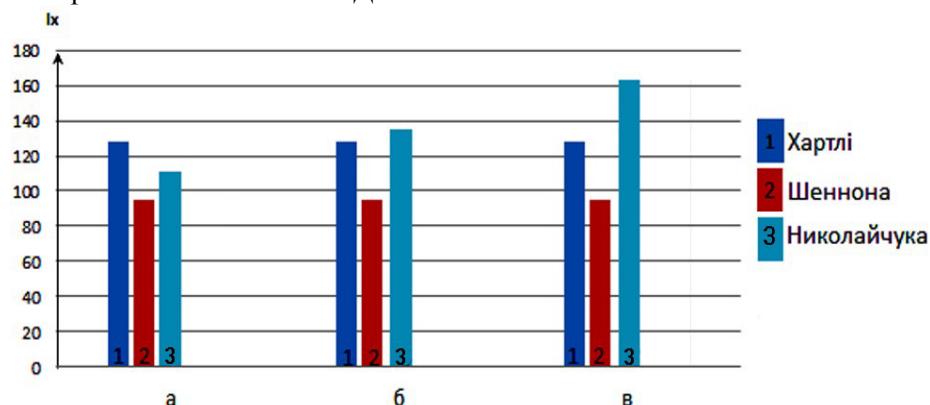


Рисунок 2 - Порівняльна діаграма розрахунку ентропії випадкового процесу з однаковими ймовірнісними характеристиками і різною динамікою станів

### Висновок

В результаті приведених досліджень встановлено, переваги та функціональні обмеження найбільш широко вживаних відомих інформаційних оцінок мір ентропії. Встановлено, що кореляційна міра ентропії найбільш адекватно відображає характеристики станів ДІ, що обґрунтовує перспективу її ефективного застосування при розвитку ентропійного підходу до рішення задач вдосконалення програмно-апаратних засобів формування, передавання та цифрового опрацювання сигналів в РКС і є найбільш ефективною при побудові квазістаціонарних об'єктів.

### Список використаних джерел

1. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації // Монографія: Тернопіль:-ТНЕУ, Економічна думка, 2008. – 396с.
2. Ширмовська Н.Г. Діагностування аварійних та передаварійних станів об'єктів на основі інформаційних моделей джерел інформації / Н.Г. Ширмовська. Бучач, 2009.
3. Идентификация информационных состояний объектов исследования на основе системы логико- статистических информационных моделей / Лучук М.А., Жуган Л.И., Николайчук Я.М., Шевчук Б.М.