

Серіков Анатолій Васильович,

к.ф.-м.н., проф.,

професор кафедри менеджменту та публічного адміністрування,  
Харківський національний університет будівництва та архітектури,

м. Харків

ORCID 0000-0002-0629-2716

УДК 353

doi:10.34213/tp.19.02.20

## ДО ОБҐРУНТУВАННЯ СИНЕРГЕТИЧНОГО ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ (на прикладі ринку праці)

На прикладі ринку праці обґрунтовується побудова синергетичного державного управління, детермінантою якого є поняття “стійкості за передбачуваністю”. Проаналізовано конкретну ситуацію, у якій стан регіональної економіки визначається виключно дефіцитом фахово підготовлених працівників на регіональному ринку праці. Досліджено динаміку співвідношення “попит/пропозиція” на цьому ринку праці за умов його розбалансованості. Останню можна подолати, якщо регіональна влада скористується можливостями, що виникають із появою в регіоні внутрішньо переміщених осіб (мігрантів). Дослідження динаміки системи “попит/пропозиція + управління”, у якій управління вибудовується за всіма принципами синергетичної теорії управління, що ґрунтується на принципі спрямованої самоорганізації нелінійних систем, доводить доцільність такого управління, що відповідає умові стійкості за передбачуваністю. “Параметром порядку”, що забезпечує означену умову, може виступати мотиваційна політика влади як у бік роботодавців, так і в бік працівників-мігрантів. Перші мають можливості скористатися податковими пільгами, а другі – спектром соціально-економічних заохочень.

**Ключові слова:** соціально-економічна система, ринок праці, управління, синергізм, фазовий портрет, ступені свободи, редукція.

**Постановка проблеми.** Під управлінням взагалі розуміється цілеспрямований вплив на об’єкт управління з метою його переведення зі стану  $S_0$  в новий стан  $Z$  (або підтримання в сталому режимі). Таке завдання можна зобразити таким символічним описом [1]:

$$[R, S_0] \rightarrow_{P \triangleright p; T \triangleleft t} \begin{matrix} Q(I) \\ \rightarrow [Z, W] \end{matrix} \quad (1)$$

де  $R$  – ресурси будь-якої природи, що витрачаються на здійснення цілеспрямованого переходу;  $W$  – “побічний продукт” або непередбачуваний результат переходу;  $p$  і  $t$  – ймовірність (у край мала) і час (непередбачуваний і може бути вкрай тривалим) спонтанного переходу зі стану  $S_0$  до стану  $Z$ ;  $P$  і  $T$  – ймовірність і час цілеспрямованого (передбачуваного) досягнення стану  $Z$ ;  $Q$  – оператор (драйвер, механізм), завдяки якому здійснюється цілеспрямований перехід;  $I$  – інформація (інструкція, управлінське рішення), що визначає роботу драйвера.

Одним із ключових понять в управлінні є поняття “стійкості за передбачуваністю”, коли поведінка об’єкта управління передбачувана певною мірою незалежно від впливу зовнішнього середовища, внутрішніх змін та управління [4, с. 23].

Бажано, щоб державне управління будувалося в повній узгодженості з поняттям “стійкості за передбачуваністю” та на базі таких інструкцій  $I$ , у яких причини повинні проявитися в майбутніх (наступних) часових періодах,

а породжувані ними наслідки, що проявляються в системі конкретних дій, що управляють, – у поточних (попередніх) часових періодах. З цією метою доцільно використовувати такий інструмент аналізу та прогнозування, як нелінійне моделювання соціально-економічних систем макро- та мезорівня, до яких, безумовно, відносяться держава і будь-які її регіони. Нелінійний характер моделей диктують результати багатоаспектного аналізу фактичних спостережень динаміки соціально-економічного розвитку регіонів України [напр., 8], які породжують їхнє подальше теоретичне осмислення [напр., 3]. Відомо [7; 17], що саме в нелінійних та неврівноважених середовищах можливі такі явища, як самоорганізація та синергізм, які ефективно забезпечують системі управління відповідну “стійкість за передбачуваністю”.

Управлінська теорія та практика нараховують велику кількість операторів  $Q$  та інструкцій  $I$  до них. Останнім часом з'явилися публікації, у яких пропонується так званий синергетичний підхід до побудови  $Q$  та  $I$  з метою подальшого управління в різноманітних та затребуваних сферах людської діяльності [6; 11; 13; 14]. Висновки авторів публікацій стосовно можливостей імплементації синергетичного управління в цих сферах людської діяльності робляться на ґрунті виявлення в них таких ознак, як відкритість, нестійкість та нелінійність, що свідчить про схильність до самоорганізації у сфері діяльності як передумови виникнення синергізму. Прояв останнього – явище, як правило, необов'язкове і випадкове. Тому вкрай актуальним стає завдання про цілеспрямоване (передбачуване) створення умов для виникнення “штучного” синергізму в управлінських процесах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Щодо публікацій з приводу синергетичного управління в різних сферах людської діяльності можна відзначити роботи В. Солових, Г. Шевцової й А. Колесникова.

У першій наведено принципи використання методології синергетики щодо здійснення управління такими складними системами, як система державного управління. В. Солових [11] стверджує, що для управління складною системою необхідно визначити її структурну топологію (виявити елементи, від яких залежить стан системи), установити структури-атрактори (стани системи, у напрямі яких вона може самоорганізовуватися), сформулювати управлінській вплив на найбільш значущі складники системи.

