

Рамазанов С. К.

д.е.н., д.т.н., професор

ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

НЕЛІНІЙНА СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ ТЕХНОГЕННОГО ОБ'ЄКТУ

Розробка і дослідження інтегрованих моделей на базі використання інформаційних і інноваційних технологій з метою прогнозування нелінійної стохастичної динаміки еколого — економічних і соціально — гуманітарних систем в сучасних умовах невизначеності і ризиків є актуальною проблемою [1-4].

Стохастична модель системної динаміки. Принцип системної динаміки стохастичних процесів або метод системної динаміки при наявності екзогенних та ендогенних стохастичних вплив можна представити як стохастичне диференціальне рівняння (СДУ) [1]: $\dot{X}_j = F(X_j^+, X_j^-, W_{jt})$, де $\alpha_j, \beta_j > 0$, W_{jt} — стандартний броунівський рух; $\sigma_j(X_j, t)$ - коефіцієнт волатильності. Зокрема, рівняння стохастичної динаміки j -го агента можна представити як $\dot{X}_j = \alpha_j X_j^+ - \beta_j X_j^- + \sigma_j(X_j, t) dW_{jt}$. При прийнятті поняття білого шуму з безперервним часом, рівняння стохастичної динаміки можна представити як: $\frac{dx}{dt} = F(x, t) + \sigma(x, t)e(t)$, де $\{e(t), t \in T\}$ — білий шум з безперервним часом. Для представлення стохастичної моделі динаміки системи в дискретному випадку можна використати різницеве рівняння у виді: $x(t+1) = f(x(t), t) + w(x(t), t)$, $t \in T$, де f — умовне середнє від $x(t+1)$ при заданому $x(t)$, а w — випадкова величина з нульовим середньому. Якщо умовний розподіл $w(t)$ при заданому $x(t)$ є нормальний закон, то модель можна переписати як:

$$x(t+1) = f(x(t), t) + \sigma(x(t), t)e(t)), \quad t \in T$$

де $\{e(t), t \in T\}$ — послідовність незалежних однаково розподілених випадкових величин з параметрами $(0, 1)$.

Стохастична логістична модель розвитку економічного агента е $\dot{X}_j = A_j X_j (X_j^0 - X_j) / X_j^0 + \sigma_j(X_j, t)e_j(t)$, $j = \overline{1, k}$, де X_j^0, X_j —

відповідно, максимально (гранично) можливе і поточне значення досліджуваної величини, причому X_j^0 не залежить від часу, а $\{e_j(t), t \in T\}$ - білий шум з безперервним часом, $\sigma_j(X_j, t)$ - коефіцієнт волатильності. Наприклад, для моделі динаміки праці використовують рівняння Ферхюльста як стохастичне логістичне рівняння[7]: $\dot{L}_t = (a + bL_t)(L^0 - L_t)dt + \sigma(L^0 - L_t)dW_{IL}$, як СДУ, де L^0 — граничне число працюючих; $L^0 - L_t$ — об'єм потенційного ринку праці; W_{IL} — стандартний вінерівський процес, параметри a й b сілі зовнішніх і внутрішніх впливів на швидкість адаптації, а $\sigma(L^0 - L_t)dW_{IL}$ - випадковий процес, пропорційне неохопленій частині ринку праці.

Отже, у результаті комплексної формалізації отримаємо один з варіантів соціально-еколого-економічною моделі динаміки у вигляді наступної системи рівнянь [4-8]:

$$\dot{K}(t) = -\alpha K(t) + e^{\theta} F(K(t), L(t), R(t)) - C(t) - D(t) + \sigma_k(K, t)e_k(t), K(0) = K_0,$$

$$Y = F(K, L, R, e_Y(t)) = \left[\beta_1 K^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_2 L^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_3 R^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right]^{\frac{\delta}{\delta-1}} + \sigma_Y(Y, t)e_Y(t)$$

$$\dot{L}(t) = \gamma_L(t) - \gamma_Z Z(t) + \gamma_C C(t) + \sigma_L(L, t)e_L(t), L(0) = L_0,$$

$$\dot{R}(t) = \gamma_R R(t) + \gamma_K K(t) - Y(t) - \gamma_L L(t) + \sigma_R(R, t)e_R(t), R(0) = R_0 \text{ чи}$$

$$\dot{R}(t) = d(K(t), L(t)) + \gamma_K K(t) - \gamma_L L(t) - Y(t) + \sigma_R(R, t)e_R(t).$$

$$\dot{Z} = f^*(c, K, L, R)(1 - \eta c) - g(Z) + \sigma_Z(Z, t)e_Z(t), Z(0) = Z_0,$$

де Y — обсяг «корисного» випуску, K — капітал, L — число працюючих, C — об'єм споживання, Z — об'єм забруднень («шкідливий» вихід), I — інвестиції, R — інші ресурси, D — витрати на заходи по зниженню забруднень і моніторинг. Трійка (C, Y, D) визначає як вектор розвитку, тобто $U \equiv (C, Y, D)$ - вектор управління [4].

Розроблена та досліджена інтегральні соціально- еколого- економічні стохастичні моделі динаміки техногенних об'єкту. При моделюванні динаміки праці, ресурсів та інших факторів використано узагальнене стохастичне логістичне рівняння Ферхюльста.

Список використаних джерел

1. Рамазанов С. К., Рогоза Н. Є., Мусаєва Е. К. Нелінійний моделі та аналіз складних систем: навчальний посібник / Під ред. проф. С. К. Рамазанова. — Луганськ — Полтава: ПУЕТ, 2009. — 636 с.
2. Рамазанов С. К. Інноваційні технології антикризового управління економічними системами. Монографія / С. К. Рамазанов, Г. О. Надьон, Н. І. Кришталь, О. П. Степаненко, Л. А. Тимашова; Під ред. проф. С. К. Рамазанова. — Луганськ — Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. — 584 с.
3. Рамазанов С. К., Бурбело О. А., Вітлінський В. В. и др. Ризики, безпека, кризи і сталий розвиток в економіці: методології, моделі, методи управління та прийняття рішень. Монографія / Під заг. ред. проф. С. К. Рамазанова. — Луганськ: Вид-во «НоваЛідж», 2012. — 948 с.
4. Рамазанов С. К. Моделювання соціальне — еколого-економічної динаміки в нестабільному середовищі /С. К. Рамазанов // Інформатика та системні науки (ІСН-2015): матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю, (м. Полтава, 19–21 берез.). — Полтава: ПУЕТ, 2015.
5. Острем К. Введение в стохастическую теорию управления. — М.: Мир, 1970. — 326 с.
6. Григоркив В. С. Моделирование многосекторной эколого-экономической системы// Кибернетика и системный анализ. — 1999. — № 3. — С. 147-157.
7. Соловьев В. И. Экономико-математическое моделирование рынка программного обеспечения: монография / В. И. Соловьев; ГУУ. — М.: Вега-Инфо, 2009. — 176 с.
8. Красс М. С., Чупрынов Б. П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: учеб. пособие / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. — СПб.: Питер, 2006. — 346 с.

Рамазанов С. К.

д.е.н., д.т.н., професор

Данильченко Т. В.

к.т.н., доцент

*ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»*

МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СИТУАЦІЇ РИЗИКІВ, НЕБЕЗПЕКИ ТА В УМОВАХ ЗМІШАНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА

Сучасних умовах криз і несталості функціонування та розвитку соціально-економічних систем важливою проблемою забезпе-