

# КОМПАРАТИВНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ПОВЕДІНКОЮ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

©2018 ТОУЗАНИ Т.

УДК 330.4

## Тоузани Т. Компаративний аналіз методів і моделей управління поведінкою соціально-економічних систем

Дана робота присвячена компаративному аналізу існуючих методів та моделей управління поведінкою соціально-економічних систем (СЕС). Проаналізовано значну кількість робіт вітчизняних і зарубіжних учених з питань економіко-математичного моделювання СЕС. Запропоновано класифікацію методологічних схем моделювання СЕС. Виділено макроекономічні та мікроекономічні моделі. Особливу увагу приділено розгляду моделей динаміки соціально-економічних систем, зокрема моделей динаміки часових рядів; моделей нерівномірності та циклічності розвитку; сценарних моделей розвитку; теорії нечітких множин і нейронних мереж. Наведена класифікація методологічних схем моделювання відкритих СЕС не є повною, проте дає загальне уявлення про застосовувані методи і моделі та дозволяє вибрати адекватні інструменти дослідження відповідно до поставленої мети з урахуванням обмежуючих факторів, які, на жаль, має кожна з описаних схем моделювання.

**Ключові слова:** метод, модель, соціально-економічна система, поведінка, управління.

**Рис.:** 1. **Бібл.:** 34.

**Тоузани Тарік** – аспірант кафедри статистики та економічного прогнозування, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (пр. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** tmeetarik@gmail.com

УДК 330.4

UDC 330.4

## Тоузани Т. Компаративний аналіз методів і моделей управління поведінкою соціально-економічних систем

Данная работа посвящена компаративному анализу существующих методов и моделей управления поведением социально-экономических систем (СЭС). Проанализировано значительное количество работ отечественных и зарубежных ученых по вопросам экономико-математического моделирования СЭС. Предложена классификация методологических схем моделирования СЭС. Выделены макроэкономические и микроэкономические модели. Особое внимание уделено рассмотрению моделей динамики социально-экономических систем, в частности моделей динамики временных рядов; моделей неравномерности и цикличности развития; сценарных моделей развития; теорий нечетких множеств и нейронных сетей. Приведенная классификация методологических схем моделирования открытых СЭС не является полной, однако дает общее представление о применяемых методах и моделях и позволяет выбирать адекватные инструменты исследования в соответствии с поставленной целью с учетом ограничивающих факторов, которые, к сожалению, имеет каждая из описанных схем моделирования.

**Ключевые слова:** метод, модель, социально-экономическая система, поведение, управление.

**Рис.:** 1. **Библ.:** 34.

**Тоузани Тарік** – аспірант кафедри статистики та економічного прогнозування, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (пр. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** tmeetarik@gmail.com

## Touzani T. The Comparative Analysis of Methods and Models of Management of Behavior of Socio-Economic Systems

This publication is concerned with the comparative analysis of existing methods and models of behavior management of socio-economic systems (SES). A significant number of works by domestic and foreign scholars on the issues of economic-mathematical modelling of SES were analyzed. A classification of methodological schemes of SES modeling is proposed. Both macro-economic and micro-economic models have been allocated. Special attention is given to consideration of models of dynamics of socio-economic systems, in particular models of dynamics of time series; models of unevenness and cyclicity of development; scenario models of development; theories of fuzzy sets and neural networks. The provided classification of methodological schemes of modeling of open SES is not complete, however gives the general idea of applied methods and models and allows to choose adequate research instruments according to the set purpose taking into consideration the limiting factors, which, unfortunately, are present in each of the described modeling schemes.

**Keywords:** method, model, socio-economic system, behavior, management.

**Fig.:** 1. **Bibl.:** 34.

**Touzani Tarik** – Postgraduate Student of the Department of Statistics and Economic Forecasting, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** tmeetarik@gmail.com

Управління поведінкою різних соціально-економічних систем (СЕС) на сучасному етапі розвитку світової економіки вимагає особливої уваги у зв'язку з нестабільністю зовнішнього середовища, посиленням процесів глобалізації та формуванням інформаційного суспільства. На думку відомого вченого Г. В. Росса, «у сучасних умовах життєздатні СЕС повинні володіти гнучкістю, мобільністю, здатністю адаптуватися до мінливих умов зовнішнього середовища, можливістю швидкої комплексної перебудови на реалізацію нових завдань, здатністю до саморозвитку» [17]. Знання є основним джерелом конкурентної переваги на ринку. Універсальним ін-

струментом пізнання є моделювання, зокрема економіко-математичне.

Метою даної роботи є компаративний аналіз і систематизація існуючих методів і моделей управління поведінкою соціально-економічних систем.

Теоретичні питання та практичні напрацювання у сфері застосування економіко-математичного моделювання для управління поведінкою СЕС розглянуто провідними українськими та зарубіжними вченими, такими як І. Адізес, О. В. Бабкін, А. А. Васін, Л. Є. Грейнер, Л. С. Гур'янова, А. Ю. Єгоров, Н. В. Касьянова, Т. С. Клебанова, В. В. Кульба, Дж. Муркрофт, І. М. Насо, В. С. Пономаренко, О. В. Раєвнева, Г. В. Росс,

К. Уоррен, Дж. Форрестер, М. Б. Швецова, Г. В. Широкова та ін.

Аналіз робіт цих та інших авторів [1–34] дозволив отримати таку класифікацію основних і найбільш відомих методологічних схем моделювання СЕС, яку наведено на *рис. 1*. Розглянемо ці моделі докладніше.

