

УДК 621.3.049.771.14

Н.Г. ШИРМОВСЬКА

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПЕРЕДАВАРІЙНИХ ТА АВАРІЙНИХ СТАНІВ КВАЗІСТАЦІОНАРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ КОНВЕЄРНОЇ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ПОДАННЯ ЗНАТЬ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА ЛОГІКО-СТАТИСТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, тел.(06422) 504521

Анотація. Запропонований новий метод побудови продукційних моделей подання знань для квазістаціонарних об'єктів на основі логіко-статистичного опрацювання та кластеризації імовірнісної моделі квазістаціонарних переходів об'єкту з одного стану в інший.

Анотация. Предложен новый метод построения продукционных моделей представления знаний для квазистационарных объектов на основе логико-статистической обработки и кластеризации вероятностной модели квазистационарных переходов объекта из одного состояния в другое.

Abstract. A new method of construction of production models of knowledge for the quasi-stationary objects on the basis of logical and statistical processing and clustering prediction quasistationary conversion object from one state to another.

Ключові слова: квазістаціонарний об'єкт, кластерна модель, логіко-статистична інформаційна модель, передаварійний та аварійний стан.

ВСТУП

Загальна характеристика об'єктів управління може бути описана за допомогою моделей подання знань, статистичних, кореляційних, спектральних, кластерних та ентропійних моделей. Важливим класом є логіко-статистичні інформаційні моделі (ЛСІМ), які використовуються для контролю станів від норми [1,2].

Кластерні моделі широко використовуються для демонстрації та аналізу ймовірних переходів об'єктів з одного стану в інший. В той же час теорія та методологія застосування кластерних моделей для діагностування передаварійних та аварійних станів ОУ, які характеризуються квазістаціонарними властивостями ще потребує свого розвитку.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ

Об'єкти управління поділяються на стаціонарні, нестаціонарні та квазістаціонарні. Стаціонарні об'єкти свої характеристики, які описуються функціоналом (1), в часі не змінюються.

$$TS_j(t) = F_j(D_x, \sigma_x, M_x, M_j, M_v, R_{xx}, S(\omega), I_x) = const \quad (1)$$

На рис.1 показаний приклад реалізації станів стаціонарного ОУ.

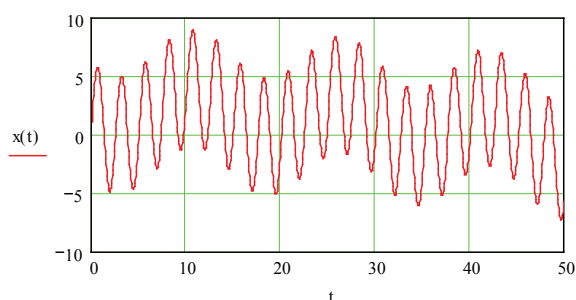


Рис. 1. Стаціонарний процес

Квазістаціонарні об'єкти скачкоподібно змінюють свої характеристики, якщо хоча б один з параметрів функціонала (2) змінюється стрибкоподібно.

$$TS_j(t) = F_j(D_{x1}, \sigma_{x1}, M_{x1}, R_{xx1}, S_1(\omega), I_{x1}; D_{x2}, \sigma_{x2}, M_{x2}, R_{xx2}, S_2(\omega), I_{x2}; D_{x3}, \sigma_{x3}, M_{x3}, R_{xx3}, S_3(\omega), I_{x3}) = \text{var}(S_i) \quad (2)$$

На рис.2 показаний приклад реалізації станів квазістаціонарного ОУ.

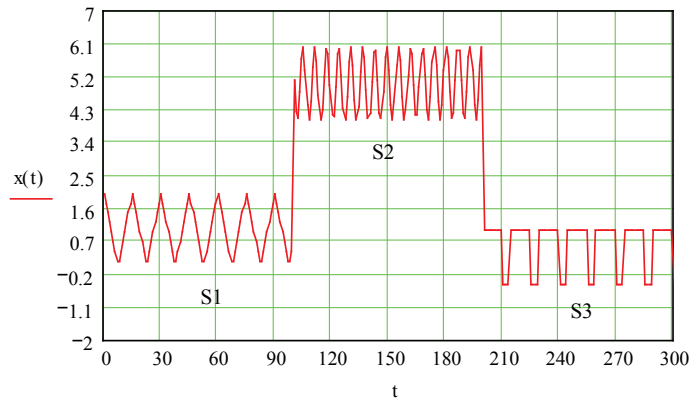


Рис. 2. Квазістаціонарний процес

Нестационарні об'єкти описуються функціоналом (3), в якому будь-який параметр може змінюватися плавно в часі.

