

УДК (35.072)

Олена Коломицева

Olena Kolomytseva

**МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ
В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ****MODELING OF THE FUNCTIONING OF REGIONAL ECONOMIC SYSTEM
UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY**

У статті запропоновано прикладний інструментарій вибору сценаріїв розвитку регіональних економічних систем в умовах епістемологічної невизначеності, розроблено методи їх аналізу та прогнозування, що сприяє виявленню і зниженню невизначеності.

Ключові слова: регіональні економічні системи, розвиток, економічне зростання, структурні зміни, модель побудови траєкторії стійкого розвитку регіональних економічних систем.

В статье предложен прикладной инструментальный выбор сценариев развития региональных экономических систем в условиях эпистемологической неопределенности, разработаны методы их анализа и прогнозирования, что способствует выявлению и снижению неопределенности.

Ключевые слова: региональные экономические системы, развитие, экономический рост, структурные изменения, модель построения траектории устойчивого развития региональных экономических систем.

In the article applied tools of the choice of scenarios of regional economic systems under conditions of epistemological uncertainty are offered, the methods of their analysis and forecasting which help to identify and reduce the uncertainty are worked out.

Keywords: regional economic systems, development, economic growth, structural changes, model of building of the path of sustainable development of regional economic systems.

Постановка проблеми. Структурні зміни в соціально-економічних відносинах, характерні для сучасної України, приводять до зростання уваги до регіональних аспектів розвитку економіки. Масштаби проведених заходів і спектр їхніх можливих наслідків, а також розвиток і впровадження нових інформаційних технологій в усіх галузях економічної практики вимагають створення нових методів аналізу подібних складних економічних систем. Аналіз характеру динамічних процесів, що виникають у регіональних економічних системах (РЕС) під дією збурювань різної природи, є ключовим етапом вирішення широкого класу завдань управління. Однак процеси перетворень соціально-економічних умов розвитку з метою більш ефективного функціонування господарських механізмів на місцях сполучені зі значними труднощами. Це означає, що характерні завдання управління виникають при дослідженні слабоструктурованих і неструктурованих систем, для яких типовим є низький рівень точності вихідних даних і якісний опис розглянутих залежностей.

Тому досить актуальними і перспективними є дослідження, пов'язані зі створенням математичних моделей і методів та відповідного алгоритмічного й програмного забезпечення для вдосконалення механізмів управління регіональними економічними системами, що враховують специфіку їхнього розвитку та приводять до вдосконалення управління ними в умовах невизначеності. Але в той же час частину важливих аспектів впливу невизначеності досліджуваних процесів розглянуто, на нашу думку, недостатньо. Йдеться, насамперед, про облік невизначеності епістемологічних властивостей, тобто про використання принципу неповного знання про модельовану систему в процесі її дослідження.

Все це визначає необхідність проведення досліджень, спрямованих на розробку прикладного інструментарію вибору в умовах невизначеності сценаріїв розвитку регіональних економічних систем.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Особливості застосування ефективних методів управління економікою регіону як складною динамічною системою розглядаються в працях І. Благуна [1], В. Григорківа [2], М. Кизима [3], Т. Клебанової [4] та інших вітчизняних науковців. Проблемам удосконалення управління регіональними системами присвячені роботи таких авторів, як: Дж. Гиг, Дж. Клір, Б. З. Мильнер, М. Месарович, Дж. Тло Нейман та інші.

Подальше дослідження регіональної економічної системи пропонується здійснювати на основі комплексу математичних моделей, алгоритмів і програм, які адекватно відбивають усі аспекти діяль-

ності РЕС і різноманіття взаємовідносин між її елементами, а також синхронізують процеси економічного зростання і вибору структурного устрою системи, що найкращим чином відображає наявний потенціал регіону.

Метою статті є розробка прикладного інструментарію вибору в умовах епістемологічної невизначеності сценаріїв розвитку регіональних економічних систем, тобто розробка методів аналізу і прогнозування РЕС, які сприяють виявленню і зниженню зазначеної невизначеності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Завданням оптимального управління складними динамічними системами завжди приділялася підвищена увага з боку вітчизняних і зарубіжних дослідників. У зв'язку з бурхливим зростанням інформаційних і комп'ютерних технологій досить актуальною, на наш погляд, є проблема взаємозв'язку теорії й практики оптимальних систем. Розробка конкретних типів оптимальних систем виробничих, технологічних, соціальних та інших об'єктів, створення оптимальних планів управління цими системами виявляє ряд нових завдань, вирішення яких одночасно корисне для практики й служить імпульсом для розвитку теорії.

