

## КЛАСИФІКАЦІЯ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ ЗАСОБАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРЕДОВИЩА MATLAB ТА ПАКЕТА FUZZY LOGIC TOOLBOX

Г. О. Кириленко, студент,  
Вінницький національний технічний університет  
anyakurul1@rambler.ru

Багато процесів у навколишньому світі заздалегідь передбачити складно, це викликано впливом випадкових факторів на хід процесу. Випадковий характер збурювальних впливів та керованих величин передбачає застосування процедури статистичної обробки результатів вимірювань, що обумовлює наявність таких складових похибки, як статистична похибка і похибка, викликана неадекватністю алгоритму обробки реального випадкового процесу. Причиною останнього виду похибки є помилка класифікації процесу, що спостерігається. Метою роботи є розроблення методу класифікації випадкових процесів засобами нечіткої логіки, який допоможе визначити клас процесу для подальшого його прогнозування.

Випадковий процес називається стаціонарним, якщо всі багатовимірні закони розподілу залежать тільки від взаємного розташування моментів часу, але не від самих значень цих величин.

$$\begin{aligned} M[X(t)] &= \text{const}, D[X(t)] = \text{const}, & (1) \\ R_x(t_1, t_2) &= R_x(\tau), \tau = t_2 - t_1. \end{aligned}$$

У роботі пропонується розділяти процеси не на два крайні випадки – абсолютно стаціонарні чи абсолютно нестаціонарні, а визначати ступінь їх стаціонарності чи нестаціонарності. Для цього використовується нечітка логіка, а саме метод нечіткого логічного висновку [1,2].

Кожну з класифікаційних ознак, а саме: математичне сподівання, дисперсію та кореляційну функцію, подамо у вигляді лінгвістичної змінної, що представлена трьома параметрами –  $\langle R, T, U \rangle$ , де  $R$  – це ім'я змінної;  $T$  – терм-множина, кожен елемент якої представлений у вигляді нечіткої множини на універсальній множині  $U$ . У даному випадку іменем змінної буде „Вид процесу”. Терм-множину змінної „Вид процесу” визначимо як {„стаціонарний”, „нестаціонарний”}. Кожен терм із терм-множини визначимо функцією належності. Ідея класифікації полягає в тому, щоб визначити ступінь стаціонарності. Наприклад, якщо зі зміною часу математичне сподівання змінюється на дуже малу величину, то такий процес також можна вважати стаціонарним. Нехай якийсь конкретний процес можна вважати стаціонарним, якщо математичне сподівання з часом відхиляється від середнього значення на 1%. Якщо відхилення більше 1%, то процес можна класифікувати як нестаціонарний. Оскільки відхилення може набувати будь-якого значення, то універсальною множиною в даному випадку буде множина значень  $\{0, \infty\}$ .

Щоб визначити ступінь стаціонарності процесу, для математичного сподівання визначається найбільше відхилення від середнього значення на певному проміжку часу. Далі для цього відхилення знаходиться значення функції належності, яка і покаже ступінь стаціонарності процесу.

Запропонований метод реалізовано в середовищі MATLAB. Перевагою методу є те, що він шляхом нескладних математичних операцій та використання зручного пакета для роботи з нечіткою логікою Fuzzy Logic Toolbox дає можливість визначити належність процесу до

того чи іншого класу, маючи на вході лише лінгвістичну змінну, що позначає найбільше відхилення математичного сподівання від середнього значення на певному проміжку часу. Для даної змінної задається терм-множина та функції належності кожного терму. Також формується база правил, на основі якої здійснюється нечіткий логічний вивід. На виході отримується вид випадкового процесу [3].

Застосування запропонованої методики дозволить підвищити точність управління, покращити стабілізацію технологічних параметрів у досить вузьких межах, а також прогнозувати поведінку процесу в наступні моменти часу.

1. Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Высшая школа, 2000. – 383с.

2. Прохоренков А. М. Использование методов нечеткой логики для определения классификационных характеристик случайных процессов / А. М. Прохоренков, Н. М. Качала // Вестник МГТУ. – Том 9, № 3. – 2006. – С. 81-82.

3. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288с.