**Р**озподіл на макроекономічні та мікроекономічні моделі вельми умовний, оскільки застосовувані підходи та інструментарій багатьох з них можуть бути використані для вивчення СЕС будь-якого рівня.

Так, до **макроекономічних моделей** належать:

1. *Моделі відтворення капіталу*, засновані на принципах, запропонованих К. Марксом у його відомій праці «Капітал». Цей інструментарій являє собою систему спеціальних економіко-математичних моделей, об'єднаних загальною концепцією відтворення капіталу на основі його кругообігу [22].

2. *Моделі міжгалузевого балансу*. Авторами цих моделей є В. В. Леонтьєв, Х. В. Ченері, П. Г. Кларк, Дж. фон Нейман, М. Ф. Шатілов, М. І. Ведута та ін. [27]. Ці моделі являють собою систему лінійних рівнянь і характеризують міжгалузеві виробничі взаємозв'язки в економіці країни. Їх використовують для макроекономічного аналізу сфери виробництва, розподілу, обміну та споживання валового національного продукту (ВНП), національного доходу, кінцевого суспільного продукту, проміжного продукту, матеріальних потоків у національному господарстві, експортно-імпортних зв'язків. На основі цих макромоделей вивчається поведінка СЕС, спираючись на концепцію «витрати – випуск». Однак варто зауважити, що у вихідній моделі В. Леонтьєва не знайшла відображення одна з важливих макроекономічних проблем – циклічність ринкових процесів.

3. *Моделі державного регулювання економіки*. В основі побудови цих моделей лежить стабілізуюча роль держави, спрямована на контроль і регулювання рівня зайнятості та інфляції, що породжуються коливаннями економічної кон'юнктури, а також стимулювання економічного зростання [22].

3.1. *Кейнсіанські моделі державного регулювання ринкових відносин*. Такі моделі, вперше запропоновані Дж. М. Кейнсом, орієнтовані на контроль і регулювання сукупного попиту для того, щоб він відповідав сукупній пропозиції з одночасним забезпеченням повної (високої) зайнятості. Механізм управління в таких моделях полягає в контролі рівня державних витрат, а грошова емісія, пов'язана з бюджетним дефіцитом, має вимушений характер.

3.2. *Монетаристські моделі державного регулювання ринкових відносин* запропоновані М. Фрідманом. Механізм управління в таких моделях полягає в контролі за грошовою емісією, скороченні виробничого та споживчого попиту. Державні витрати є залежною величиною.

4. *Моделі економічної рівноваги*, запропоновані неокласиками Л. Вальрасом, Д. Патінкіном, К. Ерроу, Ж. Дебре. З точки зору представників цього наукового напрямку, ринковий механізм за допомогою гнучких ставок відсотка, еластичності цін і заробітної плати приводить у відповідність доходи та витрати, підтримує відповідно до закону Сея необхідний обсяг виробництва, повну зайнятість і рівновагу в макроекономіці [22]. Поведінка макроекономічної системи вивчається в умовах досконалої конкуренції з метою досягнення її рівноважного стану (рівноважного вектора цін і розподілу благ), що задається певним чином. У моделі Ерроу – Дебре фірми трансформують витрати випуску, при цьому криві трансформації є опуклими, відсутня економія на масштабах; домашні господарства пропонують роботу та споживають додатну кількість товарів; вибір товарів визначається функцією корисності, у якій криві байдужості опуклі; у домашніх господарствах є додатна кількість кожного товару, і вони претендують на певну частину прибутку [6].

5. *Моделі інноваційного розвитку економіки*. Засновником інноваційної теорії є Й. Шумпетер, який ввів поняття «інновація». Свій внесок у розвиток цієї теорії внесли такі вчені, як І. Фішер, Дж. М. Кейнс, О. Хансен, Р. Харрод, Дж. Хікс. Увагу вчених було сконцентровано на формуванні математичних моделей інвестиційного регулювання економічної рівноваги, виявленні зв'язків між інноваційними інвестиціями й економічними змінами, дослідженні мультиплікаційного ефекту інвестицій, створенні механізмів стимулювання інноваційних процесів з домінуванням фінансових і грошово-кредитних методів економічної політики держави [16].

6. *Моделі еволюційного розвитку економіки*. У рамках еволюційного підходу економічні процеси розглядаються як відкриті, спонтанні та незворотні, породжувані взаємодією внутрішніх і зовнішніх факторів, і які проявляються в зміні структури економіки. Основні процеси – це процес інновацій: поява, закріплення та поширення нового, а також конкуренція як процес природного відбору. Основні проблеми в рамках даного підходу – це проблеми інформації, невизначеності та часу. У даний час у сфері еволюційної економіки працюють Р. Нельсон, С. Уінтер, Д. Ходжсон, Л. Магнусон, У. Віт та ін. У своїй книзі «Еволюційна теорія економічних змін» Р. Нельсон і С. Уінтер [14] запропонували еволюційну теорію, що пояснює поведінку фірми впливом зовнішніх умов. Авторами було побудовано моделі, що описують реакцію фірм і галузей на зміни на ринку. Згідно з концепцією Р. Нельсона та С. Уінтера фірми реагують на зміни ринкових умов зміною усталених принципів своєї поведінки – рутин. Поняття «рутина» – одне з базових понять еволюційної теорії [9]. Спочатку мова йшла про поведінку фірми, але це поняття можна застосувати до будь-яких СЕС.

