

Рамазанов С. К.,

д-р. техн. наук, д-р. екон. наук, професор,
професор кафедри інформаційних систем в економіці,
Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙНИХ ЕКОСИСТЕМ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ВІДНОВЛЕННЯ І РОЗВИТОК ТЕРИТОРІЙ

Ефективність функціонування, зростання та розвитку регіональної економічної системи (РЕС) багато в чому залежить від рівня та інтенсивності застосування сучасних екосистем та штучного інтелекту нових технологій (СШІ) (інформаційних, інноваційних, наукомістких, конкурентоспроможних, інвестиційних тощо). Хоча у низці наукових праць досліджуються питання моделювання процесу оновлення та розвитку регіональних економічних систем, розглянутій проблемі приділено незаслужено недостатню увагу [1-3]. У найпростішому разі вплив СШІ на розвиток РЕС можна висловити, запровадивши явну залежність виробничої функції (ВФ) від часу, тобто, $Y(t) = F[x(t), t]$, де $x(t)$ - вектор ресурсів. Цей вислів враховує фактичний тренд ВФ. Такий вплив СШІ на РЕС можна назвати екзогенним. Зауважимо, що вплив СШІ на функціонування РЕС є найважливішим, але не єдиним фактором зростання та розвитку.

Однак останнім часом при побудові моделей соціально-економічних та екологічних систем широко використовується добре відома у біоекології класифікація взаємовідносин між підсистемами. Вони такі: "Хижачтво": одна підсистема ("хижак") стримує розвиток іншої ("жертви"), а інша підсистема ("жертва") прискорює розвиток першої підсистеми ("хижака"). Конкуренція: кожна з підсистем має негативний вплив на розвиток іншої підсистеми, хоч існує і внутрішньосистемна боротьба за існування. Симбіоз чи комэнсалізм: кожна з підсистем прискорює зростання (розвиток) інший чи одне підсистема отримує вигоду, не роблячи інший підсистемі шкоди, а й не приносячи користі.

Отже, нехай є дві підсистеми із загальним обсягом виходу N_1 та N_2 , відповідно, які взаємодіють один з одним. Розвиток (розмноження) кожної з цих підсистем описуватимемо логістичним рівнянням, які взаємодія опишемо членом, пропорційним твору N_1N_2 .

Загальна математична модель динаміки економічної та/або екологічної системи, що складається з безлічі підсистем, що взаємодіють, може бути представлена як систему нелінійних диференціальних рівнянь (без урахування просторових параметрів) з урахуванням ефектів «насичення» і «синергії» в наступній формі [1]:

$$\dot{x}_i(t) = x_i(t) \left[\beta_i - \gamma_i x_i(t) \right] + \sum_{j=1, j \neq i}^n \alpha_{ji} x_j(t) x_i(t), \quad i=1, \dots, n, \quad (1)$$

де коефіцієнти α_{ji} , β_i , γ_i мають реальний фізичний (економічний) зміст, тобто. β_i є граничним значенням змінної x_i , коефіцієнт γ_i характеризує рівень внутрішньої (внутрішньовидової) конкуренції у підсистемі (популяції), а α_{ji} – міжпідсистемну (міжвидову) конкуренцію. Зауважимо, що такими моделями можна описати різні розвиваючі системи незалежно від їхньої природи.

Рівняння (1) у загальному вигляді можна переписати як систему рівнянь:

$$\dot{x}_i(t) = f(x_1(t), \dots, x_n(t); \bar{a}, t), \quad i=1, \dots, n, \quad (2)$$

де \bar{a} - вектор всіх параметрів. Рівняння (2) зветься еволюційних рівнянь. Метою даної роботи є узагальнення відомих результатів та одержання нових підходів нелінійного моделювання динаміки впливу сучасних інформаційних, інноваційних та інших технологій на розвиток виробничо-економічних систем, що функціонують в умовах конкуренції та нестабільного зовнішнього середовища, у тому числі нелінійної стохастичної мультиплікативно-адитивної моделі системи з хаотичним поведінкою.