У сучасних умовах як об'єкт управління значний інтерес викликає регіональна економіка й управління її розвитком, оскільки від вирішення територіальних проблем залежить успішність зростання всієї економіки. Це викликано диспропорціями в регіональному розвитку, які особливо гостро проявляються саме в кризовий період: спад виробництва, зростання безробіття й одночасно значний ресурсний дефіцит, у тому числі й у кваліфікованих кадрах. Всі названі проблеми, без сумніву, вимагають чіткого науково обґрунтованого підходу і є актуальними практичними завданнями.

Розвиток регіону повинен здійснюватись у напрямку суспільного прогресу, що проявляється в збільшенні суспільного багатства, тобто всієї сукупності об'єктивних і суб'єктивних умов розвитку виробництва й суспільства. Виходячи з цього, розвиток регіону можна представити як комплексний процес змін його екологічної, економічної, соціальної, політичної й духовної сфер, що приводять до їхніх якісних перетворень, у підсумку – до змін якості життя населення. Тобто, соціально-економічний розвиток регіону – це багатоаспектний об'єктивний процес, що відбувається як у самому регіоні, так і в країні в цілому, під впливом історичних, географічних, економічних, ресурсних, демографічних та інших факторів, але розвиток регіону одночасно – суб'єктивний процес, що відбувається під впливом управлінських заходів.

Розглядаючи розвиток регіону, слід серед усіх інших його особливостей (споживча спрямованість, неоднорідність господарюючих суб'єктів, явно виражений дисипативний характер, фінансовий дефіцит тощо) виокремити поліфункціональну спрямованість функціонування економіки регіону, під якою розуміється різноманіття функцій, виконання яких вимагає сама природа її влаштування. І нарешті, необхідно визначити як важливу характеристику регіональної економіки наявність невизначеності більшості процесів, що проходять у ній, яку можна охарактеризувати як неусувну властивість зовнішнього середовища, пов'язану з тим, що на об'єкт одночасно впливає невимірне кількість факторів різної природи й спрямованості, що не підлягає сукупній оцінці. Наведені риси регіональної економіки, її особливості диктують необхідність використання системного підходу, що дозволяє об'єктивно формулювати й вирішувати основні завдання управління регіональним розвитком з економіко-математичного моделювання.

Основним завданням удосконалення моделювання розвитку регіональних економічних систем, на наш погляд, є завдання підвищення ефективності управління РЕС за рахунок пошуку нових (альтернативних) способів виявлення й усунення об'єктивно існуючих невизначеностей. При цьому однією з головних причин неефективності управління є невідповідність наявного й використовуваного прикладного інструментарію умовам зовнішнього середовища, які швидко змінюються.

Тому необхідно розробити сучасний прикладний інструментарій, що дозволяє забезпечити своєчасне й обґрунтоване прийняття рішень, спрямованих на зниження рівня невизначеності при моделюванні економічних систем. Це передбачає визначення сутності, структури й параметрів опису регіональної економічної системи, виявлення особливостей функціонування розглянутої системи, виклад економіко-математичних основ моделювання в умовах невизначеності, напрямків розвитку регіональних економічних систем.

Оскільки зовнішнє середовище системи в сучасних умовах швидко змінюється і реакція самої системи на ці зміни є неоднозначною, доцільно говорити про стійкий розвиток, під яким ми розумітимемо такий розвиток, при якому при малих змінах початкових даних і зовнішніх параметрів траєкторія розвитку характеризується незначними змінами.

Нині існують два найбільш поширені трактування розвитку: як економічне зростання і як процес структурних змін у системі [5].

Під економічним зростанням найчастіше розуміють збільшення в абсолютному або відносному вимірі показників, прийнятих для оцінювання відповідного економічного об'єкта [6]. Для регіональної економіки як такі показники можуть бути використані, наприклад, валовий регіональний продукт, обсяги випусків окремих галузей і підгалузей економіки, загальні показники рівня життя, ефективність використання економічних ресурсів, характеристики або рейтинги ділового чи інвестиційного клімату, показники рівня інвестицій і т.д. Під структурними змінами розуміють процес комплексної зміни елементного складу, структури зв'язків між елементами системи і правил функціонування системи в цілому.