Головним науковим результатом монографії Г. Шевцової [13] є обґрунтування теоретико-методологічних положень авторської концепції синергетичного менеджменту і розроблення методичного забезпечення вдосконалення системи управління підприємствами на засадах організованої синергії, оскільки цілеспрямована управлінська діяльність не може покладатися на випадкові комбінаторні ефекти. Управлінський вплив має спрямовуватися не на поведінку об'єкта, а на його здатність до самоорганізації. Правда, у роботі відсутні зрозумілі алгоритми та критерії оцінювання такої здатності.

Роботу А. Колесникова [6] присвячено результатам вирішення великої прикладної проблеми синтезу об'єктивних законів управління нелінійними, багатовимірними та багатозв'язними об'єктами – літальними апаратами (ЛА). У роботі розглянуто застосування нових принципів і нелінійних методів синергетичної теорії управління з метою вирішення різноманітних завдань аналітичного синтезу автопілотів, що забезпечують необхідні характеристики і режими руху ЛА.

Запропоновані авторами цитованих публікацій [11; 13; 14] пропозиції щодо побудови синергетичного управління складними соціально-економічними системами, до яких відносяться як підприємство, так і держава, не містять у собі формалізованих (таких, як у роботі [10], а значить, універсальних і єдиних) процедур системного синтезу елементів для цілеспрямованої (передбачуваної) самоорганізації синергетичного управління.

**Мета статті** – висвітлити шляхи застосування процедур системного синтезу елементів, що “працюють” на цільову самоорганізацію синергетичного управління такою складною системою, як держава або її регіон.

**Виклад основного матеріалу.** Як відомо [5, с. 3], синергетика перетворилася на загальну теорію розвитку, що має досить широкі світоглядні наслідки. Сенс і зміст цієї нової інтегральної науки полягає в тому, що у відкритих системах, які обмінюються із зовнішнім середовищем енергією, речовиною та інформацією, можуть стихійно виникати кооперативні процеси. Останні завершуються спонтанною самоорганізацією, тобто процесами народження з фізичного (хімічного, біологічного та іншого) хаосу деяких стійких упорядкованих структур з істотно новими системними властивостями. Ці структури, на яких можуть виникати когерентні або хаотичні коливання з подальшим утворенням упорядкованих структур, отримали назву “атрактори”. Тут необхідно відзначити дві фундаментальні властивості синергетичних систем будь-якої природи: (1) обов’язковий обмін із зовнішнім середовищем енергією, речовиною та інформацією, (2) неодмінна взаємоспівдія, тобто когерентність поведінки компонентів системи. Це є так званий “причинний” (або спонтанний) спосіб самоорганізації, відкриття якого дозволило синергетиці домогтися видатних результатів у дослідженні кооперативних явищ у системах (середовищах) різної природи.

В останні десятиліття було сформульовано фундаментальну проблему пошуку загальних об’єктивних законів єдності процесів самоорганізації та управління [5, с. 6–7]. Щоб ефективно застосувати ідеї синергетики у проблемах управління, причинного (або спонтанного) способу самоорганізації було явно недостатньо. Знадобився принципово новий крок у розумінні суті процесів управління й самоуправління в синергетиці, який зробив професор А. Колесников зі своїми учнями [Там само]. Новизна полягала в забезпеченні переходу від непередбачуваної поведінки системи за алгоритмом дисипативної структури до цілеспрямованого руху “по колі”, якою виступають бажані інваріантні різноманіття, або атрактори. Їх називають різноманіттями, що “притягують”, а також “параметрами порядку”, до яких піддаштовуються всі інші змінні динамічної системи. Це вже є способом спрямованої самоорганізації синтезованих систем. За такого підходу мета – атрактор – визначає сутність процесу, а його справжнє розуміння полягає в самоуправлінні і спрямованій самоорганізації відповідно до поставленої мети. З інформаційної точки зору цей спосіб відбиває процес засвоєння інформації. Мовою ж теорії динамічних систем він означає практично гарантоване переведення відповідної системи в певний кінцевий стан  $Z$  незалежно від її колишнього стану  $S_0$ . У властивості самоуправління і спрямованої самоорганізації нелінійних систем проявляється новий погляд на проблему управління, помітна тенденція переходу від класичних методів кібернетики до сучасних ідей синергетики. Такий підхід дозволив створити нову синергетичну теорію управління (СТУ) [Там само, с. 7], що має глибоке природничо-наукове обґрунтування як додаток принципів самоорганізації до проблем управління.

Нижче розгляньмо імплементацію СТУ в державне (регіональне) управління на прикладі ситуації, модель якої наведено на рис. 1. Її створено за рахунок використання методології моделювання циклічних причинно-наслідкових діаграм [15].