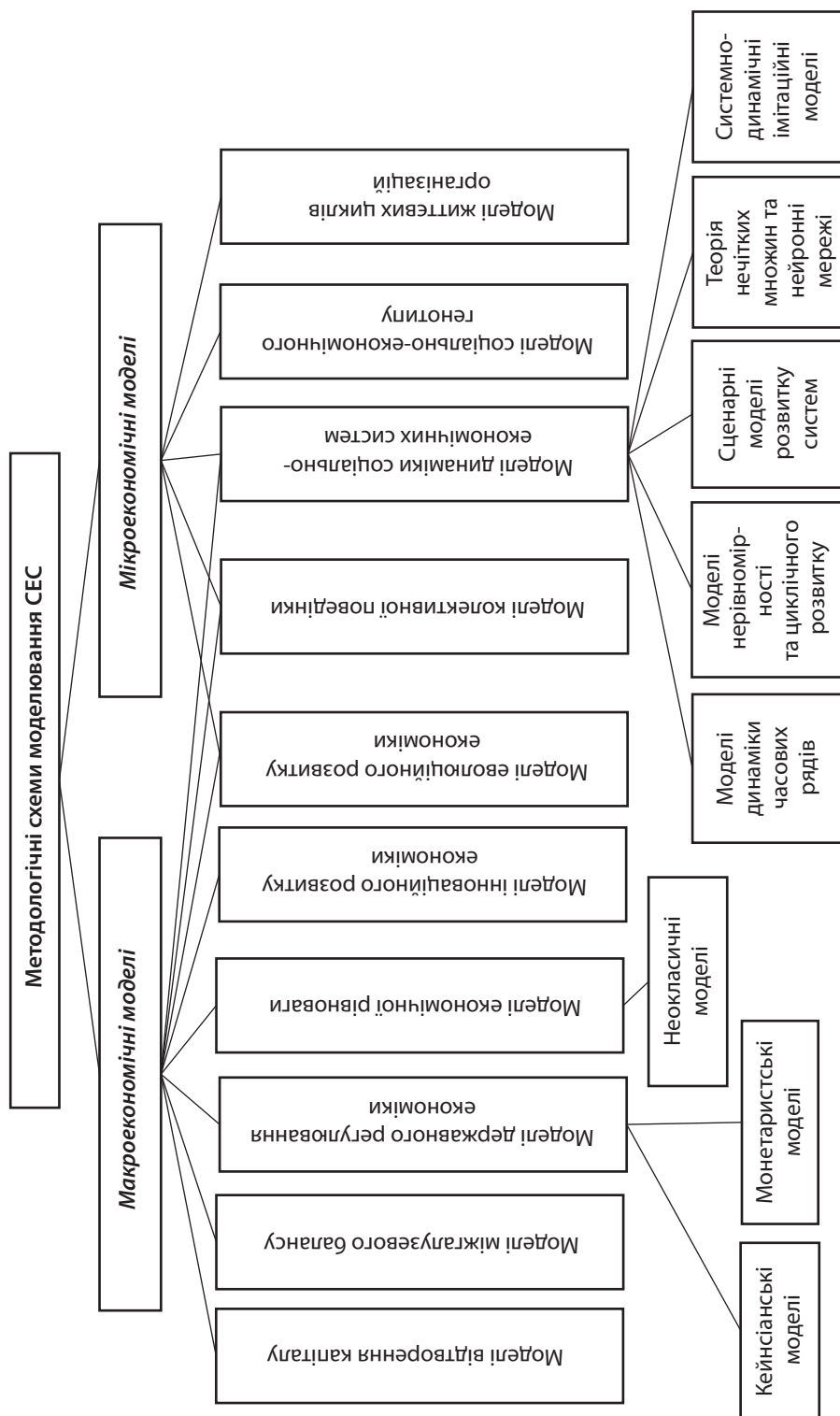


Рис. 1. Методологічні схеми моделювання СЕС

Реалізація моделей еволюційного розвитку найчастіше здійснюється за допомогою методу комп'ютерних симуляцій (імітаційного моделювання). Користуючись симуляційною моделлю, не можна з упевненістю сказати, який конкретний стан системи буде досягнуто, але аналіз моделі дозволяє виділити можливі класи станів системи та оцінити ймовірності перебування в кожному стані, що характеризує прогностичні властивості моделювання в новому світі [9].

7. *Моделі колективної поведінки в СЕС* запропоновані А. А. Васінім, І. Г. Поспеловим та ін. [2; 15]. За цього підходу виділяються активні елементи СЕС та моделюється поведінка системи як результат їх спільної взаємодії один з одним та із зовнішнім середовищем. Від їх поведінки у взаємодіях істотно залежить характер розвитку системи. Цим визначається особлива складність побудови моделей розвитку, оскільки поведінка учасників може істотно змінюватися залежно від умов існування системи [2].

8. *Моделі динаміки соціально-економічних систем*. Це найширший клас моделей, які застосовуються для аналізу та прогнозування поведінки як макроекономічних, так і мікроекономічних систем. Якщо застосовується оптимізаційний підхід до побудови моделі, то здійснюється вибір оптимальної стратегії розвитку, що забезпечує максимальне значення заданого критерію якості. У разі застосування рівноважного підходу визначається рівноважна траєкторія розвитку, яка забезпечить збалансоване економічне зростання. Як ендогенні величини можуть виступати показники економічної ефективності, темпи зростання, темпи приросту та ін. У моделях з безперервним часом використовується математичний апарат систем диференціальних рівнянь, у моделях з дискретним часом – кінцево-різницевого рівнянь, а також систем звичайних алгебраїчних рівнянь [4].