Динамічна модель впливу СІШ на РЕС. Уявимо механізм впливу нових технологій (НТ) на ПЕМ при обліку стохастичних впливів зовнішньоекономічного середовища у вигляді функціонально-динамічної структури (рис. 1). Тут F – оператор РЕС (виробнича функція), тобто. в умовах нестабільного еколого-економічного зовнішнього середовища (ЗС) загальне функціонування підприємства можна подати як стохастичну функцію виробничої діяльності (СФВД) у вигляді:

$$Y(t) = F[x(t), a(t), \xi(t)], \quad (3)$$

де $F[x(t), a(t), \xi(t)]$ - оператор (функціонал) виробничої діяльності РЕС; $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ - вектор ресурсів («чистий» вхід); $a(t)$ - вектор параметрів ВФ; $\xi(t)$ - випадковий процес, що характеризує вплив ВС на виробничо-економічну систему. Φ – оператор (опис) СІШ: $z = \Phi(y, x, \zeta)$ – механізм управління зростанням та розвитком РЕС, який використовує частину вхідних ресурсів $x(t)$ та випуску $y(t)$ для своєї організації та функціонування.

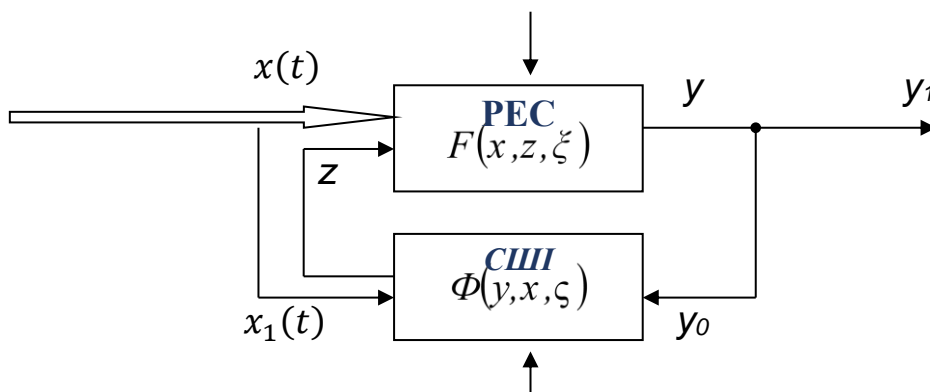


Рис. 1. Модель впливу СІШ на РЕС

Припустимо, що вплив СШ на РЕС оцінюється за допомогою узагальненого техніко-економічного показника (ОТЭП) $z(t)$, пов'язаного з відносними темпами зростання традиційних показників економічного аналізу (продуктивність праці, фондівіддача, енергоємність, наукомісткість тощо). Оператор Φ визначає вплив НТ та автоматизованої системи прийняття економічних рішень (АСПЕР) у функціонуванні та розвитку РЕС.

Розглянуто також синергетичну модель розвитку РЕС за умов конкурентної стратегії. Динамічна модель відновлення і розвитку складної (багатомірної) РЕС як S , що складається з n підсистем S_1, \dots, S_n . Отже, на дослідження соціальних та економічних процесів і систем і управління ними важливо вміти виділяти небагато параметрів, визначальних їх перебіг, і виявляти взаємозв'язку з-поміж них, тобто. необхідний системний синтез [1-3].

Стохастична модель впливу СШ на оновлення та розвиток РЕС. Моделі соціального та еколого-економічного управління (ЕЕУ), що враховують вплив стохастичних впливів, має відображати ступінь, з яким ці екзогенні сили можуть вплинути на кінцеві результати моделювання. Якщо результати моделювання вирішальним чином залежать від екзогенних стохастичних впливів і мало зазнають впливу взаємодії економічних змінних, модель не становить інтересу. З іншого боку, якщо облік стохастичних ефектів малопомітно впливає на якісні результати, то стохастичні фактори можуть бути повністю виключені з аналізу. Проте флуктуації можуть грати вирішальну роль розвитку економіки, навіть якщо розвиток визначається детермінованими механізмами. Вплив флуктуацій на детерміноване розвиток не можна знехтувати у разі, якщо детерміновані рівняння розглядаються поблизу критичних точок.