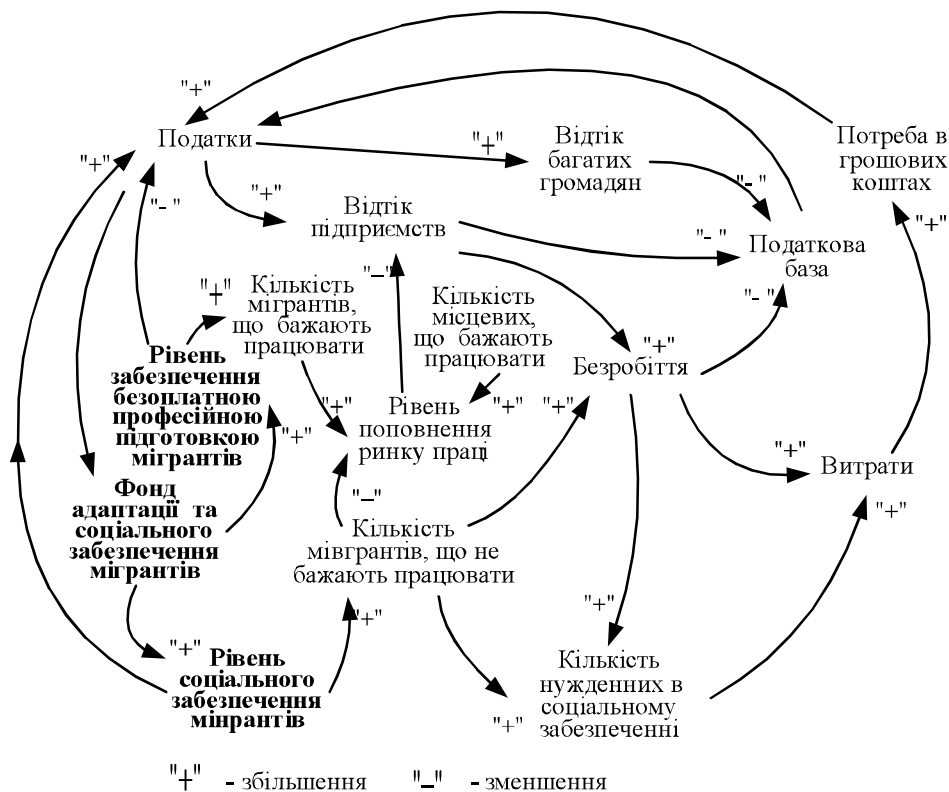


Рис. 1. Модель залучення мігрантів у регіональну економіку з метою її подальшого покращання (авторська розробка)

Припустімо, що керівництво певного регіону країни відчуло тенденцію згортання виробництва на місцевих підприємствах і навіть їхній відтік до інших промислових центрів. Такий розвиток подій загрожував зменшенням податкової бази в майбутньому та, унаслідок цього, скороченням обсягів збирання податків. Для ліквідації цих скорочень знадобилося б підвищення ставок оподаткування, що, у свою чергу, стимулювало б відтік підприємств і зростання безробіття в регіоні.

Топменеджмент підприємств причиною таких тенденцій називав погіршення можливостей для залучення відповідних працівників із регіонального ринку праці. Ситуація на ньому могла змінитися на краще внаслідок того, що з причини певних подій, що відбулися в країні, в регіоні з'явилися мігранти (переселенці). Останнім пропонувалося два шляхи облаштування подальшого життя в нових умовах: (1) існувати за рахунок фондів соціального забезпечення і не працювати при цьому, (2) здобути так необхідні регіональним підприємствам фахові компетентності та в подальшому вийти на ринок праці з

метою працевлаштування, що повинно задовольняти і робітників-мігрантів, і власників-працедавців.

Розгляньмо можливу формалізовану модель розвитку подій на ринку праці за описаних умов.

Далі припускаємо, що і в попиті на працю  $N_x$  (у грошових одиницях), і у пропозиції праці  $N_y$  (у грошових одиницях) існує позитивна динаміка. За таких умов приріст попиту на працю  $\Delta N_x$  за відрізок часу  $\Delta t$  може бути пропорційним власне попиту на працю, тобто

$$\Delta N_x = \alpha \cdot N_x \cdot \Delta t, \quad (2)$$

де  $\alpha$  – характеризує швидкість зміни попиту на працю у відносних одиницях; при  $\alpha > 0$  попит зростає, а при  $\alpha < 0$  – зменшується.

Використовуючи граничний перехід

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N_x}{\Delta t} = \frac{d N_x}{dt} \equiv \dot{N}_x,$$

можна дійти диференціального рівняння

$$\dot{N}_x = \alpha N_x. \quad (3)$$

Останнє доцільно привести до безрозмірного вигляду за рахунок процедури його ділення на  $K$  – величину, що характеризує “ємність” регіонального ринку праці у грошових одиницях, тобто  $x = N_x/K$ . У результаті отримуємо:

$$\dot{x} = \alpha \cdot x. \quad (4)$$

Тепер врахуємо конкуренцію місцевих працівників з працівниками-мігрантами, акт зустрічі (зіткнення) яких на ринку праці можна описати у вигляді добутку

$$x^{(1)} \cdot x^{(2)}, \quad (5)$$

де  $x^{(1)}$  і  $x^{(2)}$  – обсяги попиту на працю з боку місцевих та мігрантів, відповідно. Надалі ці обсяги розрізняти між собою не будемо і тому використовуємо твердження

$$x^{(1)} \cdot x^{(2)} \equiv x^2. \quad (6)$$

З урахуванням наведених міркувань запишемо

$$\dot{x} = \alpha \cdot x - \beta \cdot x^2, \quad (7)$$

де  $\beta$  – “ваговий” множник, що характеризує частку зменшення попиту на працю за рахунок появи працівників-мігрантів, які займають ті ніши ринку праці, на які не йдуть місцеві жителі. (в яких не зацікавлені місцеві жителі)

Диференціальне рівняння (7) нагадує відоме з популяційної біофізики рівняння Ферхюльста – Пірла [1, с. 18].

