

УДК 330.336

ШАПА Микола Миколайович,  
канд. техн. наук, доц. каф. менеджменту  
та управління проектами ДРІДУ НАДУ

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЧИННИХ СИСТЕМНО-ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ У СТРАТЕГІЧНОМУ ПЛАНУВАННІ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ**

Показується перспективність застосування причинно-наслідкових системно-динамічних моделей у стратегічному плануванні розвитку територій на стадіях стратегічного аналізу та визначення цілей. Наголошується на виключній значущості запропонованого підходу для стратегічного управління територіальним сталим розвитком.

Ключові слова: розвиток територій, стратегічний, планування, моделі, системна динаміка, застосування

### ***Шана Н. Н.* Применение причинно-следственных системно-динамических моделей в стратегическом планировании развития территорий**

Показывается перспективность применения причинно-следственных системно-динамических моделей в стратегическом планировании развития территорий на стадиях стратегического анализа и определения целей. Утверждается исключительная значимость предложенного подхода для стратегического управления территориальным устойчивым развитием.

Ключевые слова: развитие территорий, стратегическое, планирование, модели, системная динамика, применение

### ***Shapa M. M.* About reason-resultative system-dynamic models use in strategic planning of development of territories**

In this article perspective of reason-resultative system-dynamic models at both strategic analysis and aims determination stages in strategic planning of territorial development has been showed by comparative analysis with traditional methods. It is

confirmed on exclusive significance of proposed mode for strategic management of territorial sustainable development

Key words: development of territories, strategic, planning, models, system dynamics, use

**Постановка проблеми.** Методи системної динаміки, засновані робочими групами під керівництвом Форрестера [1; 2] та Медоуза [3; 4], в останні десятиріччя активно використовуються різними галузями діяльності. Особливо доцільними вони є для опису складних об'єктів із метою побудови адекватних моделей та розробки ефективних методів управління ними [8]. Методи системної динаміки є також незамінними під час довгострокового масштабного прогнозування поведінки складних систем [9].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** А. Г. Івахненком та іншими науковцями активно розглядається застосування в державному управлінні моделювання для формування та прийняття управлінських рішень щодо забезпечення розвитку [9; 10]. Ю. П. Шаров та З. Є. Шершньова одним із найважливіших напрямів у державному управлінні вважають стратегічне планування територіального розвитку, яке потребує розробки науково обґрунтованих методів управління [7; 8]. Проте застосування в даній галузі традиційних методів планування на сьогодні є в цілому малоефективним. Це видно з інтегральних результатів діяльності з територіального розвитку в Україні як окремих регіонів, так і країни в цілому. Так трапляється через деякі концептуальні недоліки застосовуваних методів планування.

Під час планування розвитку територій в Україні найчастіше застосовують галузеве планування, яке не враховує всю складність соціально-еколого-економічної системи, її зворотні зв'язки та паралельні зв'язки між підсистемами складного інтегрального об'єкту планування. Вони бувають хибними вже на етапі формулювання мети планування, оскільки мета впливає лінійно з порівняння станів підсистем або з аналізу окремих причинно-наслідкових послідовностей. При цьому до уваги береться наявна достовірна інформація, недостовірна – відкидається. Але сучасні об'єкти й процеси є достатньо складними, і отримання повної достовірної інформації про них неможливе. Таким чином, будь-які рішення матимуть погано прогнозований ефект у довгостроковому вимірі, якщо будуть засновані тільки на

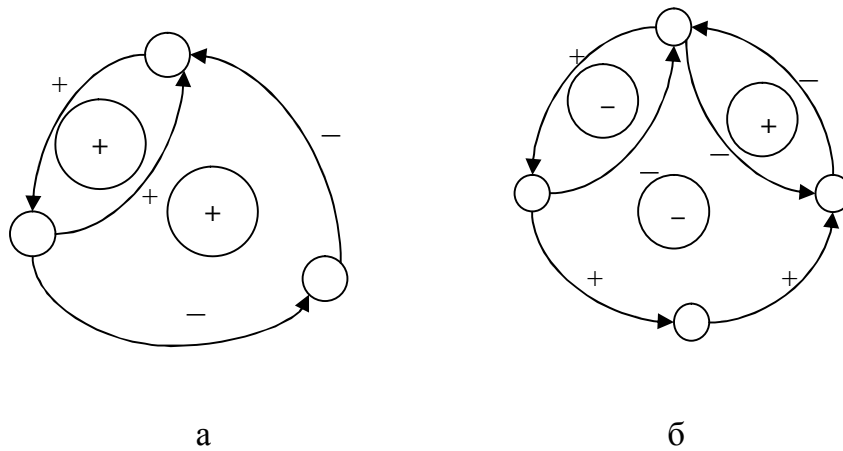
достовірній інформації. В умовах неповноти інформації про систему ефективним засобом підтримки прийняття управлінських рішень є методи системного аналізу.