8.1. *Моделі динаміки часових рядів*. Показники, що характеризують СЕС протягом заданого періоду часу, є часовими рядами. Для часових рядів головний інтерес представляє опис або моделювання їх структури. Передбачається, що вони містять три елементи – тренд, сезонні коливання та випадкову змінну (залишок). *Модель декомпозиції часового ряду* передбачає початкове розбиття ряду на складові, підбір математичних моделей для адекватного опису поведінки кожної складової та подальшу «згортку» моделі, що дозволяє з достатньою точністю прогнозувати поведінку СЕС у короткостроковому та середньостроковому горизонтах. Під час побудови *моделі тренда* застосовують методи укрупнення інтервалів, ковзної середньої, аналітичного вирівнювання та ін. Широке поширення отримали *адаптивні методи прогнозування* часових рядів, що дозволяють будувати самонастроювальні моделі, здатні враховувати інформаційну цінність різних членів часового ряду та давати досить точні оцінки майбутнім членам даного ряду.

З найбільш поширених моделей можна виділити: на базі методу ковзної середньої – модель адаптивної фільтрації, модель Бокса – Дженкінса (ARIMA-модель), а на базі методу експоненційного згладжування – модель експоненційної середньої, модель Хольта, модель Брауна. На фінансовому ринку досить успішно застосовується окремий метод аналізу часових рядів – метод «Гусінь»-SSA (*Singular Spectrum Analysis*). Цей метод має оригінальний алгоритм, що дозволяє легко виокремити з ряду головні компоненти, та можливість абстрагуватися від збурюючих коливань неекономічного характеру [5]. Метод проводить перетворення одновимірного ряду в багатовимірний за допомогою сингулярного розкладання траєкторій матриці, досліджує отриману багатовимірну траєкторію методом головних компонент, а потім відновлює одновимірний ряд [3]. Результатом роботи алгоритму даного методу є розкладання часового ряду на легко інтерпретовані адитивні складові. Одночасно з цим метод не вимагає стаціонарності ряду, знання моделі тренда, а також даних про наявність у ряді періодичних складових та їх періоди. Між тим, він дозволяє вирішувати такі завдання, як згладжування ряду, виділення тренда, виявлення періодик, побудова повного розкладання ряду в суму тренда, періодики та шуму. [5]. Це, своєю чергою, дозволяє прогнозувати як сам часовий ряд, так і тенденції розвитку різних його складових [3].

Побудовані моделі динаміки часових рядів можуть використовуватися для статистичного моделювання довгих рядів спостережень під час дослідження великих СЕС, для яких часовий ряд розглядається як вхідна інформація.

8.2. *Моделі циклічної динаміки*. У багатьох моделях ринкової економіки виділяється ще одна складова – циклічна. Ідея циклів, як періодично повторюваних процесів у природі та суспільстві, має глибоке історичне коріння. Даними питаннями займалися стародавні вчені та філософи, такі як Платон, Аристотель, Полібій, аль Біруні, Т. Мальтус. На формування західноєвропейської школи циклічного розвитку дуже вплинули роботи У. Мітчелла, Е. Хансена, Ж. Сісмонді, С. Мілля, К. Жугляра, Ш. Фур'є та ін. Істотний внесок у розвиток даної теорії внесли представники російської школи, такі як М. Я. Данилевський, М. М. Ковалевський, М. І. Туган-Барановський, М. Д. Кондратьєв, П. О. Сорокін, О. О. Богданов, В. О. Базаров та ін. [16]. Дані вчені вивчали циклічний розвиток СЕС різних рівнів ієрархії та призначення і сформували основи загальної теорії циклічної динаміки. Також значний внесок у розвиток теорії циклів зробила голландська економічна школа на чолі з вченими Я. Ван Гельдереном і С. Де Вольфом, який розробив теорію хвилеподібного еволюційного руху економіки [16].

Роботу Я. Ван Гельдерена у 20-ті роки ХХ століття продовжив С. Де Вольф. Він шукав матеріальну основу тривалих коливань економічного розвитку в середньому терміні життя основного капіталу, вкладеного у транспортну інфраструктуру – дороги, верфі. С. де Вольф припустив, що існує фіксоване співвідношення між циклічними кризами і довгими хвилями. Будучи ендегенними за своєю природою, довгі хвилі, на думку С. Де Вольфа, підтримуються зовнішніми поштовхами.

Одночасно в Росії, незалежно від С. Де Вольфа, проблемою довгих хвиль займався російський економіст М. Д. Кондратьєв, якому належать три найбільш істотні внески в розвиток теорії циклів [8]:

1. Вчення про великі цикли кон'юнктури (теорія довгих хвиль). Учений не тільки емпірично довів наявність великих хвиль кон'юнктури з періодичністю близько півстоліття, а й розкрив джерела цих циклів.

2. Теорія передбачення майбутнього, заснована на циклічно-генетичній парадигмі, яка включала в себе визнання циклової динаміки суспільства, періодичного повторення подібних фаз розвитку, що дає можливість дослідникам здійснювати прогнозування розвитку в майбутньому. У рамках даної теорії М. Д. Кондратьєв розробив методологію соціально-економічного прогнозування й індикативного планування.