Врахуємо тепер зменшення попиту на працю за рахунок його задоволення відповідною пропозицією, що трансформує вираз (7) до вигляду

$$\dot{x} = \alpha x - x y - \beta x^2 = P(x, y), \quad (8)$$

де  $y = N_y/K$  – величина пропозиції праці у відносних одиницях.

Міркування, що аналогічні викладеним вище, наводять до рівняння динаміки пропозиції на ринку праці у вигляді

$$\dot{y} = -\eta y + xy = Q(x, y), \quad (9)$$

де  $\eta$  – характеризує швидкість зміни пропозиції на ринку праці. Перший доданок у правій частині рівняння (9) описує процес зниження пропозиції на ринку праці за відсутності попиту на нього, а друге – процес зростання пропозиції внаслідок існування попиту.

Щоб зрозуміти можливий розвиток подій на ринку праці, доцільно дослідити “поведінку” системи нелінійних диференціальних рівнянь (8)–(9).

Кожному стану системи (8)–(9) відповідає пара значень змінних  $(x, y)$  у площині  $xOy$ . І навпаки, кожній парі змінних  $(x, y)$  відповідає певний стан системи, графічним портретом якого є точка  $M(x, y)$  у площині  $xOy$ . Така площина зветься фазовою площиною і зображує сукупність всіх станів системи. Точка  $M(x, y)$  зветься зображувальною. Сукупність точок  $M(x(t), y(t))$  на фазовій площині, положення яких відповідає всім можливим станам системи (8)–(9) з часом, називають фазовою траєкторією, а сукупність останніх – фазовим портретом системи (8)–(9). Така система задовольняє умовам теореми існування та єдиності та зветься автономною динамічною системою другого порядку на площині [2, с. 12].

Побудова фазового портрету дозволяє дійти висновків про характер поведінки змінних без знання аналітичних рішень досліджуваної системи рівнянь (8)–(9).

Фазовий портрет динамічної системи на площині можна досліджувати за допомогою так званої якісної теорії диференціальних рівнянь [напр., 9], засновником якої є Анрі Пуанкаре. Побудувати фазовий портрет системи (8)–(9) можна за допомогою широко відомого пакета прикладних програм *Matematica*. Використовуючи його, створено фазовий портрет системи (8)–(9) (рис. 2) у допущенні, що  $\alpha = 0,3$ ;  $\beta = 0,3$ ;  $h = 0,4$ .

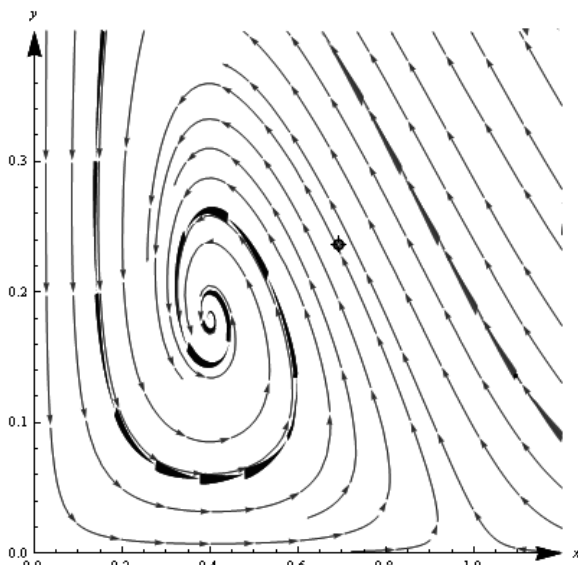


Рис. 2. Фазовий портрет динамічної системи (8)–(9)

Топологія фазових траєкторій вказує на те, що точки  $(0; 0)$  і  $(1; 0)$  є “сідловини”, а точка  $(0,4; 0,18)$  – “стійкий фокус” [9, с. 19–32].

Наведений на цьому рисунку результат доцільно трактувати як динаміку встановлення рівноваги між попитом і пропозицією на ринку праці. Результат нагадує картинку, одержувану за допомогою відомої “павутинної” моделі ринкової рівноваги [12, с. 90].

Слід зауважити, що здобутий за описаних умов фазовий портрет вказує на можливість настання стійкої рівноваги на аналізованому ринку при недовикористанні трудових ресурсів в регіоні. Про це свідчать диспропорції між попитом і пропозицією, що виникають, які в цьому разі відповідно дорівнюють  $x_0 = 0,4$  і  $y_0 = 0,18$ . Населенню в умовах, що складаються, зостається залишатися вдома або бути зайнятими на інших ринках. Ті ж робочі місця, що пропонуються роботодавцями в даному регіоні, будуть віддані, скоріш за все, більш мотивованим працівникам-мігрантам. Крім того, для досягнення рівноваги може знадобитися чимало часу (зображувальна точка на фазовому портреті може зробити багато обертів, перш ніж потрапить у точку сталого фокуса). Усе це свідчить на користь того, що з позицій макро- і мезоекономіки доцільно вдатися до управління динамікою встановлення рівноваги між попитом і пропозицією на регіональному ринку праці, нівелюючи тим самим зазначені недоліки. З цією метою можна запропонувати застосувати СТУ. Щоб досягти цього, знадобиться “вбудувати” в динамічну систему “попит – пропозиція” внутрішньо узгоджене з нею управління. Воно повинне стати частиною цієї системи, розширюючи її до системи “попит – пропозиція + управління”, і забезпечувати в ній зворотний зв'язок з метою корекції руху системи до бажаного результату. Таке завдання означає накладення нового, додаткового зв'язку між змінними системи, знижуючи тим самим розмірність системного простору. Керівний вплив має бути досить малим, а тому має бути спрямованим на найбільш “чутливі” компоненти нелінійної динамічної системи. В уже згаданому випадку управління “вбудуємо” у процеси, що визначають передусім динаміку зміни пропозиції на регіональному ринку праці. Унаслідок цього математична модель системи “попит – пропозиція” трансформується до вигляду