**Мета статті.** У даній статті метою є обґрунтування управлінської перспективності застосування причинно-наслідкових системно-динамічних імітаційних моделей у стратегічному плануванні розвитку територій.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо детальніше та проведемо порівняльний аналіз деяких концептуальних аспектів існуючих традиційних та системно-динамічних методів у стратегічному плануванні. З усіх сценаріїв розвитку будь-якої території стратегічним можна вважати тільки сценарій сталого розвитку. Такий висновок можна зробити з таких порівняльних міркувань. Стратегічне планування спрямоване на довгострокову перспективу, на досягнення значимого стану системи [7; 8]. Отже, стратегічне планування, по-перше, повинне враховувати поведінку всіх підсистем розглядуваної в плануванні території. На першому рівні деталізації це три підсистеми: екологічна, соціальна, економічна. По-друге, стратегічне планування повинне орієнтуватись тільки на досягнення певного стану всієї системи території, а не на окремі її підсистеми. По-третє, не слід забувати, що стосовно території, розглядуваної під час планування, існують системи, вищі за ієрархією, і цілі планування повинні узгоджуватись з ними.

Системно-динамічні методи моделювання були засновані Форрестером [1; 2] та продовжені під керівництвом Медоуза [3; 4] і згодом набули значного поширення й визнання у світі. Найпростішим варіантом використання системно-динамічних принципів є побудова причинних діаграм зворотних зв'язків або когнітивних карт [5]. Такий метод моделювання простий, придатний для умов недостатньої інформації і визначає загальний тип поведінки системи та її значних реакцій на вплив зовнішніх та внутрішніх чинників. До переваг цього методу слід також віднести необов'язковість глибокої деталізації структури системи. Отже, цей метод добре підходить до визначення концептуальних моделей. У системно-динамічному методі стверджується, що поведінка системи однозначно задається її структурою [6]. Під час складання когнітивної карти враховують причинно-наслідкові зв'язки, що характеризуються напрямом, знаком (додатний або від'ємний), наявністю чи відсутністю запізнення. Остання властивість зумовлена відносною інерційністю підсистем та елементів. У когнітивній карті всі причинні зв'язки утворюють замкнені кола – контури

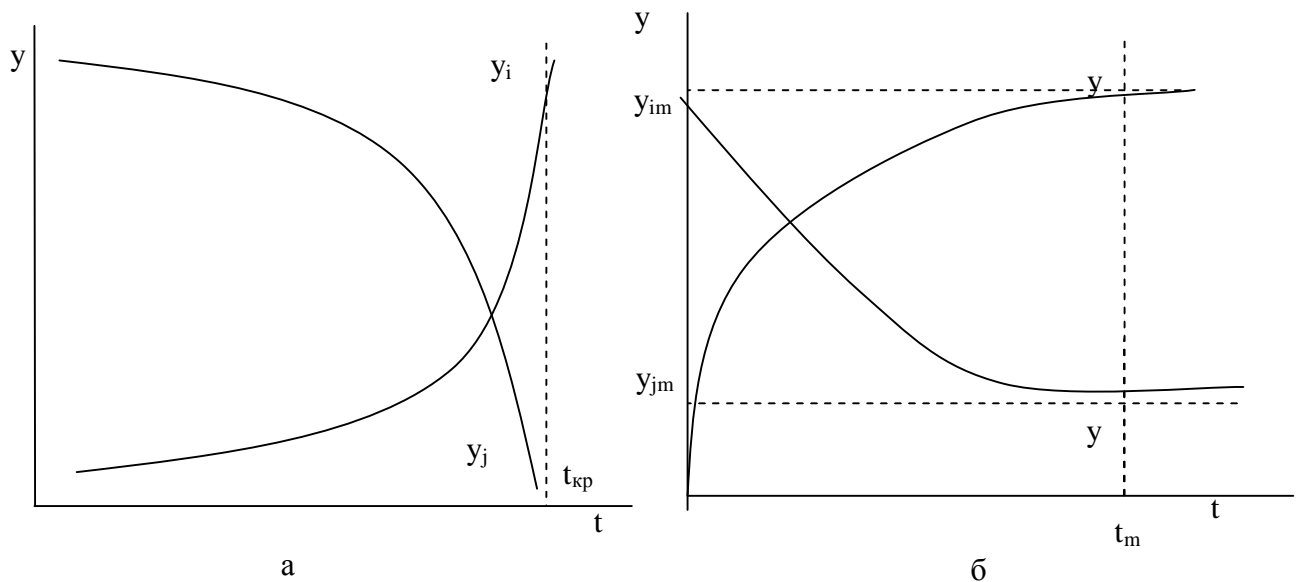
зворотного зв'язку, які характеризуються знаком (додатним або від'ємним). Знак контуру зворотного зв'язку визначається добутком знаків причинно-наслідкових зв'язків і задає поведінку підсистем і системи в цілому (рис. 1).