$$TS_j(t) = F_j(D_x, \sigma_x, M_x, M_j, M_v, R_{xx}, S(\omega), I_x) = \text{var}(t) \quad (3)$$

На рис.3 показаний приклад реалізації станів нестационарного ОУ.

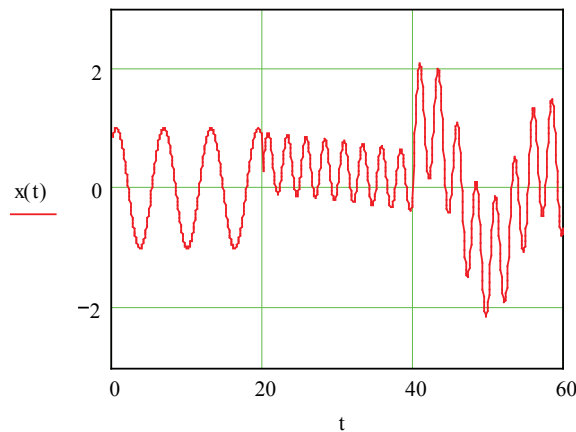


Рис. 3. Нестационарний процес

Системні параметри квазістаціонарних ОУ, які включають інтегральні, кореляційні, спектральні та ентропійні характеристики, згідно функціоналу (2) наведені в табл.1.

Таблиця 1

Системні параметри квазістаціонарних об'єктів управління

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 функції $X(t)$	Кореляційна автокореляційна модель	$R_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n+j} x_i \cdot x_{i+j}$
		Нормована автокореляційна модель	$\rho_{xx}(j) = \frac{R_{xx}(j)}{D_x}$

(продовження табл. 1)

Ковзне математичне сподівання	$M_j(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1+j}^{n+j} X_{i+j}$	Спектральна щільність	$S_x(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} R_{xx}(\tau) \cos(\omega\tau) d\tau$
Вагове математичне сподівання	$M_v = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1+j}^{n+j} V_{i-j} \cdot x_{i+j}$ $V_{i-j} = i^a$ $a = 1, 2, \dots$	Ентропія за оцінкою К. Шенона	$I_x = -P_i \cdot \sum_i \log_2 P_i$
		Ентропія за оцінкою $3\sigma_x$	$I_x = E(\log_2 3\sigma_x) n$
Дисперсія	$D_x(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - m_x)^2$ $\dot{X}_i = X_i - m_x$ - центровані значення	Ентропія за оцінкою Р. Хартлі	$I_x = E(\log_2 A) n$ $E(\cdot)$ - цілочисельна функція з округленням до більшого цілого
Середньоквадратичне відхилення	$\sigma_x(t) = \sqrt{D_x(t)}$	Кореляційна оцінка ентропії за оцінкою Я. Николайчуком	$I_x = \frac{1}{2\pi} E(\log_2 \sqrt{1 - \rho_{xx}^2(j)})$

КЛАСТЕРНІ МОДЕЛІ

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

Представлення кластерної моделі за допомогою матриці $|P_{ij}|$ ймовірності переходу ОУ з i -го стану в j -й має вигляд:

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1j} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2j} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{ij} & \dots & P_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mj} & \dots & P_{mn} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

де P_{ij} - ймовірність переходу об'єкту з i -го стану в j -й.