$$\left. \begin{aligned} \dot{x} &= \alpha \cdot x - x \cdot y - \beta \cdot x^2, \\ \dot{y} &= -\eta \cdot y + x \cdot y + u(x, y), \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

де  $u(x, y)$  – закон управління, який далі буде синтезовано за допомогою процедур аналітичного конструювання нелінійних агрегованих регуляторів (АКАР) за заданими інваріантними різноманіттями [5, с. 49], за рахунок чого у фазовому просторі виникне когерентний колективний рух, або спрямована самоорганізація.

Для синтезу введемо агреговану макрозмінну [5, с. 119–123]

$$\psi(x, y) = \omega \cdot y - \mu \cdot x, \quad (11)$$

що характеризує силу взаємовпливу між попитом  $x$  і пропозицією  $y$  на регіональному ринку праці. За своєю структурою  $\psi(x, y)$  є лінійною комбінацією рівнів попиту  $x$  і пропозиції  $y$ , а співмножники  $\omega$  і  $\mu$  – показниками впливу власне управління на ринкову кон'юнктуру. Зростання зумовлене  $\psi(x, y)$  зростанням  $y$  і/або зменшенням  $x$ , тобто дефіцитом відповідних претендентів на робочі місця в регіоні.

Вимагатимемо, щоб  $\psi(x, y)$  задовольняла диференційному рівнянню

$$T\dot{\psi}(t) + \psi = 0, \quad (12)$$

де  $T$  – час, за який у досліджуваній системі відбудуться всі перехідні процеси, і  $T > 0$ ;  $\phi(\psi) = \psi$ , і тому  $\phi(\psi) \cdot \psi = \psi^2 > 0$  за будь-яких  $\psi$ ; отже, рівняння (12) є рівнянням Ейлера – Лагранжа відносно стійких екстремалей, що доставляють мінімум для так званого супроводжувального оптимізаційного функціонала (СОФ) [5, с. 58].

Підставляючи вираз (11) до рівняння (12) і враховуючи (10), отримуємо

$$u(x, y) = \frac{\mu}{\omega} \left( \frac{1}{T} + \alpha - y - \beta \cdot x \right) \cdot x - \left( \frac{1}{T} - \eta + x \right) \cdot y. \quad (13)$$

Цей закон управління переводить зображувальну точку системи (10) в околицю різноманіття (атрактора)  $\psi = 0$ , рух уздовж якого описується диференційним рівнянням

$$\dot{x}_\psi = x_\psi \left[ \alpha - \left( \beta + \frac{\mu}{\omega} \right) x_\psi \right]. \quad (14)$$

Рівняння (14) за своїм змістом є логістичним [1, с.18] і визначає бажаний соціумом рівень попиту на працю в регіоні

$$x_\psi = \frac{\alpha \cdot \omega}{\beta \cdot \omega + \mu}. \quad (15)$$

Цей рівень визначається як показниками ( $\alpha$  И  $\beta$ ) попиту на регіональних ринках праці, який існував до використання управління, так і показниками ( $\omega$  И  $\mu$ ) впливу власне управління на ринкову кон'юнктуру. При цьому пропозиція праці може становити

$$y_\psi = \frac{\alpha \cdot \mu}{\beta \cdot \omega + \mu}. \quad (16)$$

За перерахованих умов математична модель (10) системи “попит – пропозиція + управління” матиме вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x} &= \alpha \cdot x - x \cdot y - \beta \cdot x^2; \\ \dot{y} &= \frac{\mu}{\omega} \left[ \left( \alpha + \frac{1}{T} \right) x - x y - \beta x^2 \right] - \frac{1}{T} y \end{aligned} \right\}. \quad (17)$$

Фазовий портрет системи (17) при  $\alpha = 0,3$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\mu = 0,1$ ,  $\omega = 0,1$  та  $T = 1$  наведено на рис. 3.

Фазовий портрет на цьому рисунку свідчить, що фазові траєкторії “організовано йдуть” до різноманіття (атрактора), на якому міститься точка рівноваги попиту з пропозицією (0,23; 0,23), координати якої легко розраховуються за формулами (15) і (16). У цій самоорганізації і проявляється синергетичний ефект запропонованого управління. Це наочний приклад організації передбачуваності в керованій таким чином системі “попит–пропозиція+управління”.