У нашому дослідженні ми ґрунтуватимемося на синтезі наведених вище трактувань економічного розвитку в рамках моделі побудови траєкторії стійкого розвитку РЕС, яка структурує економіку регіону і дає змогу визначати основні характеристики її функціонування і розвитку.

1. Оскільки будь-яка система може бути реалізована на різних елементах і з різними зв'язками між ними [7], припустимо, що для РЕС визначена множина можливих варіантів структур $\bar{\mathfrak{S}} = \{\mathfrak{S}^p, p = 1, 2, \dots, P\}$. Для кожного варіанта структури може бути побудований системний опис досліджуваного об'єкта в такому вигляді:

$$S^p = \left\langle \overline{S^p}, T, Y_t^p, X_t^p, \Phi_t^p(Y_t^p, X_t^p, b^p) \right\rangle, \quad (1)$$

$$\overline{S^p} = \langle E^p, R^p, \mathfrak{S}^p \rangle, \quad (2)$$

де $\overline{S^p}$ – ядро системи, незалежне від часу, E^p – множина елементів системи при p -му варіанті структури системи, R^p – множина зв'язків між ними, \mathfrak{S}^p – структура системи, T – горизонт планування, Y_t^p – входи системи при p -му варіанті структури, X_t^p – виходи системи при p -му варіанті структури, $\Phi_t^p(Y_t^p, X_t^p, b^p)$ – передавальна функція, що перетворює входи у виходи, b^p – внутрішні параметри системи, залежні від вибраного варіанта структури.

Для кожного з варіантів структури зробимо декілька важливих додаткових припущень про досліджуваний економічний об'єкт:

P1. Вважатимемо, що множина елементів містить перелік тільки тих економічних об'єктів, дані про які є в статистичних звітах. Позначимо через i^p – порядковий номер елемента РЕС, $i^p = 1, 2, \dots, n^p$, де n^p – кількість елементів системи при p -му варіанті структури. Крім цього, серед усієї множини елементів нами виділяються дві підмножини: I_1^p – множина елементів системи, що мають організаційні зв'язки з керівним центром і I_2^p – множина елементів, пов'язаних з керівним центром неформально.

Для кожного елемента системи вважатимемо відомим вектор ресурсів $B_{i^p}^p(t) = (B_{i^p}^{1p}(t), B_{i^p}^{2p}(t), \dots, B_{i^p}^{Np}(t))$, необхідний для виробництва продукції i^p -м елементом РЕС. Причому серед ресурсів наявні $L_{i^p}^p(t)$ – фонд оплати праці всіх співробітників i^p -го елемента в момент часу t і $K_{i^p}^p(t)$ – обсяг основного капіталу, що перебуває в розпорядженні (склади, устаткування і т. д.) i^p -го елемента системи у момент часу t .

2. Окрім цього, вважаємо, що для кожного елемента на основі обробки статистичних даних за передісторію отримані виробничі функції в сенсі класичного визначення [8]. Ці виробничі функції нами використовуватимуться для визначення можливого випуску системи:

$$X_{i^p}^p(t) \leq f_{i^p}^p(B_{i^p}^p(t)), \quad (3)$$

де $X_{i^p}^p(t)$ – валовий випуск i^p -го елемента системи, $i^p = 1, 2, \dots, n^p$, n^p – кількість елементів системи, $t = t_0, t_0 + 1, \dots, T$. Причому для моменту часу t_0 для кожного елемента РЕС вектор ресурсів і валовий випуск вважаються відомими і рівними, відповідно, $B_{i^p}^p(t_0) = B_{i^p}^{0p}$ та $X_{i^p}^p(t_0) = X_{i^p}^{0p}$.

P2. Всі параметри системи вимірюватимемо в *одинацях вартості*.