Інформативні ймовірності P_{ij} , які не відповідають заданій умові подаються у вигляді динамічної індикації. На практиці значення P_{ij} класифікуються на дозволені та недозволені тобто:

$$P_{ij} < \alpha - \text{"норма"} \\ P_{ij} \geq \alpha - \text{"ненорма"}$$

Маємо наступну матрицю P_{ij} для $n = 4$; $\alpha = 0.5$:

$$\begin{pmatrix} 0.1 & \textcircled{0.8} & \textcircled{0.6} & 0.2 \\ 0.2 & 0.4 & \textcircled{0.9} & \textcircled{0.6} \\ \textcircled{0.7} & \textcircled{0.7} & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & \textcircled{0.5} & 0.4 & \textcircled{0.9} \end{pmatrix}$$

де P_{ij} - ймовірність переходу об'єкту з i -го стану в j -й, (P_{ij}) - відповідає регламентному переходу об'єкта з одного стану в інший.

Табличне задання кластерної моделі показано на рис. 4. Недоліком є її надлишковість.

Суттєвим недоліком кластерної моделі є неможливість виявлення дозволених і недозволених станів, тому вводимо позначення переходів:

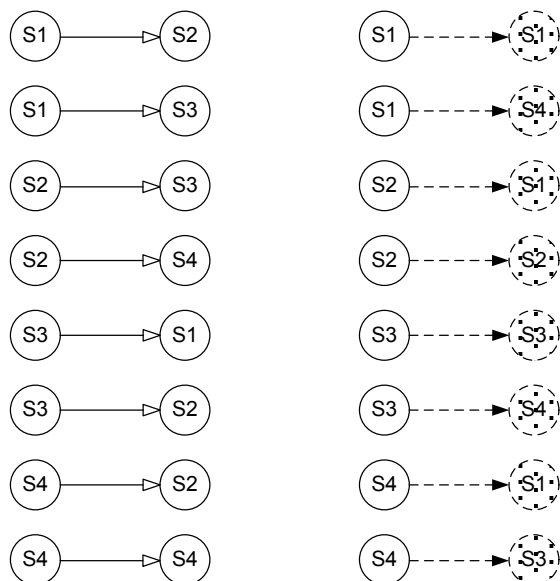
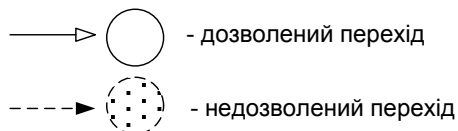


Рис. 4. Таблична кластерна модель.

Представлення кластерної моделі ОУ у вигляді графа зображено на рис.5.

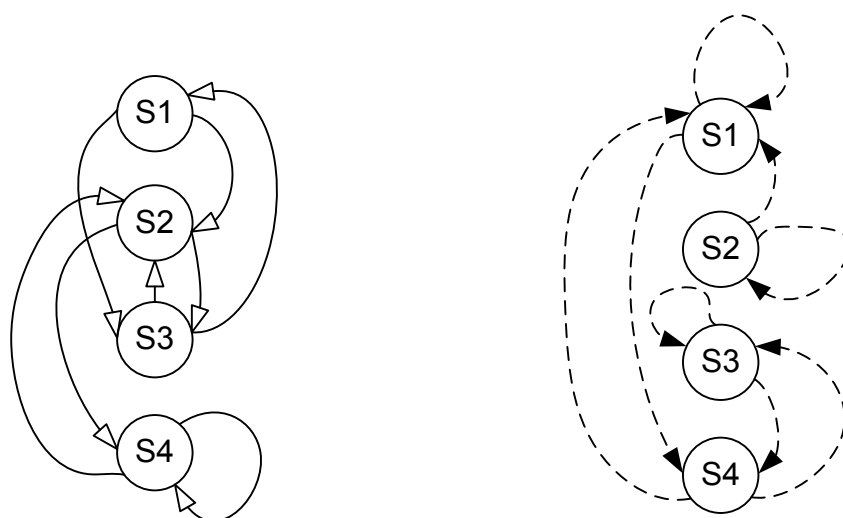


Рис. 5. Графова кластерна модель ОУ

Викладена методологія дозволяє провести детальний автоматизований аналіз технологічних, інформаційних та перехідних станів ОУ, що в свою чергу спрощує діагностику аварійних та передаварійних станів об'єктів.

КОНВЕРСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТАНІВ КВАЗІСТАЦІОНАРНИХ ОБ'ЄКТІВ

ЛСІМ призначені для контролю відхилень станів ОУ від норми. Відповідно:

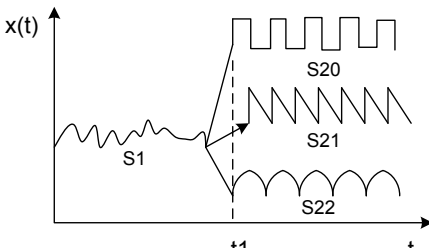
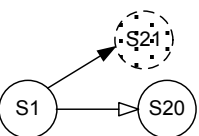
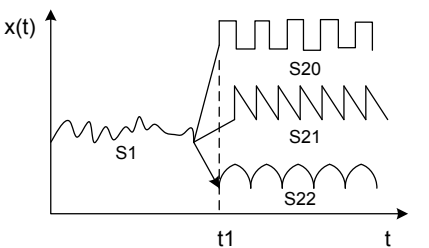
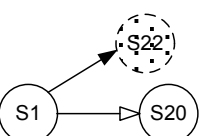
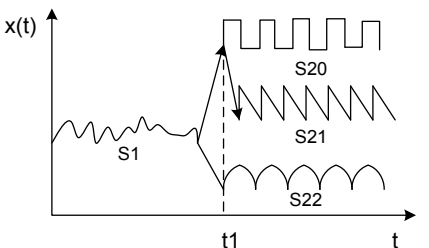
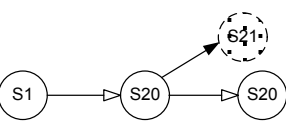
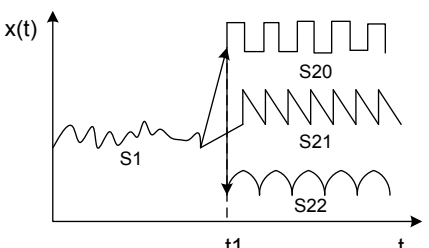
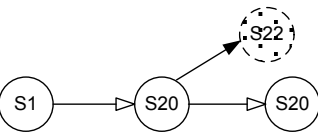
- ЛСІМ-1 – по амплітуді;
- ЛСІМ-2 – по динаміці;
- ЛСІМ-3 – по фазі;
- ЛСІМ-4 – по спектру;
- ЛСІМ-5 – по глобальній дисперсії.

В той же час названі ЛСІМ характеризуються функціональними обмеженнями, оскільки не враховують квазістаціонарні характеристики ОУ, а також матрицю переходу з одного стану в інший. Таким чином, перспективною науковою задачею є розвиток теорії та методології побудови ЛСІМ на основі кластерних моделей [1].

Продукційні моделі та квазістаціонарні ЛСІМ на основі матриці переходу з одного стану в інший наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Квазістаціонарні ЛСІМ на основі матриці переходу з одного стану в інший

Продукційна модель подання знань про аварійні та передаварійні стани ОУ	Кластерна модель	ЛСІМ 6
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$

(Продовження табл. 2)

1	2	3
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$

(продовження табл. 2)

1	2	3
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$
		$L_6 = \begin{cases} 0, S_1 = S_{20} \\ 1, S_1 = S_{21} \vee S_{22} \end{cases}$

ВИСНОВКИ

Викладена методологія та теоретичні основи застосування кластерних моделей для діагностування передаварійних та аварійних станів ОУ дозволяє формалізувати складні процеси виявлення та попередження аварійних станів об'єкта, що є основою для розробки відповідних програмно-апаратних засобів на низових рівнях широкого класу розподілених комп'ютерних систем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Николайчук Я.М. Теория 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 // Тези доповіді на проблемно-науковій міжгалузевій конф. "Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання"-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. //

- Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова АН УССР.-Киев, Препринт 88-45 ИК АН УССР. –1988.
4. Пітух І.Р. Системні характеристики формальних об'єктів моделей руху даних в комп'ютерних Мережах / І.Р. Пітух // 3 International conference on optoelectronic information technologies "PHOTONICS-ODS 2005", Ukraine, Vinnytsia, VNTU, p. 60-61.
 5. Shirmovska N.G. Diagnosing of accident rate of the technological states of objects on the base of cross-correlation models of information sources / N.G. Shirmovska // Proceedings of the 4-th International Conference ACSN – 2009 "Advanced Computer Systems and Networks: Design and Application", - Lviv, 2009.

Надійшла до редакції 20.10.2010р.