

УДК 35.078.4

**Половцев Олег Валентинович**

професор кафедри державного управління і місцевого самоврядування  
Херсонського національного технічного університету,  
доктор наук з державного управління, професор

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ  
СОЦІАЛЬНИХ СИСТЕМ**

*Анотація.* Досліджуються основні сучасні моделі динаміки соціально-економічних процесів та систем різних рівнів. Розглядаються можливості їх застосування в галузі державного управління.

*Ключові слова:* державне управління, системний підхід, моделювання соціально-економічних систем, якість управління.

**Половцев О.В. Методологические подходы моделирования  
динамики социальных систем**

*Аннотация.* Исследуются основные современные модели динамики социально-экономических процессов и систем различных уровней. Рассматриваются возможности их применения в сфере государственного управления.

*Ключевые слова:* государственное управление, системный подход, моделирование социально-экономических систем, качество управления.

**Polovcev O. Methodological approaches dynamics simulation social  
system.**

*Annotation.* The main modern models of the dynamics of the social-economical processes and systems of different levels are researched. Possibilities of its usage in administering of state are considered.

*Key words:* administering of state, system approach, modeling the social-economical system, quality of control.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Функціонування соціально-економічних систем становить складний процес, зумовлений різноманітністю чинників. На сьогодні небагато завдань, що розв'язуються в процесі державного управління, мають аналітичну підтримку у вигляді моделей керованих процесів і систем [1]. Система державного управління становить переплетіння множини структур і процесів різної природи, кожен з яких функціонує у взаємодії та тісній інтеграції з іншими процесами та системами. Прийняття задовільних рішень з прогнозованою

ефективністю неможливе без аналітичної підтримки та передбачає використання певною мірою формалізованої моделі керованого об'єкта. Модель процесу прийняття рішення в галузі державного управління віддзеркалює особливості процедур підготовки та вибору рішень, участь у них адміністрації відповідних рівнів, зв'язок ресурсів та зовнішніх умов зі станом керованої соціально-економічної системи та результатами впровадження рішень.

Таким чином, при побудові моделей соціально-економічних процесів слід вирішувати завдання як декомпозиції структур і процесів, так і їх інтеграції в єдину системну модель з урахуванням мінливих умов зовнішнього середовища.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні спостерігається швидкий розвиток методів математичного моделювання як локальних, так і глобальних соціально-економічних процесів [1,2]. Для визначення основних характеристик та вимог, яким має відповідати математична модель соціально-економічних систем за критеріями її ефективного використання в державному управлінні, варто насамперед установити межі застосування формальних методів у процесах ухвалення рішень. Слід зазначити, що ефективність формальних методів ухвалення рішень значною мірою визначається їх інтеграцією в комп'ютерні системи. Це зумовлено наявністю значної кількості елементів і зв'язків у системах, що моделюються; потребою проведення багатьох обчислень і можливістю застосування розвинутих інтерфейсів користувачів, що дозволяє успішно застосовувати такі методи користувачам без спеціальної підготовки щодо формальних математичних методів.

Можна виокремити три основні типи комп'ютерних систем [2], що доцільно застосовувати при моделюванні динаміки соціально-економічних процесів у державному управлінні: системи автоматичного керування зі змінними керівними впливами, експертні системи та системи підтримки ухвалення рішень (далі – СПУР).

Математичне моделювання процесів у державному управлінні передбачає прогнозування дальшого розвитку подій, що може бути спричинене певним ухваленим рішенням, надання особам, що ухвалюють рішення, повної та достовірної інформації про можливі наслідки їх дій. Таким чином, найбільш прийнятним застосуванням формальних методів моделювання соціально-економічних процесів постає побудова СПУР, що інтегрує сучасні експертні технології.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Безперечно, важливими для державного управління є критерії ефективності і швидкості прийняття рішень у постійно мінливих зовнішніх і внутрішніх умовах, умотивованості виконавців і результативності впровадження рішень. Проте для адекватного опису закономірностей розвитку соціально-економічних процесів та управління ними потрібно здійснювати дослідження, що базуються на системному підході, використовують провідні сучасні методики та забезпечують прийнятну якість рішень у державному управлінні.

**Формулювання цілей статті.** Мета полягає в дослідженні основних сучасних методів і підходів до моделювання динаміки соціально-економічних систем, в аналізі можливостей їх застосування в галузі державного управління, у визначенні напрямків удосконалення наявних підходів для забезпечення належної якості управління.

**Виклад основного матеріалу.** У роботі досліджуються методи побудови моделей динаміки соціально-економічних процесів і систем різних рівнів, які певною мірою базуються на засадах системного підходу.