P3. *Однакові види продукції (послуг), вироблювані (надавані) різними елементами системи, вважаються різними.*

P4. Адміністрація регіону має в своєму розпорядженні в кожний момент часу t *додатковий ресурс* $\Delta\Phi(t)$, який повністю повинен бути розподілений між елементами системи, організаційно підпорядкованими керівному центру (джерела появи ресурсу не розглядаються). Кожний елемент системи, неформально пов'язаний з керівним центром, отримує додаткові кошти з-за меж системи. Позначимо величину цих додаткових коштів $\overline{\Phi}_{i^p}^{p\phi}(t)$.

Зміна величини ресурсів i^p -го елемента системи визначається таким чином:

$$B_{i^p}^{lp}(t) = B_{i^p}^{lp}(t-1) + \alpha_{i^p}^{lp}(t)\Delta B^l(t) \quad \text{для } i^p \in I_1^p, \quad (4)$$

$$B_{i^p}^{lp}(t) = B_{i^p}^{lp}(t-1) + \alpha_{i^p}^{lp}(t)(1 - \rho_{i^p}^p(t))\overline{\Phi}_{i^p}^{p\phi}(t) \quad \text{для } i^p \in I_2^p, \quad (5)$$

$$\sum_{l=1}^L \Delta B^l(t) = \Delta\Phi(t) + \sum_{i^p \in I_2^p} \rho_{i^p}^p(t)\overline{\Phi}_{i^p}^{p\phi}(t), \quad (6)$$

$$t = t_0, t_0+1, \dots, T, \quad l=1, 2, \dots, L, \quad (7)$$

де $\alpha_{i^p}^{lp}(t)$ – частка від додаткового ресурсу l -го виду, що спрямовується на розвиток i^p -го елемента РЕС,

$$0 \leq \underline{\alpha}_{i^p}^{lp} \leq \alpha_{i^p}^{lp}(t) \leq \overline{\alpha}_{i^p}^{lp} \leq 1, \quad \sum_{i^p \in I_1^p} \alpha_{i^p}^{lp}(t) = 1, \quad (8)$$

$\rho_{i^p}^p(t)$ – частка відрахувань керівному центру i^p -го елемента, пов'язаного з керівним центром неформально, у момент часу t , причому справедливою є така нерівність:

$$0 \leq \underline{\rho}_{i^p}^p \leq \rho_{i^p}^p(t) \leq \overline{\rho}_{i^p}^p, \quad i^p \in I_2^p; \quad (9)$$

де $[\underline{\rho}_{i^p}^p, \overline{\rho}_{i^p}^p]$ – інтервал можливих часток відрахувань елементів, не пов'язаних організаційно з керівним центром, на розвиток системи, визначених у результаті домовленості між керівним центром і неформальним елементом.

P5. Оскільки варіантів розподілу додаткового ресурсу між елементами РЕС безліч, наше завдання полягає в пошуку оптимального варіанта. При цьому розвиток регіональної системи повинен описуватися зміною в часі її основних характеристик, тому для порівняння і вибору найкращого з варіантів розумно ввести функцію мети, якою може виступати оптимізація вибраних показників розвитку. Як основний з них нами пропонується використовувати внутрішній валовий продукт, а як функцію мети – такий функціонал:

$$F^p(t) = \sum_{i^p=1}^{n^p} X_{i^p}^p(t) \rightarrow \max. \quad (10)$$

Таким чином, сформульована в загальному вигляді математична модель (3)–(10) за початкових умов $B_{i^p}^p(t_0) = B_{i^p}^{0p}$ і $X_{i^p}^p(t_0) = X_{i^p}^{0p}$ є дискретною динамічною задачею векторної оптимізації в скінченних різницях. Розв'язком задачі (3)–(10) є скінченна послідовність станів $\{X(t)\}_{t=t_0}^T$, яку будемо називати траєкторією.

Вищеописана задача може бути розв'язана, якщо визначені варіанти можливого структурного устрою системи, для кожного моменту часу спрогнозовані значення додаткового фінансового ресурсу, що перебуває у розпорядженні керівного центру, і обсяги додаткових коштів, що надходять на розвиток неформальних елементів, для кожного варіанта знайдені значення і/або інтервали можливих значень необхідних коефіцієнтів.

Висновки і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі. Таким чином, основою вибору напрямів успішного функціонування і стійкого розвитку регіональних економічних систем може бути модель (3)–(10).

При цьому, як вже було зазначено вище, істотною відмінною особливістю модельованих систем є наявність у них широкого кола невизначеностей.

