

Я.М. ЧАБАНЮК

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна;
Університет «Люблінська політехніка», Люблін, Польща,
e-mail: yaroslav.chabanyuk@lnu.edu.ua, y.chabanyuk@pollub.pl.

С.А. СЕМЕНЮК

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна,
e-mail: serhii.a.semeniuk@lpnu.ua.

У.Т. ХІМКА

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна,
e-mail: ulyana.khimka@lnu.edu.ua.

Р.А. ЧИПУРКО

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна,
e-mail: chypurko.roman@gmail.com.

СТОХАСТИЧНА ЕВОЛЮЦІЯ З МАРКОВСЬКО-МОДУЛЬОВАНИМ ПУАССОНІВСЬКИМ ЗБУРЕННЯМ У СХЕМІ ДИФУЗІЙНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ

Анотація. Досліджено асимптотичну поведінку стохастичних еволюційних систем з марковсько-модульованим пуассонівським збуренням у схемі дифузійної апроксимації. Враховано комбінацію пуассонівського процесу з марковським, що дає змогу описувати випадкові переходи між різними режимами еволюції. Наведено ергодичні властивості марковсько-модульованого пуассонівського процесу, які забезпечують стабільну поведінку системи в середньому. Побудовано граничні генератори для вихідної системи стохастичних диференціальних рівнянь. Одержані результати дають змогу досліджувати задачі стохастичної оптимізації та оптимального керування.

Ключові слова: стохастична еволюція, марковсько-модульований пуассонівський процес, схема дифузійної апроксимації.

ВСТУП

Стохастичні еволюційні системи застосовують для моделювання процесів у різних галузях, зокрема біології [1], економіці [2], кібербезпеці [3]. На відміну від детермінованих систем, такі моделі дають змогу ефективно описувати вплив випадкового середовища. Важливим аспектом стохастичних еволюційних систем є їхня асимптотична поведінка, яку можна описати різноманітними динамічними моделями, від стабільної рівноваги до складних флуктуацій і навіть хаосу. У цій роботі досліджено асимптотичну поведінку стохастичних еволюційних систем зі збуреннями, спричиненими марковсько-модульованим процесом Пуассона (ММПП) [4] у схемі дифузійної апроксимації. Ці збурення є комбінацією процесу Пуассона з процесом Маркова, який модулює інтенсивність стрибків. Це дає змогу моделювати системи з переходами між різними режимами еволюції [5] або рідкісними, але значними стрибками [6], які часто трапляються у природних процесах.

ВЛАСТИВОСТІ ММПП

Аналогічно до [7] розглянемо ММПП у вигляді двокомпонентного процесу $(x(t), N(t))$. Рівномірно ергодичний марковський процес $x(t)$, $t \geq 0$, [8] у стандартному фазовому просторі визначається генератором [9]

$$\mathcal{Q}\varphi(x) = q(x) \int_X P(x, dy) [\varphi(y) - \varphi(x)], \quad \varphi \in B(\mathbb{X}), \quad (1)$$

де $B(\mathbb{X})$ — Банахів простір дійсних обмежених функцій із супремум-нормою $\|\varphi\| = \max_{x \in X} |\varphi(x)|$.