**Рис. 1. Карти причинних зв'язків систем з додатним (а) та від'ємним (б) контурами зворотного зв'язку**

На рис. 1 подано приклади систем з додатним (рис. 1, а) та від'ємним (рис. 1, б) контурами зворотного зв'язку. На рис. 2 (відповідно а та б) проілюстровано характер процесів у цих контурах.

Як ми бачимо, в обох варіантах розвиток систем є, але протікає по-різному: в першому варіанті розвиток є безупинним зростанням одних параметрів ( $y_i$ ) та зменшенням інших ( $y_j$ ) і характеризується експоненційними або гіперболічними залежностями. У момент часу  $t_{кр}$  настає наближення параметрів розвитку до асимптотичної лінії, і подальший розвиток систем унеможлиблюється. У другому випадку параметри  $y_i$  та  $y_j$  змінюються відповідно до логарифмічних залежностей і в момент  $t_m$  досягають рівноважних значень  $y_{im}$  та  $y_{jm}$ .



**Рис. 2. Характер процесів у системах з додатним (а) та від'ємним (б) контурами зворотного зв'язку**

Але слід урахувати, що рівновага не є статичною, у системі постійно відбуваються внутрішні процеси у прямому та зворотному напрямках та процеси обміну з зовнішніми підсистемами. Таким чином, тільки другий тип систем відповідає головній умові сталого розвитку: збалансоване співіснування всіх підсистем протягом нескінченно тривалого часу, наскільки є можливість відносно систем, вищих за ієрархією. Під час порівняння стратегічного значення поданих варіантів можна зробити висновок про те, що ефективним у стратегічному розумінні може бути тільки сталий розвиток, коли система врівноважена, і її параметри розвиваються у часі без розривів. Планування саме сталого (а не будь-якого іншого) розвитку потрапляє в область стратегічних рішень. Крім того [9], системно-динамічні методи мають велике значення для довгострокового прогнозування поведінки складних систем, а тому якнайкраще підходять для стратегічного планування.

**Висновки.** Існують різні підходи до розробки стратегій [8]. На теренах України (як і в колишньому СРСР) найчастіше застосовується програмно-цільове планування; відносно новим та перспективним є комплекс методів реалізації стратегій, заснований на засобах проектного менеджменту [12 – 15].

Використання програмно-цільового методу планування передбачає:

- визначення проблеми та формулювання цілей;
- розробку й реалізацію програми, спрямованої на досягнення цілей;

- систематичний контроль за якістю та результатами робіт, передбачених програмою;
- коригування заходів, спрямованих на реалізацію цілей.

Нині в Україні реалізуються науково-дослідні та конструкторські роботи за понад 60-ма державними та міжнародними ЦКП. Найбільш відомими з них є: «Програма стабілізації та розвитку АПК», «Програма розвитку лісового господарства й лісопромислового комплексу», «Програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра» та ін. Безумовно, програмно-цільовий підхід може бути ефективним з позиції досягнення окремих цілей, а проектно-орієнтований підхід є дієвим інструментом реалізації планів. Водночас не можна залишити поза увагою деякі аспекти названих методологій, які можна розглядати як недоліки. По-перше, питання про підходи щодо визначення стратегічних пріоритетів на сьогодні залишається відкритим. По-друге, програмно-цільовий метод планування визначає єдину мету реалізації. З огляду на розглянуті вище структурно-орієнтовані методи системної динаміки не виключається ситуація з додатним контуром зворотного зв'язку. Якщо ця мета поставлена конфліктно стосовно інших сегментів життєдіяльності, то успішна реалізація програми (плану) може створити ситуацію з кризою обмеженого ресурсу [5]. Якщо цілі були визначені невірно, наприклад, хаотично, то програмно-цільовий підхід не дає можливості їх коригування.