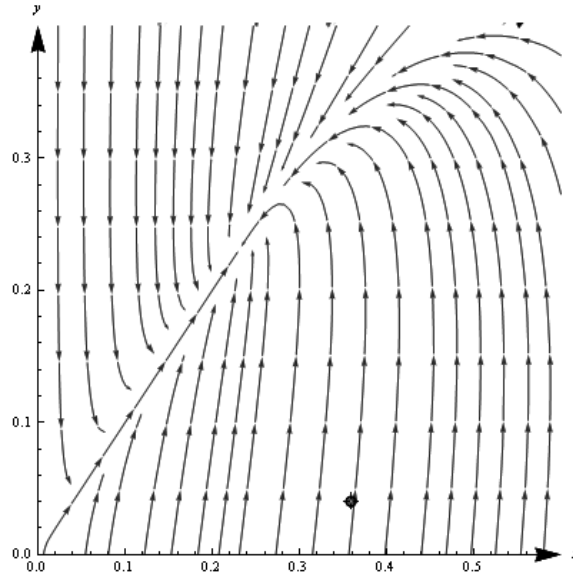


Рис. 3. Фазовий портрет системи (17) при  $\alpha = 0,3$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\mu = 0,1$ ,  $\omega = 0,1$  та  $T = 1$

З будь-якого стану система “попит – пропозиція + управління” обов’язково прийде на різноманіття, яке притягує (атрактор), за яким “скотиться” в точку рівноваги. На аттракторі реалізується процес редуції (зменшення) надлишкових ступенів свободи початкової системи “попит – пропозиція”, що становить зміст основного завдання для синергетичного управління складними системами будь-якого походження. На рис. 4 наведено достатньо примітивне пояснення встановлення можливої рівноваги на ринку праці в разі спонтанних дій учасників ринку (рис. 4, а), а також у випадку керованих (під впливом певних нормативних актів регіонального керівництва) дій (рис. 4, б). Аналогія дуже груба, але добре зрозуміла: (1) дві не пов’язані між собою кулі, рухаючися в одному напрямі, можуть впасти на певній відстані одна від одної і не влучити в задану ціль; (2) якщо кулі є жорстко зв’язаними між собою, створюючи своєрідну гантель, то вони обов’язково і практично разом досягнуть мети.

Для роботодавців у нормативних актах може бути передбачено податкові пільги за умови працевлаштування певної кількості фахово підготовлених працівників-мігрантів, а останнім, у свою чергу, можуть гарантуватися певні соціальні пакети, наприклад іпотечні кредити. Такі заходи регіонального керівництва зможуть привести до стабілізації та подальшого розвитку економіки регіону.

Зауважимо, що система управління розвитком регіону, яка синтезується, повинна володіти достатньою кількістю ступенів свободи для реалізації поставленого завдання управлінню. Це означає, що в тих випадках, коли регіон, як об’єкт управління, володіє обмеженим числом ступенів свободи  $n$ , то для реалізації поставленої мети управління необхідно попередньо здійснити операцію розширення фазового простору цього об’єкта щонайменше до

розмірності ( $n + r$ ). Звідси випливає важливий висновок про те, що для синтезу ефективних систем управління слід попередньо провести в той чи інший спосіб додавання стількох ступенів свободи (у вигляді соціальних гарантій для мігрантів), скільки було б достатнім для реалізації мети управління. Це положення кореспондується з відомим у кібернетиці законом Ешбі [16, с. 171–179] про необхідне розмаїття. Тут тільки поняття “різноманітність” конкретизується в понятті “ступені свободи” системи, тому що саме ступені свободи послуговують джерелом можливої різноманітності.

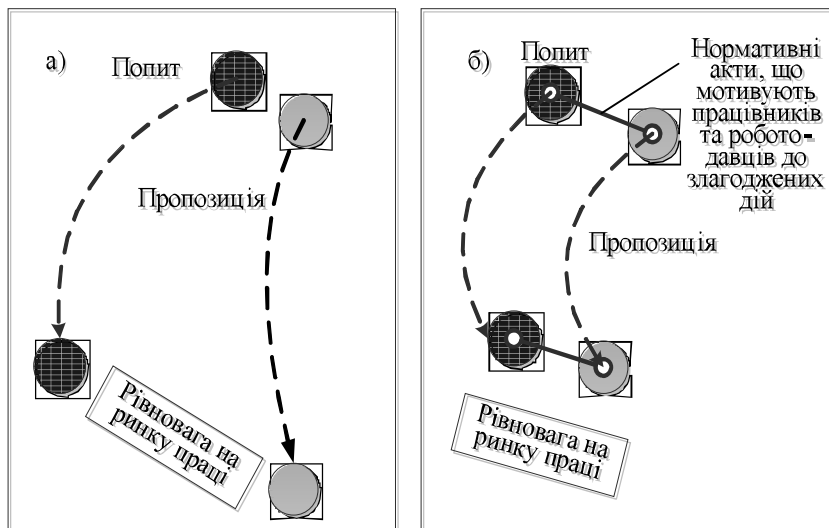


Рис. 4. Пояснення змістовної суті синергетичного управління (авторська розробка)