На початку 70-х років ХХ сторіччя американський дослідник Форестер запропонував метод системної динаміки, який передбачає узагальнення кількісних даних про розвиток сучасної цивілізації та базується на імітаційних комп'ютерних дослідженнях міждисциплінарного характеру [2; 3]. Досліджуваний процес у методі системної динаміки розглядається у вигляді діаграми, що складається з петель позитивного та

негативного зворотного зв'язку, і потім моделюється з використанням систем диференціальних рівнянь. На основі цього методу було розроблено моделі динаміки підприємства, динаміки міста, національної динаміки та модель світової системи [3], основними параметрами якої є рівні населення, капіталовкладень, природних ресурсів, фондів сільського господарства, забруднення навколишнього середовища.

Форестер визначив, що адекватність моделювання соціально-економічних систем, зокрема національного рівня, при державному управлінні може бути значною мірою підвищена за допомогою широкого застосування нелінійності, що здатна забезпечити сталість моделі щодо варіацій значень параметрів та обмежити амплітуду коливань значень вихідних величин. У методології системної динаміки нелінійність полягає в чергуванні домінуючих петель зворотного зв'язку.

Це положення може бути проілюстровано на прикладі динаміки кількісних змін у популяції живих істот, так званій логістичній еволюції [4]. На початковому етапі, коли популяція відносно незначна, її збільшення має експоненціальний характер, тобто темп зростання пропорційний чисельності популяції. Це означає домінування петлі позитивного зворотного зв'язку. Проте як тільки чисельність популяції досягне певного рівня, її зростання сповільнюється і поступово стає рівним нулю, тобто вмикається петля від'ємного зворотного зв'язку, який спочатку нейтралізує вплив петлі позитивного зворотного зв'язку, а потім призводить систему в стан рівноваги. Цей стан зберігається до того моменту, поки в системі не відбудуться певні зміни якісного характеру, здатні порушити рівновагу. Таким чином, має місце чергування періодів експоненційного зростання та стабільності системи [4].

Схожі явища в соціально-економічних макросистемах уперше описані російським економістом Кондратьєвим [5]. Він довів існування циклів (довгих хвиль) у динаміці розвитку великих соціально-економічних систем за допомогою статистичного аналізу динамічних рядів багатьох

економічних показників. Кожний такий цикл продовжується близько 50 років і складається з чотирьох фаз – процвітання, спаду, депресії та поновлення. Такі фази життєвого циклу є характерними для багатьох соціально-економічних об'єктів – держав, підприємств, особистостей, винаходів тощо.

На думку американського вченого де Гріна [2], такий феномен віддзеркалює системний процес еволюції, нестабільності та структурних змін у соціотехнічній макросистемі та належить не тільки до економічних, але й до соціальних, технологічних, екологічних, психологічних і політичних сфер суспільства. Він є наслідком колективної поведінки націй, які стають усе більш тісно пов'язані спільними технологіями, системами освіти, інформаційними та транспортними комунікаціями. Для країн Північної Америки в період з 1785 до 2011 рр. де Гріном були розраховано чотири цикли Кондратьєва, що починаються 1785 р., 1860 р., 1905 р. і 1948 р. та мають тривалість 65, 56, 41 і 63 роки відповідно.

Дослідження Форестера ініціювали виникнення нового наукового напрямку – глобалістики як системи міждисциплінарних знань, що стосуються найважливіших проблем міждержавного та світового рівнів. Сучасні глобалістичні дослідження мають три аспекти: дослідження сутності та конкретних проявів проблем глобального розвитку; пошук рішень таких проблем; прогнозування перспектив світової спільноти в контексті планетарної проблематики. Однією з найбільш популярних ідей дослідження таких проблем є концепція сталого розвитку людства, яке задовольняє сучасні потреби, проте не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби [2].

У галузі державного управління концепція сталого розвитку разом із демографічними, енергетичними та екологічними складовими глобальних проблем передбачає дослідження соціальних і політичних проблем, розробку стратегій розвитку.

Наприкінці 80-х років німецький учений Вайдліх розробив методику

побудови математичних моделей соціальних систем [6]. Методика базується на описі поведінки соціальної системи за допомогою макрозмінних (наприклад, показники споживання товарів, інвестиції, політичні і релігійні погляди). Розв'язки таких моделей, як правило, відповідають одному з наведених нижче випадків.

1. Система може досягти сталого стану щодо макрозмінних; у складних стаціонарних моделях можливе існування декількох стаціонарних станів.

2. Система може поводити себе квазіциклічно, тобто наблизитися до граничного циклу або періодично повертатися в певну ділянку значень змінних.

Розглянемо простий приклад побудови моделей за такою методикою. Вайдліх вводить поняття активної змінної  $x$ , що може посилювати або послаблювати пасивну змінну  $y$ . Взаємодія  $x$  та  $y$  може бути описана за допомогою диференціальних рівнянь логістичного типу

$$dx/dt = x(a(y)s - x),$$

$$dy/dt = y(b(x)s - y),$$

де  $t$  – час;  $a(y)$ ,  $b(x)$  – функції впливу.

У [4] наведено приклади моделювання відповідно до схеми циклів Кондратьєва та на якісному рівні – взаємодії народу та уряду.

