

УДК 681.519.2

Н.Я. ВОЗНА

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ РІЗНИХ КЛАСІВ СТАЦІОНАРНОСТІ

*Тернопільський національний економічний університет,
46000, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, Україна,
E-mail: nvo@tanet.edu.te.ua*

Анотація. Дана інформаційна технологія дозволяє в значній мірі оптимізувати процеси формування характеристичних функціоналів станів об'єктів управління. Зроблено аналіз інформаційних технологій формалізації та кодування станів об'єктів з різними характеристиками стаціонарності.

Аннотация. Представленная информационная технология разрешает существенно оптимизировать процессы формирования характеристических функционалов состояний объектов управления. Сделан анализ информационных технологий формализации и кодирования состояний объектов с разными характеристиками стационарности.

Abstract. The represented information technology settles substantially to optimize the processes of forming characteristic functional of the states of management objects. The analysis of informations technologies of formalization and encoding of states of objects is done with different stationaryness descriptions.

Ключові слова: об'єкт управління, стаціонарний, квазістаціонарний, нестаціонарний, ентропія кореляція.

ВСТУП

Реальні промислові об'єкти на практиці описуються різними математичними моделями та потребують різних інформаційних технологій (ІТ) формування техніко-економічних даних (ТЕД). Тому актуальною науково-технічною задачею є ідентифікація технологічних та інформаційних станів об'єктів управління (ОУ), а також реалізація відповідних інформаційних технологій формування ТЕД, яке адекватно описують статистичні, ентропійні та інші характеристики ОУ.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЦІОНАРНОСТІ ОУ ЯК ДЖЕРЕЛ ФОРМУВАННЯ ТЕД

Виходячи із загальної теорії випадкових процесів (ТВП) [1], промислові техніко-економічні об'єкти управління (ТЕОУ) по характеристиках стаціонарності можна розділити на три класи:

- стаціонарні ТЕОУ;
- квазістаціонарні ТЕОУ;
- нестаціонарні ТЕОУ.

Базові характеристики стаціонарності ТЕОУ описують наступними математичними моделями [2,3]:

1. Вибіркове, ковзне, вагове математичне сподівання станів ОУ:

$$M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad M_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1+j}^{n+j} x_{i+j}; \quad M_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i-j} \cdot x_{i+j},$$

де x_i - елемент масиву даних станів ОУ $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 0, 1, 2, \dots, n$ - часовий зсув.

2. Дисперсія та середньоквадратичне відхилення:

$$D_{xj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i+j} - M_x)^2; \quad \delta_{xj} = \sqrt{D_x},$$

де x_{i+j} - елементи масиву даних з зсувом j .

3. Автокореляційна модель R_{xx} типу:

$$B_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{sign}(\dot{x}_i) \cdot \text{sign}(\dot{x}_{i+j});$$

$$H_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \dot{x}_i \cdot \text{sign}(\dot{x}_{i+j});$$

$$K_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \cdot x_{i+j};$$

$$R_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \dot{x}_i \cdot \dot{x}_{i+j};$$

$$\rho_{xx}(j) = \frac{R_{xx}(j)}{D_x};$$

$$C_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{i+j})^2;$$

$$G_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{i+j});$$

$$F_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{Z}_{ij}; \quad \tilde{Z}_{ij} = \begin{cases} x_i, x_i < x_{i+j} \\ x_{i+j}, x_i \geq x_{i+j} \end{cases},$$

де $\dot{x}_i = x_i - M_x$ – центровані значення x_i , sign – символ знакової функції.

4. Спектральна модель, реалізована в одному з базисів: Фур'є, Радемахера, Хаара, Крестенсона, Уолша, Галуа:

$$S_{(w)} = \frac{1}{2\pi} \sum_{j=0}^{2\pi} \rho_{xx}(j) \cdot S_x(j) \cdot e^{-\alpha \cdot j},$$

де $S_x(j)$ – парна функція відповідного ТЧБ, α – коефіцієнт затухання нормованої кореляційної моделі станів ОУ.

5. Ентропійна модель I_x станів ТООУ, яка описується наступними інформаційними параметрами:

– Хартлі

$$I_x = \hat{E}[\log_2 A]; \quad I_x = \sum_{i=1}^m \hat{E}[\log_2 A];$$

– Шеннона

$$I_x = P_i \cdot \log_2 \left(\frac{1}{P_i} \right);$$

– $3\delta_x$

$$I_x = \hat{E}[\log_2 3\delta_x]; \quad I_x = \sum_{i=1}^m \hat{E}[\log_2 3\delta_x];$$

– кореляційна

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

де

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2 \text{ - дисперсія значень } x_i,$$

$$M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ - математичне сподівання,}$$

$$R_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \dot{x}_i \cdot \dot{x}_{i+j} \text{ - автокореляційна функція,}$$

$$\dot{x}_i = x_i - M_x \text{ - центровані значення масиву даних,}$$

m - число точок функції $R_{xx}(j)$ на інтервалі кореляції,

A - діапазон квантування станів одномірного ОУ,

A_i - діапазон квантування i -го параметру m -мірного ОУ,

P_i - ймовірність переходу ОУ в i -тий стан,

$\hat{E}[\cdot]$ - цілочисельна функція з округленням до більшого числа.