Одним із недоліків програмно-цільового планування є принципова методологічна допустимість незалежного досягнення цілей. Це створює умови, в яких одна ціль може бути досягнута за рахунок ресурсів іншої без урахування реакцій у контурах зворотних зв'язків. До того ж виникає вузькоспрямованість програм, що ставить під загрозу досягнення мети при повному виконанні алгоритму програми. Як приклад, «Програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра» ніколи не досягне своєї мети, хоча й була б здійснена в повному обсязі, оскільки екологічна ситуація Дніпра не є проблемою тільки екологічною й тільки самого водного басейну Дніпра і дуже пов'язана причинними зв'язками з багатьма процесами і чинниками. Ще одним недоліком програмно-цільового методу є те, що при помилках на стадіях формулювання проблем, цілей, та контролю подальша реалізація програми буде спричиняти шкоду всій системі, яка є об'єктом управління. Крім того, слід урахувати, що всі учасники програмного процесу, особливо виконавці, стають заручниками

окремої програми. Утворюючи відкриту підсистему, що саморозвивається, вони утворюють додаткові причинні зв'язки в системі, що не завжди добре впливає на її поведінку. І, нарешті, програмно-цільове планування, як і проектний менеджмент, у чистому вигляді орієнтовані на витрату економічних ресурсів (точніше на розподіл цих витрат). Якщо в структурі системи економічні ресурси займають такі позиції, які її дестабілізують (додатні контури зворотного зв'язку), то реалізація такої програми або буде неуспішною (спрацюють інші контури), або спричинить шкоду системі. При цьому, по-перше, установлення цілей обмежується можливостями економіки, по-друге, поза увагою залишається структурний аспект – можливості оптимізації систем шляхом тільки структурних перетворень або з мінімальними економічними витратами. Особливо гостро цей момент проявляється при стратегічному плануванні регіонального та муніципального розвитку. Джерелом поліпшення соціально-економічного стану територій в Україні є, як правило, інтенсифікація експлуатації природних ресурсів. У деяких випадках (особливо це стосується муніципальних утворень) майже єдиним джерелом наповнення бюджету є продаж землі.

З огляду на системно-динамічні картини поведінки складних систем у просторі та часі цілі більшого простору більш пріоритетні, якщо тільки їх структура відповідає критеріям сталості; у часі довгострокові цілі пріоритетніші за короткострокові; у структурній ієрархії комплексні, інтегральні цілі планування повинні панувати над галузевими. Також відомо, що у програмно-цільовому плануванні для чіткого визначення способів досягнення цілей і заходів програми цілі повинні відповідати трьом конкретним вимогам: конкретності, визначеності в часі й реальності. Перша вимога, в принципі, відповідає категорії стратегічного [7]. А от щодо другої, то не виключається конфлікт з умовою сталого розвитку «наскільки можливо довго». Особливо це стосується так званих «стратегій» розвитку (муніципальних, регіональних та ін.) на короткий термін. У цьому випадку під час оцінювання управлінських рішень ураховується надто малий проміжок часу до систем, для яких характерне запізнення значних реакцій. У складних інтегральних системах майже всі контури зворотного зв'язку мають запізнення. Наприклад, контури, пов'язані з демографічною складовою «народжуваність – чисельність населення», спрацьовують за 30 – 50 років, контури, пов'язані з відновленням найважливіших природних ресурсів – ще більше: лісових ресурсів деревини – від 80 до 120 років, 10 см (у