3. Теорія кон'юнктури та її практичне застосування в системі індикаторів економіки перехідного періоду. Як індикатори кон'юнктурних коливань М. Д. Кондратьєв вивчав рухи індексів роздрібних цін, індекси промислового виробництва, експорту, імпорту, зайнятості, кредиту тощо. Теоретична спадщина М. Д. Кондратьєва лягла в основу сучасних теорій довгих хвиль, представниками яких є такі вчені, як Й. Шумпетер, С. Кузнець, Г. Менш, А. Клайнкнехт і Дж. Ван Дайн, Дж. Форрестер та багато інших [16].

Слід зазначити одну із сучасних робіт, присвячених моделям розвитку підприємств – статтю Єгорова О. Ю. та Сельскова О. В. [7]. У ній автори пропонують використовувати хвильову модель розвитку економічних циклів промислової корпорації (інноваційного, інвестиційного, виробничого та товарного), що визначають перехід від традиційних видів господарської діяльності до інноваційної діяльності через впровадження інновацій за рахунок формування інвестиційних фондів. Запропонована авторами динамічна модель формує управлінський цикл, що складається з процесу вибору перспективного напрямку господарської діяльності, процесу організації та створення засобів виробництва інноваційного продукту, процесу будівництва виробничих потужностей та випуску інноваційного продукту.

8.2.1. *Моделі стохастичних циклів (біфуркацій та хаосу).* Ці цикли породжені не параметрами самої моделі, а взаємодіями потрясінь, які надають хаотичний вплив на економіку, де кожен з факторів схильний до випадковостей, які мають природу біло-

го шуму та не мають періодичних характеристик [20]. Дані моделі описуються нелінійними диференціальними рівняннями та призначені для аналізу нерівноважних систем, таких як ринки капіталу.

8.3. *Сценарні моделі розвитку.* Сценарій зміни стану СЕС – це комплекс математичних моделей, що описує процес зміни параметрів досліджуваної системи та умов її функціонування, дискретно фіксує моменти переходу системи до нового якісного стану. Необхідно розрізняти сценарії поведінки об'єкта та сценарії управління. Перший виходить з мети дослідження СЕС та описує ситуації, в яких система може перебувати, а другий формується залежно від мети управління та правила вибору керуючих впливів. Основні відмінності полягають у присутності в сценарії управління суб'єкта управління, який не тільки переслідує певну мету, а й активно її реалізує [22]. Методологія сценарного аналізу на основі побудови сценарних просторів та застосування сценарного обчислення, запропонована В. В. Кульбою, Д. О. Кононовим, С. С. Ковалевським та ін., використовує такі основні формальні конструкції: модель навколишнього оточення; ідентифікована модель системи; модель вимірювання станів системи; модель вимірювання стану навколишнього середовища; модель поведінки системи; правила вибору процесу зміни об'єкта (модель вибору) [22].

8.4. *Моделі на основі теорії нечітких множин та нейронних мереж.* Останніми роками широке застосування знаходять відносно нові методи математичного моделювання поведінки суб'єктів на конкурентних ринках. Теорія нечітких множин – це математичний апарат роботи з об'єктами, які не мають жорстких, однозначно поставлених меж. Вона дозволяє формально описувати несуворі, нечіткі, розпливчасті поняття та здійснювати з ними різні операції [19]. Теорія множин та відповідна їй булева логіка складає основу класичної математики. Моделі складних технічних, фізичних систем, хімічних процесів добре описувалися цією мовою та вдало реалізовувалися на комп'ютерах. Однак під час моделюванні СЕС виникає необхідність враховувати особливості сприйняття, оцінювання та аналізу інформації людиною як повноправною частиною модельованої системи. Судження та оцінки людини є наближеними та нечіткими, а комп'ютерні програми являють собою чіткі інструкції. Подолання цього лінгвістичного бар'єру становить надзавдання теорії нечітких множин [19]. Основна ідея Л. Заде полягала в тому, щоб «дозволити» характеристичній функції приймати не тільки значення 0 (повна неналежність) або 1 (повна приналежність), але і проміжні значення приналежності з відрізка  $[0, 1]$ . Таким чином, їм було замінено поняття характеристичної функції на поняття функції приналежності  $\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$ . Ця проста ідея дала поштовх розвитку великої кількості досліджень як по вивченню інших можливих способів подання

нечіткості й аналізу їх властивостей, так і по застосуванню нечітких моделей в управлінні, системах прийняття рішень, розпізнавання образів та ін. У даний час цей напрям є науковою дисципліною, яка інтенсивно розвивається. Теорія нечітких множин широко застосовується в багатьох галузях економіки. Її використання дозволило значно спростити вирішення безлічі слабоструктурованих задач. На базі теорії нечітких множин і нейронних мереж розроблено програмні комплекси аналізу та прогнозування. Вони застосовуються для ситуаційного моделювання у сфері економіки, політики, фінансів за умови неточної або неповної інформації. Пакети прикладних програм дозволяють вирішувати задачі динамічного моделювання в складних предметних областях [13].

*Теорія нейронних мереж* набула широкого застосування для прогнозування й аналізу СЕС з невстановленими причинно-наслідковими зв'язками. Програмні продукти, засновані на нейронних мережах, можуть самостійно «виявляти» взаємозв'язки в досліджуваному процесі, а значить, можуть застосовуватися для прогнозування без теоретичного обґрунтування природи процесу. Для навчання їм необхідна динаміка процесу в минулому [13]. Нейромеревий підхід вільний від модельних обмежень, він однаково підходить для лінійних і складних нелінійних задач, а також для завдань класифікації. Навчання нейронної мережі, перш за все, полягає в зміні «сили» зв'язків між нейронами. Нейронні мережі масштабуються, вони здатні вирішувати задачі як у рамках окремих елементів, так і в масштабах системи в цілому [21].