Нами виділено такі типи невизначеностей, що відповідають різним рівням наших знань про досліджувану систему:

– *невизначеності I типу* – невизначеності, обумовлені браком знань про особливості побудови ефективного системного описувача досліджуваних процесів, що відповідає вимогам зовнішнього середовища;

– *невизначеності II типу* – невизначеності, обумовлені браком необхідної інформації для діагностики стану економіки регіону і реалізації розроблених моделей і методів;

– *невизначеності III типу* – невизначеності, пов'язані з невчасним виявленням невідповідності основних характеристик стану економіки регіону їх еталонним значенням, при цьому вельми актуальним стає завдання подолання наслідків цих невідповідностей або подолання їх негативного впливу.

Таким чином, основним завданням удосконалення моделювання розвитку регіональних економічних систем, на нашу думку, є завдання підвищення ефективності управління РЕС за рахунок пошуку нових (альтернативних) способів виявлення і усунення об'єктивно існуючих невизначеностей. При цьому однією з головних причин неефективності управління є невідповідність наявного і використовуваного прикладного інструментарію умовам зовнішнього середовища, яке швидко змінюється.

Список використаної літератури

1. Благун І. С. Моделювання сталого розвитку регіону / Благун І. С., Сисак Л. І., Солтисік О. О. – Івано-Франківськ : Видав.-дизайн. відділ Центру інформ. технологій, 2006. – 166 с.
2. Григорків В. С. Моделювання оптимального економічного росту з урахуванням еколого-економічної рівноваги та податку на додану вартість / В. С. Григорків, Е. Ю. Якутова // Економічна кібернетика. – 2004. – № 5–6. – С. 24–31.
3. Кизим М. О. Моделювання стратегії і інвестиційної діяльності Харківського регіону / М. О. Кизим, К. Ю. Кононова // Фінанси України. – 2002. – № 10. – С. 22–28.
4. Моделирование экономической динамики / [Т. С. Клебанова, Н. А. Дубровина, О. Ю. Полякова и др.]. – Харьков : ИНЖЭК, 2005. – 243 с.
5. Мочерний С. В. Методологія економічного дослідження / С. В. Мочерний. – Львів : Світ, 2001. – 415 с.
6. Основи економічної теорії : навч. посіб. / [за ред. Козака Ю. Г., Шаповал С. С.]. – К. : Центр учбової літератури, 2012. – 264 с.
7. Берталанфі Л., фон. История и статус общей теории систем / Л. фон Берталанфи // Системные исследования : ежегодник. – М. : Наука, 1973. – С. 20–27.
8. Клейнер Г. Б. Производственные функции : Теория, методы, применение / Г. Б. Клейнер – М. : Финансы и статистика, 1986. – 238 с.

References

1. Blahun, I. S., Sisak, L. I. and Soltysik, O. O. (2006) Modeling of sustainable development of a region. Ivano-Frankivsk: Vydavnycho-dyzajnerskyj viddil Tsentru informacijnyh tehnologij, 166 p.
2. Grygorkiv, V. S. and Yakutova, E. Yu. (2004) Modeling of optimal economic growth based on environmental-economic balance and VAT. *Ekonomichna kibernetika*, (5–6), pp. 24–31.
3. Kizim, M. O. and Kononova, K. Yu. (2002) Modeling of the strategy and investment activity of Kharkiv region. *Finansy Ukrainy*, (10), pp. 22–28.
4. Klebanova, T. S., Dubrovina, N. A., Polyakova, O. Yu. et al. (2005) Modeling of economic dynamics. Kharkov: INZHEK, 243 p.
5. Mocherny, S. V. (2001) The methodology of economic research. Lviv: Svit, 415 p.
6. Fundamentals of economic theory (2012). In: Yu. G. Kozak, S. S. Shapoval (Eds). Kyiv: Tsentru uchbovoyo literatury, 264 p.
7. Von Bertalanffy L. (1973) The history and status of general systems theory. *Sistemnye issledovaniya: yearbook*. Moscow: Nauka, pp. 20–27.
8. Kleiner, G. B. (1986) Production functions: Theory, methods, application. Moscow: Finansy i statistika, 238 p.

Відомості про автора

О. В. Коломицева, доктор економічних наук, завідувач кафедри економічної кібернетики і маркетингу, Черкаський державний технологічний університет.