глибину), степового ґрунту – 200 років; контури відновлення біоценозів спрацьовують за час відновлювальної сукцесії і т. п. Третя вимога програмно-цільового підходу легко може бути недотримана через безсистемність цілі: хоча спочатку ціль здається реальною, у процесі реалізації можуть виникати непередбачувані обставини (які може передбачити системно-динамічний підхід). Усе, що є поза планом, у програмно-цільовому плануванні потрапляє до категорії екстерналій (зовнішніх ефектів), і це змушує змінювати заздалегідь намічений план заради досягнення цілей. У системно-динамічному підході вважається, що проблеми виникають усередині системи, а не поза її межами [6]. З огляду на поданий аналіз та порівняння можна дійти таких висновків. Ефективним у стратегічному розумінні може бути тільки сталий розвиток, коли система врівноважена від'ємними контурами зворотного зв'язку. Програмно-цільовий підхід має низку недоліків, пов'язаних із його жорсткістю та малою придатністю внесення змін у процесі реалізації. Отже, цей метод часто не може забезпечити досягнення цілі в стратегічному плануванні. Він дає обмежені, статичні можливості врахування фактору часу, зокрема шляхом дисконтування показників майбутніх періодів, і не враховує динамічний процес змін їх структури та положення в системі. Системно-динамічні методи мають велике значення для довгострокового прогнозування поведінки складних систем, а тому якнайкраще підходять для стратегічного планування територіального розвитку. У моделях стратегічного планування регіонального розвитку під час постановки мети та завдань слід урахувати мету та завдання вищої за ієрархією системи, щоб не було конфліктного розвитку за рахунок інших підсистем. Узагалі цілі будь-якої стратегії регіонального розвитку повинні впливати з глобальної, біосферно-адаптованої концепції сталого розвитку.

#### **Список використаних джерел**

1. **Буряк П. Ю.** Програмно-цільовий метод як основа вдосконалення планування показників соціальної сфери / П. Ю. Буряк, С. М. Дорошенко // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.7. – С. 84 – 91.
2. **Гершензон В. Е.** Информационные технологии в управлении качеством среды обитания : учеб. пособие / В. Е. Гершензон, Е. В. Смирнова, В. В. Элиас ; под ред. В. Е. Гершензона. – М. : Академия, 2003. – 288 с.



3. **Імітаційне** моделювання систем. – Режим доступу : [www.simulation.in.ua](http://www.simulation.in.ua).
4. **Ивахненко А. Г.** Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А. Г. Ивахненко. – К. : Техніка, 1975. – 312 с.
5. **Медоуз Д. Х.** За пределами роста. / Д. Х. Медоуз, Д. Л. Медоуз, И. Рэндерс. – М. : Пангея, 1994. – 303с.
6. **Медоуз Д. Х.** Пределы роста. Доклад по проекту Римского клуба «Сложное положение человечества» / Д. Х. Медоуз, Д. Л. Медоуз, И. Рэндерс, В. В. Беренс. – М. : Изд-во Моск. Ун-та, 1991.
7. **Семеняка Г. А.** Деякі аспекти короткострокового прогнозування розвитку та аналізу системи / Г. А. Семеняка. – К. : Віпал, 2000. – 25 с.
8. **Форрестер Д.** Динамика развития города : пер. с англ. / Д. Форрестер. – М. : Прогресс, 1974. – 281 с.
9. **Форрестер Д.** Мировая динамика : пер. с англ. / Д. Форрестер. – М. : Издательство АСТ ; СПб. : Terra Fantastica, 2003. – 379 с.
10. **Чикаренко І. А.** Формування проектно-орієнтованої системи стратегічного управління розвитком міста : автореф. дис. ... канд. наук держ. упр. : 25.00.04 / Чикаренко Ірина Аркадіївна; Дніпропетр. регіон. ін-т держ. упр. Нац. акад. держ. упр. при Президентіві України. – Д., 2007. – 20 с.
11. **Шаров Ю. П.** Оцінка муніципальних проектів з позицій сучасних концепцій якості та результативності діяльності / Ю. П. Шаров, І. А. Чикаренко // Акт. пробл. держ. упр. : зб. наук. пр. – Д. : ДРІДУ УАДУ, 2003. – № 2 (12). – С. 187 – 195.
12. **Шаров Ю. П.** Стратегічне планування в муніципальному менеджменті: концептуальні аспекти. / Ю. П. Шаров. – К. : Вид-во УАДУ, 2001. – 302 с.
13. **Шершньова З. Є.** Стратегічне управління : підручник / З. Є. Шершньова. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : КНЕУ, 2004. – 699 с.
14. **Юрчак О.** Сучасний стан розробки стратегій в Україні : стратегія як проект / О. Юрчак, А. Старинська. – Режим доступу : [www.Management.cjm.ua/strategy/str202.html](http://www.Management.cjm.ua/strategy/str202.html).
15. **Road maps : A Guide to Learning System Dynamics.** – Access mode : [www.sysdyn.mit.edu/sdep/Roadmaps/RM1/D-3312-2.pdf](http://www.sysdyn.mit.edu/sdep/Roadmaps/RM1/D-3312-2.pdf).