8.5. *Системно-динамічні (СД) імітаційні моделі.* Парадигма СД імітаційного моделювання, запропонована Дж. Форрестером у 1950-ті роки [23], полягає в тому, що для досліджуваної системи будуються графічні діаграми зв'язків і глобальних впливів одних параметрів на інші в часі. Створена на основі цих діаграм модель імітується на комп'ютері. Такий вид моделювання в порівнянні з іншими видами дозволяє глибше проникнути в сутність того, що відбувається в системі, та виявити причинно-наслідкові зв'язки між об'єктами і явищами [10; 18]. Сьогодні спектр корпоративних додатків на основі методів системної динаміки розвивається в основному за двома напрямками: так зване «системне мислення менеджерів», що формується за допомогою казуальних, або причинно-наслідкових, діаграм під час формування ментальних моделей менеджменту, і серйозні сценарні стратегічні дослідження, що проводяться на імітаційних моделях, деталізованих під конкретні проблеми і підприємства [11].

До **мікроекономічних моделей** можна віднести такі.

9. *Моделі соціально-економічного генотипу (СЕГ) суспільства.* Ці моделі є послідовним продовженням розвитку теорії динаміки економічних систем. За словами одного з авторів цього підходу – ра-

дянського і російського економіста Е. З. Маймінаса, «соціально-економічний генотип (СЕГ) – це інформаційний механізм, що забезпечує відтворення структури, принципів формування, процесів регламентації та навчання (відбору, запам'ятовування та передачі позитивного досвіду) в даній суспільно економічній системі» [12, с. 187]. Засновниками російської школи соціогенетики виступають також Ю. В. Яковець, О. І. Субетто, В. І. Маєвський. Збагачення генотипу системи відбувається за рахунок механізмів природного та штучного відбору, в яких беруть участь механізми конкуренції та солідарності [16]. Поведінка СЕС передбачає раціональність, ефективність і адаптивність.

10. *Моделі життєвих циклів організацій (ЖЦО).* У рамках цього підходу організація (фірма) розглядається як об'єкт, що розвивається в часі та має певний життєвий цикл. Засновниками цього напрямку досліджень вважаються Р. Девіс, І. Адізес, Л. Грейнер, Б. Р. Скотт і Р. Брюс, Д. Міллер, П. Фрейзен та ін. [27–33]. Структура стадії життєвого циклу є багатовимірною. У різних моделях ЖЦО стадії описуються за допомогою декількох внутрішніх характеристик, пов'язаних з організаційним контекстом і структурою організації. До загальних контекстуальних змінних належать: вік і розмір організації, темп зростання, центральні завдання або проблеми, з якими стикається фірма на різних стадіях розвитку [26]. У кожній моделі стадії відрізняються одна від одної за структурою та величиною цих вимірювань.

Організації розвивають різні типи структур у відповідь на загальне зростання та виклики ринку. Відсутність можливості достатньою мірою пристосувати до цих організаційні системи та процеси викликів призводить до криз зростання [31], або «хвороб зростання» (*growing pains*) [30], які можуть зупинити або перешкодити процесу зростання організації. Розуміння особливостей функціонування та розвитку організацій дає можливість здійснити адекватний вибір інструментів і методів управління залежно від стадії розвитку ЖЦО [26].

**Н**аведена класифікація методологічних схем моделювання відкритих СЕС не є повною, проте дає загальне уявлення про застосовувані методи та моделі. Широкий спектр засобів моделювання системи управління поведінкою СЕС дозволяє вибрати адекватні методи та моделі з урахуванням обмежуючих факторів, які, на жаль, має кожна з описаних схем моделювання. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Василенко В. А.** Креативное управление развитием социально-экономических систем : монография. Киев : Освіта, 2010. 772 с.

2. **Васин А. А.** Модели коллективного поведения в социально-экономических процессах. *Математическое моделирование*. 1989. № 5. Том 1. С. 80–94.