Викладені теоретичні основи характеристичних моделей ОУ дозволяють записати характеристичну модель стаціонарності стану ОУ у вигляді функціоналу:

$$X_{OU} = F[M_x, D_x, \delta_x, R_{xx}, S(\omega), I_x]$$

при чому умовою стаціонарності ОУ є незмінність у часі $X_{OU}(t) = const$

Приклад ОУ з стаціонарними характеристиками показано на рис. 1

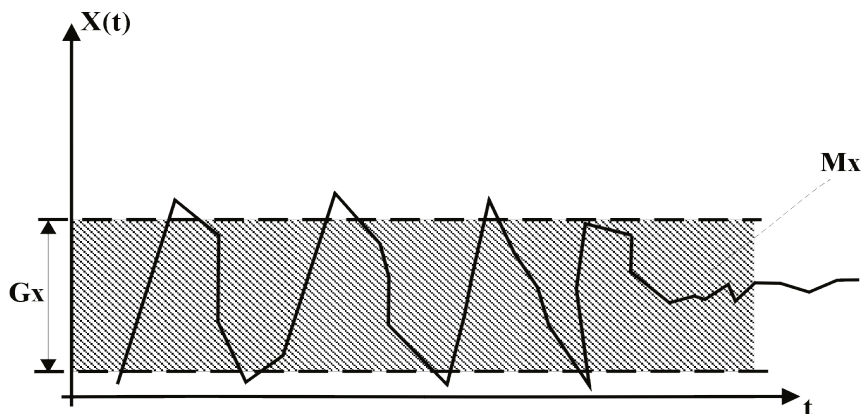


Рис. 1. Приклад ОУ з стаціонарними характеристиками

Квазістаціонарні об'єкти характеризуються стрибкоподібними змінами станів і стаціонарними характеристиками на деяких обмежених інтервалах часу (рис.2).

Для даного класу об'єктів характеристичний функціонал описується виразом:

$$X[C_1] \neq X[C_2] \neq X[C_3]$$

або

$$X_{OU} = \begin{cases} X[C_1], & 0 \leq t \leq t_1 \\ X[C_2], & t_1 \leq t < t_2 \\ X[C_3], & t_2 \leq t < \infty \end{cases}$$

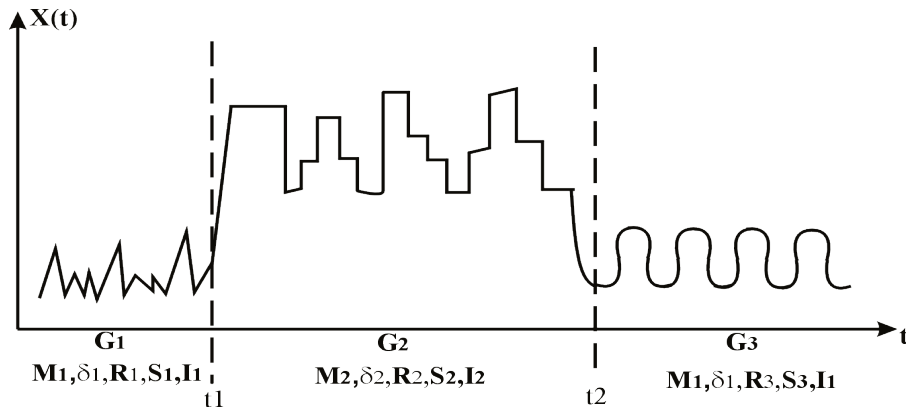


Рис.2. Сигнальна модель станів квазістаціонарного ОУ

Таким чином для формалізації опису та кодування станів квазістаціонарного ОУ характеристичний функціонал X_{OU} необхідно доповнити ідентифікатором стану, тобто

$$X_{OU}[\Delta t_{const}] = F[C_i, M_x, D_o, \delta_x, R_{xx}, S(\omega), I_x],$$

де i - код стану.

Нестационарний ОУ характеризується плавними змінами характеристичних параметрів $C_i, M_x, D_o, \delta_x, R_{xx}, S(\omega), I_x$ в часі, що представлено на сигнальній моделі (рис.3) і описується формулою:

$$X_{OU} = [\text{var}]$$

або

$$X_{OU} = F[C_x, M_x, D_x, \delta_x, R_{xx}, S(\omega), I_x] = \text{var}$$

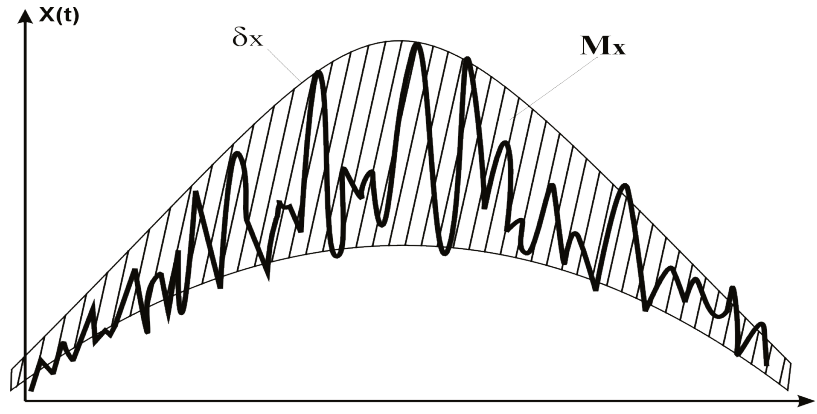


Рис.3. Сигнальна модель нестационарного ОУ

З рис.3 видно, що нестационарний ОУ характеризується зміною значень M_x, δ_x, R_{xx} і відповідно інших параметрів.

Аналіз інформаційних технологій формалізації та кодування станів об'єктів з різними характеристиками стаціонарності показує, що нестационарні є найбільш складними і приводять до максимальної надлишковості кодування їх станів.

При чому ймовірнісні характеристики станів нестационарних об'єктів описуються багатомірними розподілами, що унеможливує їх кореляційний, спектральний, ентропійний та інші аналізи на основі відомих статистичних моментів теорії інформації, кореляційного та спектрального аналізу. Тому на практиці застосовують методи та інформаційні технології характеристичного опису нестационарних об'єктів через характеристики квазістаціонарних та стаціонарних об'єктів шляхом відповідних математичних перетворень (диференціювання, інтегрування, центрування, нормування та ін.).

Таким чином архітектура засобів формування ідентифікації та кодування станів ТЕОУ з достатньою точністю може бути представлена схемою:

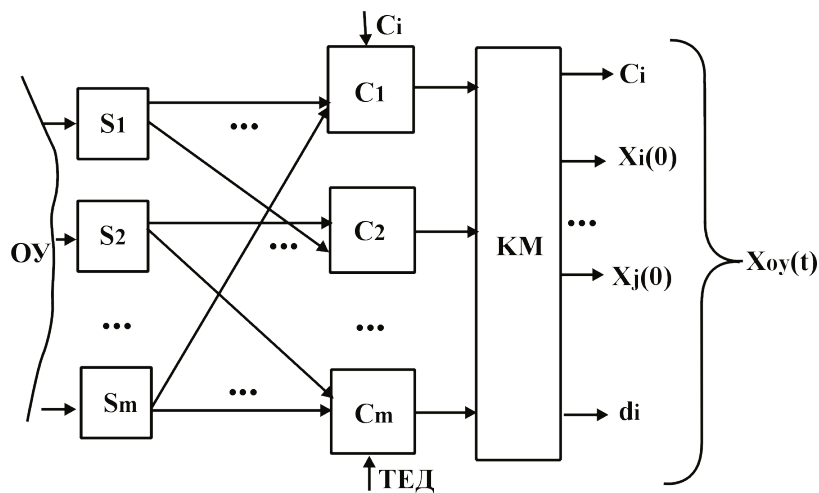


Рис.4. Архітектура засобів формування ТЕД промислових об'єктів

Розвиток сучасної комп'ютерної техніки, мікро контролерів дозволяє реалізувати на рівні комп'ютерної мережі (KM) обчислення інформаційних моделей ОУ, наприклад кореляційних, спектральних, логіко-статистичних (ЛСІМ) та інших, що забезпечують суттєве зменшення надлишковості даних про стани ОУ і відповідно розвантажують канали зв'язку комп'ютерної мережі, виникає потреба в менших накопичувачах інформації і т.д.

В даному випадку характеристичний функціонал станів ОУ буде описуватись наступним чином:

$$X_{OU} = F[C_i, X_i, X_j, M_x, d_x, D_x, \delta_x, R_{xx}, S(\omega), I_x],$$

В якому об'єм даних про технологічні параметри ОУ (X_i, X_j) буде незначним.

ВИСНОВКИ

Викладена інформаційна технологія дозволяє в значній мірі оптимізувати процеси формування характеристичних функціоналів станів ОУ з врахуванням їх стаціонарності та формування ТЕД у вигляді шаблону, який складається з технологічних, економічних та модельних даних.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбань І.І. Теорія ймовірностей і математична статистика для наукових працівників та інженерів.– Київ.– 2003.– 244с.
2. Николайчук Я. М., Сегін А. І. Моделі джерел інформації та методи їх представлення // Методи та прилади контролю якості. ІФДТУНГ, 1998, № 2. – С. 80–84.
3. Я.М. Николайчук. І.О.Сабадаш, А.І. Сегін. Теоретичні основи формування ентропійних моделей на базі кореляційних функцій. // Інформаційні технології і системи Науково-технічний журнал. – Львів, – Т.5, – № 1-2 – 2002 С. 13-21.

Надійшла до редакції 21.09.2011р.