Функціонування та розвиток РЕС у часі в умовах нестабільного зовнішнього середовища та конкуренції залежить від причин, прогнозувати які з абсолютною точністю неможливо. Такі причини зазвичай описуються як флуктуючі (стохастичні) дії (шуми). Таким чином, узагальнену динамічну нелінійну модель можна подати у вигляді мультиплікативно-адитивної стохастичної моделі з розподіленими змінними та з хаотичною поведінкою, тобто:

$$\dot{x}_i = \left[\xi_i(t) x_i \left(1 - \sum_{j=1}^n a_{ij}(t) x_j \right) + \sum_{l=1}^3 d_{il} \frac{\partial^2 x_i}{\partial r_l^2} + w_i \right] + u_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

де $x_i = x_i(r, t)$ координати вектора стану, $i=1, 2, \dots, n$; $r = (r_1, r_2, r_3)$ - вектор просторового розподілу; $\xi_i(t)$ і $w_i(t)$ - стохастичне вплив, що обурює, із заданими ймовірнісними характеристиками, причому може грати роль "малого" мультиплікативного керуючого впливу для контролю хаотичної поведінки системи; $a_{ij}(t)$ - екзогенні змінні (параметри), що визначають нестационарний вплив довкілля на цю систему; d_{il} - коефіцієнти дифузії; u_i - зовнішні управляючі впливи, причому $u_i \in U_i$ - область допустимих управлінь.

Нелінійна динамічна модель конкуренції. Розглянуто також ситуацію, коли елементи РЕС $\{x_i\}$ і $\{y_j\}$ двох різних систем (наприклад, галузей) S_1 і S_2

взаємодіють і співіснують на основі однієї й тієї ж кількості ресурсів (наприклад, на тому самому ринку (сегменті ринку)), які мають обмежені обсяги. У цьому чим більше елементів першої системи, тим більше ресурсів вони використовують і, отже, тим менше ресурсів залишається елементів іншої системи.

З погляду синергетичної економіки, еволюційної економічної системи, яка завжди була б стійкою, не існує. Вона завжди схильна до трансформуючих впливів зовнішніх і внутрішніх сил. Коли система проходить деякі критичні значення зовнішніх параметрів, у ній можуть виникнути раптові непрогнозовані структурні зміни та хаос. Для запобігання подібним процесам у конкурентну систему потрібно запровадити якийсь стабілізатор. Такий стабілізуючий вплив може забезпечити грамотний уряд. Наприклад, соціальні проблеми можна вирішити саме завдяки певній діяльності уряду. Тому важливою є концепція переходу до соціально орієнтованої ринкової економіки, яка була б одночасно і ефективною, і стійкою. Поки що немає такої економічної теорії, яка довела б, що ефективності та стійкості можна досягти одночасно. А якщо не гарантована ефективність, стійкість надовго втрачає будь-який сенс.

Список використаних джерел

1. Рамазанов С.К. Модели эколого-экономического управления производственной системой в нестабильной внешней среде. Монография. Луганск: Изд-во ВГУ им. В. Даля, 2004. 384 с.
2. Рамазанов С.К., Припотень В.Ю. Методы и информационные технологии управления предприятием в условиях нестабильностей. Монография. Луганск: Вид-во СГУ им. В. Даля, 2006. 216 с.
3. Інформаційно-інноваційні технології управління в еколого-економічних системах. Монографія. За заг. ред. проф. С. К. Рамазанова. Київ: КНЕУ ім. В. Гетьмана, 2020. 464 с.