**Висновок із цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.** Викладений вище аналіз приводить до таких висновків: (1) щоб державне управління задовольняло вимогу “стійкості за передбачуваністю”, його доцільно вибудовувати на засадах синергетичної теорії управління, яка успішно упроваджується в управління складними технічними системами; (2) таке управління являє собою організований і цілеспрямований процес редукції надлишкових ступенів свободи вихідної системи; (3) процедура редукції вимагає формування між системними координатами певних зв’язків – інваріантних різноманіть (синергій), які й реалізують задумане; “редуктори ступенів свободи” повинні вводитися в систему, що синтезується, за допомогою відповідного закону управління; (4) ступені свободи, що редукуються, на рівні регіону є елементами управління, що описуються мовою системних показників (пропозиція і попит на ринках праці); інваріантні різноманіття (синергії) будуть обмежувати різноманітність регіональних структур і формувати необхідні зв’язки, як результат деяких акцій управління (у розглянутому прикладі – це податкові пільги роботодавцям та соціальні пакети працівникам-мігрантам). У подальшому доцільно поширювати список ситуацій, що дозволяють застосовувати описані вище процедури конструювання позитивних обернених зв’язків, наприклад, на процесах навчання працівників-мігрантів.

**Список використаних джерел**

1. Базыкин А. Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М. : Наука, 1985. 182 с.
2. Баутин Н. Н., Леонтович Е. А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. 2-е изд., доп. М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 488 с.
3. Гордеев Г. Г. Дослідження нелінійних моделей економічної динаміки. Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. 2012. № 2. С. 133–139.
4. Достаточно общая теория управления / авт. кол. ВП СССР. Харьков : С.А.М., 2012. 448 с.
5. Колесников А. А. Синергетические методы управления сложными системами: Теория системного синтеза. М. : КомКнига, 2006. 240 с.
6. Колесников А. А. Новые нелинейные методы управления полетом. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. 196 с.
7. Милованов В. П. Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация. М. : Эдиториал УРСС, 2001. 264 с.
8. Модели оценки неравномерности и циклической динамики развития территорий : монография / под ред. Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. Харьков : ИД "ИНЖЭК", 2011. 352 с.
9. Немыцкий В. В., Степанов В. В. Качественная теория дифференциальных уравнений : монография. М. ; Л. : ОГИЗ, 1947. 448 с.
10. Серіков А. В. Синергетичне управління як невідворотній напрям подальшого розвитку теорії та практики менеджменту. Стратегічні перспективи туристичної та готельно-ресторанної індустрії в Україні: теорія, практика та інновації розвитку : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. 30-31 жовт. 2014 р. / за заг. ред. Л. В. Транченко. Умань : ВПЦ "Візаві", 2014. С. 12–15.
11. Солових В. П. Синергетична модель державного управління. Теорія та практика державного управління : зб. наук. пр. Харків : Вид-во ХарПІ НАДУ "Магістр", 2015. Вип. 1 (48).
12. Теоретическая экономика. Политэкономия : учеб. для вузов / под ред. Г. П. Журавлевой и Н. Н. Мильчаковой. М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. 485 с.
13. Шевцова Г. З. Синергетичний менеджмент підприємств : монографія / НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2016. 454 с.
14. Шеломовська О. М. Актуалізація синергетичного підходу в дослідженнях процесу державного управління вищою освітою // Державне будівництво : електрон. наук. фах. вид. 2009. № 2. URL: <http://www.kbuara.kharkov.ua/e-book/db/2009-2/doc/1/10.pdf>.
15. Шервуд Д. Системное мышление для руководителей. Практика решения бизнес-проблем : пер. с англ. М. : Альпина Паблишер, 2016. 300 с.
16. Эшби У. Р. Введение в кибернетику : пер. с англ. М. : Изд-во иностр. лит., 1959. 459 с.
17. Яковенко О. Г., Бажан О. О. Моделювання самоорганізації ринку праці України. Вісник Дніпропетр. ун-ту. Серія "Економіка". 2011. № 5 (1). С. 135–142.

**References**

1. Bazykin, A.D. (1985). *Matematicheskaya biofizika vzaimodeystvuyushchikh populyatsiy* [Mathematical biophysics of interaction populations]. Moscow: Nauka [in Russian].
2. Bautin, N.N., Leontovich, T.A. (1990). *Metody i priemy kachestvennogo issledovaniya dinamicheskikh sistem na ploskosti*. [Methods and techniques of qualitative research of the dynamic systems on the plane]. Moscow: Nauka, Gl. red. fiz.-mat. lit. [in Russian].
3. Hordieiev, H.H. (2012). *Doslidzhennia neliniinykh modelei ekonomichnoii dynamiky*. [Research into nonlinear models of economic dynamics]. Zovnishnia torhivlia: ekonomika, flnansy, pravo. 2. 133–139 [in Ukrainian].
4. Avtorskiy kolektiv VP SSSR. (2012). *Dostatochno obshchaya teoriya upravleniya*. [Sufficiently general theory of management]. Kharkov: Izd-vo "S.A.M." [in Russian].
5. Kolesnikov, A.A. (2006). *Sinergeticheskie metody upravleniya slozhnymi sistemami: Teoriya sistemnogo sinteza*. [Synergetic methods of managing complex systems: Theory of System Synthesis]. Moscow: KomKniga [in Russian].
6. Kolesnikov, A.A. (2013). *Novye nelineynye metody upravleniya poletom*. [New nonlinear methods of flight control]. Moscow: FIZMATLIT [in Russian].

