

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Кропачек О.Ю., Коржов И.М., Мигущенко Р.П., Шапов П.Ф.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичева 2, г. Харьков, Украина, 61002

При диагностике состояния сложных промышленных объектов, в качестве критерия, можно использовать дискриминантную функцию (ДФ) как статистику $\delta^{(K)}$ от скалярных случайных величин $x_i^{(K)}$, $m_i^{(0)}$, $m_i^{(1)}$, $S_i^{(0)2}$, $S_i^{(1)2}$ ($\kappa = \overline{0,1}$) входного измерительного сигнала [1]:

$$\delta^{(K)} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i^{(K)} - m_i^{(1)}}{S_i^{(1)}} \right)^2 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i^{(K)} - m_i^{(0)}}{S_i^{(0)}} \right)^2 + \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{S_i^{(1)}}{S_i^{(0)}} \right)^2, \quad (1)$$

где $m_i^{(0)}$, $m_i^{(1)}$ – оценки элементов векторов средних $\mu_{(0)}$, $\mu_{(1)}$, полученные по образцовым выборкам ;

$S_i^{(0)}$, $S_i^{(1)}$ – оценки элементов дисперсионных матриц $D_{(0)}$, $D_{(1)}$, полученные по выборкам ;

$x_i^{(K)}$ – реализуемая i -того значения контрольной выборки $\{x_1^{(K)}, \dots, x_n^{(K)}\}$ с заданным номером состояния:

$$K = \begin{cases} 0, & \text{если } \theta \in \theta_0; \\ 1, & \text{если } \theta \in \theta_1. \end{cases}$$

Выражение (1) является математической моделью преобразования вектора первичных сигналов $\bar{X} = (x_1^{(K)}, \dots, x_n^{(K)})$ в значение $\delta^{(K)}$ квадратичной ДФ. Особенностью вектора \bar{X} является то, что его компоненты – это либо коэффициенты межспектральной корреляции (для высокочастотных вибропроцессов), либо коэффициенты автокогерентности (для инфранизкочастотных тепловых процессов). Последующее сравнения ДФ $\delta^{(K)}$ с нулевым порогом позволяет получить одно из двух решений ω_0 или ω_1 , что приводит к реализации вторичного этапа информационных преобразований.

Математическую базовую модель (1), связывающую $\delta^{(K)}$ с единичными показателями контроля $\{m_i^{(0)}\}_1^n$, $\{m_i^{(1)}\}_1^n$, $\{S_i^{(0)2}\}_1^n$ и $\{S_i^{(1)2}\}_1^n$, удобно модернизировать, используя комплексные информативные параметры

$$\begin{cases} d_{1i} = S_i^{(0)-2} - S_i^{(1)-2}, \\ d_{2i} = 2 \left[m_i^{(0)} S_i^{(0)-2} - m_i^{(1)} S_i^{(1)-2} \right], \\ d_{3i} = \left(\frac{m_i^{(0)}}{S_i^{(0)}} \right)^2 - \left(\frac{m_i^{(1)}}{S_i^{(1)}} \right)^2 + 2 \ln \left(\frac{S_i^{(1)}}{S_i^{(0)}} \right), \end{cases} \quad (2)$$

где $i = \overline{1, n}$.

Тогда модель (1) будет иметь параметрически минимизированную алгебраическую форму вида

$$\delta = \sum_{i=1}^n (x_i^2 d_{1i} + x_i d_{2i} + d_{3i}). \quad (3)$$

Отсутствие индекса (K) в обозначениях $\delta^{(K)}$ и $x_i^{(K)}$ указывает на исходную неопределенность вектора \bar{X} по отношению к классифицируемым (дискриминируемым) состояниям Θ_0 и Θ_1 .

На рисунке 1 представлена выбранная структура компьютеризированных преобразований процесса $X(t)$ в множество $\{x_i\}_1^n$ для вибросигналов (а) и термодинамических процессов (б).

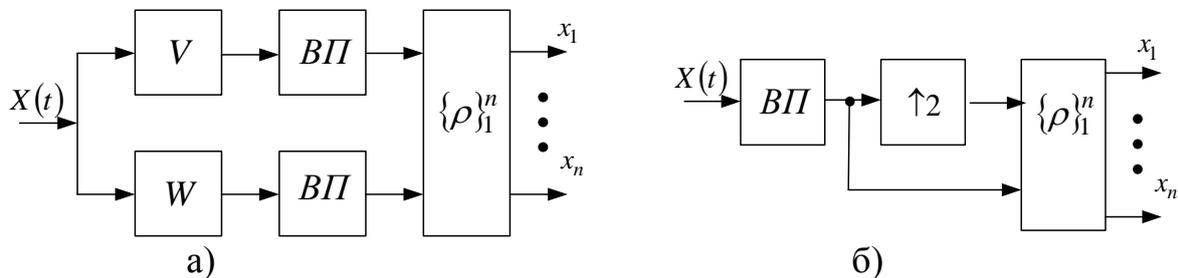


Рисунок 1 – Структура компьютеризированных преобразований
а) вибросигналов, б) термодинамических процессов
в информативные параметры

Обозначения на рисунке 1: V – процедура вычисления V -статистики, W – процедура вычисления W -статистики, $BП$ – процедура дискретизированного вейвлет-преобразования, $\uparrow 2$ – возведение в квадрат, $\{\rho\}_1^n$ – процедура вычисления коэффициентов межспектральной корреляции по масштабу и сдвигу.

Список литературы

1. Раудис Ш. Ограниченность выборки в задачах классификации / Ш. Раудис // Статистические проблемы управления. – Вильнюс. – 1976. – Вып. 18. – С. 1–185.