

Д.В. Буряк, магістр

кафедри економічної кібернетики ПУЕТ,

С. К. Рамазанов, д.т.н., д.е.н., проф.

кафедри економічної кібернетики ПУЕТ

ДИНАМІЧНА СОЦІАЛЬНО - ЕКОЛОГО - ЕКОНОМІЧНА СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ БЕЗПЕКИ ТЕХНОГЕННОГО ПІДПРИЄМСТВА

Вступ. Розробка і дослідження інтегрованих моделей безпеки на базі використання інформаційних і інноваційних технологій з метою прогнозування нелінійної динаміки еколого - економічних і соціально - гуманітарних систем в сучасних умовах є актуальною проблемою. Такий підхід в повному об'ємі підтверджується думкою багатьох видатних учених вираженої із приводу концепції стійкого розвитку [1-6].

Мета роботи є розробка та дослідження динамічної соціально - еколого - економічної стохастичної моделі техногенного підприємства в умов криз.

Виклад основних результатів. Більшість створених раніше моделей соціально еколого-економічних систем (СЕЕС) моделей мають теоретичний і детермінований характер і досить проблемно з точки зору наявності інформації для їх реалізації. У зв'язку з цим завдання управління техногенним виробництвом (ТВ) в умовах кризи обумовлює об'єктивну необхідність вдосконалення методів, моделей і інформаційних технологій на основі стохастичних рівнянь для управління СЕЕС.

Для узагальнення поняття стану динамічної системи на стохастичний випадок, припустимо, що розподіл ймовірностей змінної стану x в майбутньому визначається однозначно значенням її стану в сьогодні. Зажадаємо також, щоб система описувалася марковским процесом (моделлю). Для представлення стохастичною моделі динаміки системи в дискретному випадку можна використовувати різницеве рівняння у вигляді:

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

де f - умовне середнє від $x(t+1)$ при заданому $x(t)$, а w - випадкова величина з нульовим середньому.

Якщо рівняння (1) являє собою стохастичну модель стану динамічної системи, то необхідно щоб умовне імовірнісний розподіл $x(t+1)$ при заданому $x(t)$ не залежить від минулих значень x . Модель (1), що володіє цією властивістю, називається стохас-

тичним різницеvim рівнянням, а процес $\{x(t), t \in T\}$ є марковським. Якщо додатково припустити, що умовний розподіл $w(t)$ при заданому $x(t)$ нормально, то випадкову величину w можна представити у вигляді $w = w(x(t), t) = \sigma(x(t), t)e(t)$, а рівняння (1) можна переписати у вигляді:

$$x(t+1) = f(x(t), t) + \sigma(x(t), t)e(t), \quad t \in T, \quad (2)$$

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

Система має синергетичне опис, якщо ефективно побудований оператор D , такий, що стан системи в кожен момент часу $t \in (t_0, T(t_0))$ може бути побудовано за значеннями вектора $x(\tau)$, $\tau \in (t_1, t_0)$, за умови, що всі зовнішні та управляючі фіксовані:

$$x(t) = D(x(\tau), \varepsilon, \eta, u), \quad t \in (t_0, T(t_0)), \quad \tau \in (t_1, t_0), \quad (3)$$

де $\varepsilon(t, r)$ випадковий вплив з відомими ймовірнісними характеристиками, $\eta(t, r) \in G_\eta$ вплив, задане мірою невизначеності G_η , $u \in R^k$ - керуючі впливи, r - просторова змінна (вектор).

У результаті комплексної формалізації отримуємо один з варіантів соціально- еколого- економічною моделі динаміки у вигляді наступної системи рівнянь:

$$\dot{K}(t) = -\alpha K(t) + e^{\theta} F(K(t), L(t), R(t)) - C(t) - D(t), \quad K(0) = K_0, \quad (4)$$

$$Y = F(K, L, R) = \left[\beta_1 K^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_2 L^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_3 R^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right]^{\frac{\delta}{\delta-1}}. \quad (5)$$

$$\dot{L}(t) = \gamma_L L(t) - \gamma_Z Z(t) + \gamma_C C(t), \quad L(0) = L_0, \quad (6)$$

$$\dot{R}(t) = \gamma_R R(t) + \gamma_K K(t) - Y(t) - \gamma_L L(t), \quad R(0) = R_0 \quad (7)$$

чи

$$\dot{R}(t) = d(K(t), L(t)) + \gamma_K K(t) - \gamma_L L(t) - Y(t), \quad R(0) = R_0. \quad (8)$$

$$\dot{Z} = f^*(c, K, L, R)(1 - \eta c) - g(Z), \quad Z(0) = Z_0. \quad (9)$$

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. Тоді трійка (C, Y, D) визначає еколого - економічну політику розвитку, тобто $U \equiv (C, Y, D)$ - вектор управління.

Для управління ТВ в якості еколого-економічної моделі динаміки можна розглянути рівняння (4) - (9) з вектором стану $x = (k, z)$ і керуючим вектором параметрів (змінних) $u = (\alpha, \beta)$. В якості функції корисності можна розглядати функцію $U(q) \equiv U(k, z, \alpha, \beta) \equiv U(x, u)$, а функціонал ефективності - $J(q) = \int_{t_0}^T \exp(-\delta t) U(q(t)) dt$ і критерій оптимізації управління - $J(q) \rightarrow \max_{q \in Q}, Q = \{(\alpha, \beta, k, z) | 0 \leq \alpha, \beta \leq 1; \alpha + \beta \leq 1, k(t_0) = k_0, z(t_0) = z_0\}$

Для вирішення завдань ЕЕУ на основі наведених стохастичних і детермінованих моделей можна скористатися відомими класичними методами оптимального керування з обмеженнями.

Висновок. Розроблена динамічні соціально - еколого - економічні стохастичні моделі безпеки техногенного підприємства в умов криз.

Список використаної літератури

1. Рамазанов С. К. Моделирование социальное – эколого – экономической динамики в нестабильной среде /С. К. Рамазанов // Информатика та системні науки (ІСН-2015): матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю, (м. Полтава, 19–21 берез. 2015 р.). – Полтава: ПУЕТ, 2015.
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 «Ноулідж», 2012. – 948 с.
4. Острем К. Введение в стохастическую теорию управления. – М.: Мир, 1970. – 326 с.
5. Колемаев В.А. Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процессов и систем: учебник. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 295 с.
6. Соловьев В.И. Экономико-математическое моделирование рынка программного обеспечения: монография / В. И. Соловьев; ГУУ. — М.: Vega-Инфо, 2009. — 176 с.