- 3. Вохмянин С. В., Сенашов С. И.** Метод «Гусеница»-SSA как инструмент прогнозирования состояния финансового рынка. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2010. № 6. С. 409–410.
- 4. Герасимов Б. И., Пучков Н. П., Протасов Д. Н.** Дифференциальные динамические модели : учебное пособие. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 80 с.
- 5.** Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница» / под ред. Д. Л. Данилова, А. А. Жиглявского. СПб. : Пресском, 1997. 308 с.
- 6. Довбенко М. В., Осик Ю. И.** Современные экономические теории в трудах нобелиантов. М. : Академия Естествознания, 2011. 305 с. URL: <https://www.monographies.ru/book/view?id=129>
- 7. Егоров А. Ю., Сельсков А. В.** Волновая модель развития экономического цикла промышленной корпорации. *Транспортное дело России*. 2011. № 11. С. 41–45.
- 8. Кондратьев Н. Д.** Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М. : Академический проект; Альма Матер, 2015. 642 с.
- 9. Кюнтцель С.** Эволюционное моделирование и критический реализм. *Вопросы экономики*. 2009. № 1. С. 101–109.
- 10. Лоу А. М., Кельтон В. Д.** Имитационное моделирование. 3-е изд. СПб. : Питер; Киев : ВНУ, 2004. 847 с.
- 11. Лычкина Н. Н.** Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития. *Бизнес-информатика*. 2009. № 3 (09). С. 55–67.
- 12. Майминас Е. З.** Социально-экономический генотип общества. *Вестник Московского университета. Серия б. Экономика*. 2016. № 4. С. 186–204.
- 13. Напсо И. М.** Моделирование социально-экономических систем. *Вестник Адыгейского государственного университета*. 2006. № 1. С. 85–87.
- 14. Нельсон Р., Уинтер С.** Эволюционная теория экономических изменений. М. : Дело, 2002. 536 с.
- 15. Поспелов И. Г.** Динамическое описание коллективного поведения на рынке // Математическое моделирование: Методы описания и исследования сложных систем / ред. А. А. Самарский, Н. Н. Моисеев, А. А. Петров. М. : Наука, 1989. 271 с.
- 16. Раєвнева О. В.** Управління розвитком підприємства: методологія, механізми, моделі : монографія. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2006. 496 с.
- 17. Росс Г. В.** Моделирование социально-экономических систем на основе аппарата комбинаторного программирования : дис. ... д-ра экон наук: 08.00.13. М., 2011. 312 с.
- 18. Рыжиков Ю. И.** Имитационное моделирование. Теория и технология. СПб. : КОРОНА принт, 2004. 384 с.
- 19. Рыжов А. П.** Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. М. : Диалог-МГУ, 1998. 116 с.
- 20. Селищев А. С.** Макроэкономика. СПб. : Питер, 2002. 448 с.
- 21.** Система прогнозирования на базе нейронных сетей в промышленности. URL: <https://habrahabr.ru/post/171019/>
- 22. Кононов Д. А., Косяченко С. А., Кульба В. В.** Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем. URL: <http://econ-old.asu.ru/lib/sborn/finmath2001/pdf/1.pdf>
- 23. Форрестер Дж.** Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / пер. с англ.; общая редакция Д. М. Гвишиани. М. : Прогресс, 1971. 340 с.
- 24. Швецова М. Б., Тревого О. И.** Моделі та методи управління розвитком машинобудівних підприємств. *Економіка: реалії часу*. 2015. № 3. С. 91–98.
- 25. Широкова Г. В., Серова О. Ю.** Модели жизненных циклов организаций: теоретический анализ и эмпирические исследования. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 8. Менеджмент*. 2006. № 1. С. 3–27.
- 26. Шмален Г.** Математические модели в экономических исследованиях на предприятии. *Проблемы теории и практики управления*. 1998. № 3. С. 77–82.
- 27. Adizes, I.** *Managing Corporate Lifecycles: How to Get and Stay at the Top*. New Jersey, 1999.
- 28. Davis, R. C.** *The Fundamentals of Top Management*. N. Y. : Harper, Row & Brothers, 1951.
- 29. Flamholtz, E. G.** *Managing the Transition from an Entrepreneurship to a Professionally Managed Firm*. San Francisco : Jossey-Bass, 1986.
- 30. Greiner, L. E.** Evolution and Revolution as Organizations Grow. *Harvard Business Review*. 1972. Vol. 50. July-August. No. 4. P. 37–46.
- 31. Warren, K.** *Strategic Management Dynamics*. London Business School. John Wiley&Sons Ltd, 2008. 720 p.
- 32. Scott M., Bruce R.** Five Stages of Growth in Small Business. *Long Range Planning*. 1987. Vol. 20. Issue 3. P. 45–52.
- 33. Sterman, J.** *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill Higher Education. 2000
- 34. Zadeh, L. A.** Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965. Vol. 8. Issue 3. P. 338–353.
- Науковий керівник – Раєвнева О. В.**, доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри статистики та економічного прогнозування Харківського національного економічного університету ім. Семена Кузнеця

## REFERENCES

Adizes, I. *Managing Corporate Lifecycles: How to Get and Stay at the Top*. New Jersey, 1999.

Davis, R. C. *The Fundamentals of Top Management*. New York: Harper, Row & Brothers, 1951.

Dovbenko, M. V., and Osik, Yu. I. "Sovremennyye ekonomicheskiye teorii v trudakh nobeliantov" [Modern economic theory in the writings of Nobelians]. <https://www.monographies.ru/ru/book/view?id=129>

Flamholtz, E. G. *Managing the Transition from an Entrepreneurship to a Professionally Managed Firm*. San Francisco: Jossey-Bass, 1986.

Forrester, Dzh. *Osnovy kibernetiki predpriyatiya (industrialnaya dinamika)* [Fundamentals of enterprise cybernetics (industrial dynamics)]. Moscow: Progress, 1971.

Gerasimov, B. I., Puchkov, N. P., and Protasov, D. N. *Differentsialnyye dinamicheskiye modeli* [Differential dynamic models]. Tambov: Izd-vo GOU VPO TGTU, 2010.

*Glavnyye komponenty vremennykh ryadov: metod «Gusenitsa»* [The main components of time series: the "Caterpillar" method]. St. Petersburg: Presskom, 1997.

Greiner, L. E. "Evolution and Revolution as Organizations Grow". *Harvard Business Review*. Vol. 50, no. 4 (1972): 37-46.

Kondratev, N. D. *Bolshiy tsikly konyunktury i teoriya predvideniya* [Large cycles of conjuncture and theory of foresight]. Moscow: Akademicheskij proekt; Alma Mater, 2015.