7. Milovanov, V.P. (2001). *Neravnovesnye sotsialno-ekonomicheskie sistemy: sinergetika i samoorganizatsiya*. [Non-equilibrium socio-economic systems: synergy and self-organization]. Moscow: Editorial URSS [in Russian].
8. Klebanovf, T.S., Kizim, N.A. (2011). *Modeli otsenki neravnomernosti i tsiklicheskoy dinamiki razvitiya territoriy: Monografiya*. [Models of irregularity and cyclic dynamics of territorial development: Monograph]. Kharkov: ID "INZhEK" [in Russian].
9. Nemytskiy, V.V., Stepanov, V.V. (1947). *Kachestvennaya teoriya differentsialnykh uravneniy: Monografiya*. [Qualitative theory of differential equations: Monograph]. Moscow: OGIz [in Russian].
10. Sierikov, A.V. (2014). *Synerhetychne upravlinnia yak nevidvorotnii napriam podalshogo rozvytku teorii ta praktyki menedzhmentu*. [Synergetic management as inevitable direction of further development of management theory and practice]. *Stratehichni perspektyvy turistichnoii ta hotelno-restaurantnoii industrii v Ukrainii: teoriia, praktyka ta innovatsii rozvytku: materialy Vseukrainskoi nauk.-prakt. Internet-konf. 30-31 zhovtnia 2014 r.* Tranchenko L.V. (red). Uman: VPTs "Vizavi" [in Ukrainian].
11. Solovykh, V.P. (2015). *Synerhetychna model derzhavnogo upravlinnia*. [Synergetic model of public administration]. *Teoriia ta praktyka derzhavnogo upravlinnia*. Vip. 1(48) [in Ukrainian].
12. Zhuravlevoy, G.P., Milchakova, N.N. (1997). *Teoreticheskaya ekonomika. Politekonomiya: Uchebnik dlya vuzov*. [Theoretical economics. Political economy: Textbook for HEI]. Moscow: Banki i birzhi, YuNITI [in Russian].
13. Shevtsova, G.Z. (2016). *Synerhetychnyi menedzhment pidpriemstv: monografiia*. [Synergetic management of enterprises: monograph]. Kyiv [in Ukrainian].
14. Shelomovska, O.M. (2009). *Aktualizatsiia synerhetychnoho pidhodu v doslidzhenniakh protsesu derzhavnogo upravlinnia vyshchoiu osvitoiu*. [Actualization of synergetic approach in research of process of public administration of higher education]. *Derzhavne budivnytstvo. No. 2*. URL: <http://www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/db/2009-2/doc/1/10.pdf> [in Ukrainian].
15. Sherwood, D. (2016). *Sistemnoe myshlenie dlya rukovoditeley: Praktika resheniya biznes-problem*. [Seeing the Forest for the Trees: A Manager's Guide to Applying Systems Thinking]. Moscow: Alpina Publisher [in Russian].
16. Ashby, W.R. (1956). *Introduction to Cybernetics*. London: Chapman & Hall [in Russian].
17. Yakovenko, O.G., Bazhan, O.O. (2011). *Modelyuvannya samoorganizatsiyi rynku praci Ukrainy*. [Modeling the self-organization of the Ukrainian labor market]. *Visnyk Dnipropetrovskogo universytetu. Seriya "Ekonomika"*. 5(1). 135–142 [in Ukrainian].

**Sierikov A. V.**, *PhD of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of Management and Public Administration Department, Kharkiv National University of Construction and Architecture, Kharkiv*  
ORCID 0000-0002-0629-2716

## **TOWARDS SUBSTANTIATION OF SYNERGETIC PUBLIC MANAGEMENT (taking labor market as example)**

The paper considers the specific situation in which the state of the regional economy is determined solely by the shortage of highly trained workers in the regional labor market. The preliminary analysis of the situation is accomplished by using the methodology of simulating cyclic causative diagrams. For a further, more detailed study of the situation, the mathematical model of the system "supply / demand" in the regional labor market is written in the form of a system of nonlinear differential equations of the first order. Analysis of the dynamics of the ratio "demand / supply" in this labor market indicates its imbalance. The latter can be overcome if regional authorities take advantage of the opportunities arising from the appearance of internally displaced persons (migrants or migrants) in the region. With their appearance there is an opportunity to replenish the labor market by professionally trained specialists, whose work there is demand from enterprises located in the region. Whatever the success of the authorities, it is necessary to further influence the situation, that is, to manage it. To this end, it is necessary to provide a series of measures to motivate both owners and top management of enterprises and migrants. The former may have, for example, opportunities to take advantage of tax privileges. The second is the spectrum of socio-economic incentives,

namely: free education, affordable mortgage lending, and so on. At the expense of the above, a new system “demand / supply + management” with more degrees of freedom is created. But if its management is built on all the principles of the synergetic control theory, based on the principle of directed self-organization of nonlinear systems, by constructing positive inverse relationships in the system “demand / supply + management” it is possible to significantly reduce the number of degrees of freedom. The study of the dynamics of such a system proves the feasibility of the chosen control. As an “order parameter”, which offers management, the motivational policy of power may be in the direction of employers and in the direction of migrant workers. As a result, the labor market can be balanced at a certain, pre-planned level, which will provide a boost to the recovery of the economy in the region.

**Key words:** socio-economic system, labor market, management, synergism, phase portrait, degrees of freedom, reduction.

*Надійшла до редакції 03.04.2019 р.*