- Kononov, D. A., Kosyachenko, S. A., and Kulba, V. V. Stenarnyy analiz dinamiki povedeniya sotsialno-ekonomicheskikh sistem [Scenario analysis of the dynamics of the behavior of socio-economic systems]. <http://econ-old.asu.ru/lib/sborn/fin-math2001/pdf/1.pdf>
- Kyunttsel, S. "Evolutsionnoye modelirovaniye i kriticheskiy realizm" [Evolutionary modeling and critical realism]. *Voprosy ekonomiki*, no. 1 (2009): 101-109.
- Lou, A. M., and Kelton, V. D. *Imitatsionnoye modelirovaniye* [Simulation modeling]. SPb. : Piter; Kiev : VNU, 2004.
- Lychkina, N. N. "Retrospektiva i perspektiva sistemnoy dinamiki. Analiz dinamiki razvitiya" [Retrospective and perspective of system dynamics. Analysis of the dynamics of development]. *Biznes-informatika*, no. 3 (09) (2009): 55-67.
- Mayminas, Ye. Z. "Sotsialno-ekonomicheskii genotip obshchestva" [Socio-economic genotype of society]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6. Ekonomika*, no. 4 (2016): 186-204.
- Napso, I. M. "Modelirovaniye sotsialno-ekonomicheskikh sistem" [Modeling of socio-economic systems]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 1 (2006): 85-87.
- Nelson, R., and Uinter, S. *Evolutsionnaya teoriya ekonomicheskikh izmeneniy* [Evolutionary theory of economic change]. Moscow : Delo, 2002.
- Pospelov, I. G. "Dinamicheskoe opisaniye kolektivnogo povedeniya na rynke" [Dynamic description of collective behavior in the market]. In *Matematicheskoe modelirovaniye: Metody opisaniya i issledovaniya slozhnykh sistem*. Moscow : Nauka, 1989.
- Raevnieva, O. V. *Upravlinniya rozvytkom pidpriemstva: metodolohiia, mekhanizmy, modeli* [Management of enterprise development: methodology, mechanisms, models]. Kharkiv: VD "INZhEK", 2006.
- Ross, G. V. "Modelirovaniye sotsialno-ekonomicheskikh sistem na osnove apparata kombinatornogo programmirovaniya" [Modeling of socio-economic systems based on the apparatus of combinatorial programming]: *dis. ... d-ra ekon. nauk* : 08.00.13, 2011.
- Ryzhikov, Yu. I. *Imitatsionnoye modelirovaniye. Teoriya i tekhnologiya* [Simulation modeling. Theory and technology]. St. Petersburg: KORONA print, 2004.
- Ryzhov, A. P. *Elementy teorii nechetkikh mnozhestv i izmereniya nechetkosti* [Elements of the theory of fuzzy sets and measurement of fuzziness]. Moscow: Dialog-MGU, 1998.
- "Sistema prognozirovaniya na baze neyronnykh setey v promyshlennosti" [The forecasting system based on neural networks in industry]. <https://habrahabr.ru/post/171019/>
- Scott, M., and Bruce, R. "Five Stages of Growth in Small Business". *Long Range Planning*. Vol. 20, no. 3 (1987): 45-52.
- Selishchev, A. S. *Makroekonomika* [Macroeconomics]. St. Petersburg: Piter, 2002.
- Shirokova, G. V., and Serova, O. Yu. "Modeli zhiznennykh tsiklov organizatsiy: teoreticheskiy analiz i empiricheskiye issledovaniya" [Models of the life cycles of organizations: theoretical analysis and empirical research]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 8. Menedzhment*, no. 1 (2006): 3-27.
- Shmalen, G. "Matematicheskiye modeli v ekonomicheskikh issledovaniyakh na predpriyatii" [Mathematical models in economic research at the enterprise]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*, no. 3 (1998): 77-82.
- Shvetsova, M. B., and Trevoho, O. I. "Modeli ta metody upravlinniya rozvytkom mashynobudivnykh pidpriemstv" [Models and methods for managing the development of machine-building enterprises]. *Ekonomika: realii chasu*, no. 3 (2015): 91-98.
- Sterman, J. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill Higher Education, 2000.
- Vasilenko, V. A. *Kreativnoye upravleniye razvitiyem sotsialno-ekonomicheskikh sistem* [Creative management of the development of socio-economic systems]. Kyiv: Osvita, 2010.
- Vasin, A. A. "Modeli kolektivnogo povedeniya v sotsialno-ekonomicheskikh protsessakh" [Models of collective behavior in socio-economic processes]. *Matematicheskoye modelirovaniye*. Vol. 1, no. 5 (1989): 80-94.
- Vokhmyanin, S. V., and Senashov, S. I. "Metod «Gusenitsa»-SSA kak instrument prognozirovaniya sostoyaniya finansovogo rynka" [Method "Caterpillar"-SSA as a tool for forecasting the state of the financial market]. *Aktualnyye problemy aviatsii i kosmonavтики*, no. 6 (2010): 409-410.
- Warren, K. *Strategic Management Dynamics*. London Business School; John Wiley&Sons Ltd., 2008.
- Yegorov, A. Yu., and Selskov, A. V. "Volnovaya model razvitiya ekonomicheskogo tsikla promyshlennoy korporatsii" [Wave model for the development of the economic cycle of an industrial corporation]. *Transportnoye delo Rossii*, no. 11 (2011): 41-45.
- Zadeh, L. A. "Fuzzy sets". *Information and Control*. Vol. 8, no.3 (1965): 338-353.