Ще одна цікава модель складної соціальної системи – модель Ханемана, що базується на теорії Парето [7]. Система суспільство має три підсистеми – матеріальне виробництво, культуру та політичне управління. Функціонування кожної підсистеми визначається за допомогою зворотних зв'язків. Так, підсистема політичного управління коливається між максимальною централізацією та максимальною децентралізацією влади. Збільшення ступеня централізації управління спричиняє опір, що призводить до більшої децентралізації; збільшення обсягів інвестування призводить до зростання виробництва; посилення традиціоналізації (консерватизму) – до обмеження підприємництва; економічна експансія

сприяє лібералізації та децентралізації влади.

Підсистема культури, за Парето, є саморегулювальною, проте стан динамічної рівноваги в ній підтримується переходом від кризи до кризи, а саме: якщо культура стає достатньо традиційною (консервативною), виникає так звана криза відчуження, що призводить до зростання інтелектуальної свободи в суспільстві. Ця тенденція в свою чергу призводить до нової кризи у вигляді руйнування культурних традицій, що породжує опір, який призводить до виникнення нових традицій і канонів.

Ханеман описав основні положення теорії Парето в термінах системної динаміки та виконав серію обчислювальних експериментів за двома сценаріями. За першим припускалося, що системи суспільства функціонують ізольовано одна від одної. Виявилось, що в такому разі в підсистемах політичного управління і культури мають місце циклічні коливання, у той час як підсистема економіки перебуває в стані рівноваги. За другим сценарієм було враховано зв'язки між підсистемами, що призвело до появи в підсистемі економіки циклічних коливань, причиною яких були стимули з підсистем культури та управління. Хвилі в економіці у свою чергу збільшують амплітуду циклів в політиці та культурі.

На окрему увагу заслуговує розроблена Лютербахером модель SIMPEST – комп'ютерна динамічна модель взаємовідносин між державами, кожна з яких у свою чергу описується індивідуальною моделлю, що складається з системи пов'язаних між собою інтегродиференціальних рівнянь [8]. Структура моделі держави складається з трьох секторів: урядового, економіки та ресурсів, внутрішньої політики. Крім взаємодії секторів, у межах кожної держави існує взаємодія урядових секторів різних держав, що дозволяє розглядати моделювання міжнародних відносин. Модель SIMPEST достатньо адекватно прогнозує динаміку певних показників, проте має й певні недоліки. На відміну від моделі Ханемана, модель Лютербахера базується на передумові, що державна політика визначається переважно економічними чинниками.

Такий підхід за певних обставин може призвести до зменшення адекватності результатів моделювання.

Річардсоном запропоновано модель антагоністичної поведінки суб'єктів соціально-економічних систем [9]. Наприклад, біполярна модель гонки озброєнь двох сторін (держав) може бути представлена за допомогою системи диференціальних рівнянь такого вигляду:

$$dx/dt = ay - mx + r,$$

$$dy/dt = bx - ny + s.$$

Адекватність моделі було перевірено Річардсоном на прикладі гонки озброєнь перед Першою світовою війною між Росією і Францією, з одного боку, та Німеччиною і Австро-Угорщиною – з іншого [7,9].

Останні десятиріччя, описуючи соціально-економічні системи, деякі дослідники вдаються до використання об'єктно орієнтовного підходу (далі – ООП) [2]. Він передбачає, що будь-яка сутність або сутнісне утворення, організація або окремий елемент, що сприймаються системою, визначається як соціально-економічний об'єкт, співвіднесений з певним класом, екземпляром якого є цей об'єкт. Клас детермінує правила поведінки об'єкта, які інтерпретуються залежно від сучасної ситуації у вигляді дій щодо інших об'єктів, зокрема щодо об'єкта самої системи, відношення до процесів та реакції на події.

Уведення поняття узагальненого об'єкта соціально-економічної системи на державному чи регіональному рівні дозволяє уявити простір станів системи як однорідну структуру, кожна точка якої відповідає певному соціально-економічному об'єкту. Система складається з множини моделей об'єктів – сутностей, що пов'язані одна з одною взаємними договорами, угодами, формальними та реальними відносинами. Сукупність цих моделей утворює соціально-економічне середовище. В описаному за допомогою ООП середовищі виконується квазіпаралельне моделювання поведінки кожної з оголошених сутностей поза залежністю від структури та системної приналежності. Це означає, що сутність будь-



якого рівня чи то система в цілому, підрозділ або окремий елемент має власний погляд на певну ситуацію та діє відповідно до власного сприйняття. Кожна сутність у своїй поведінці керується правилом поліпшення чи принаймні непогіршення власного стану, стану системи, до складу якої вона входить, та стану своїх партнерів. Опис поведінки об'єктів може здійснюватися для кожного класу окремо або у вигляді узагальнених сценаріїв системоутворювальних процесів.

Така об'єктно орієнтовна структура системи надає можливість уникнути суперечності за умов наявності різних аксіоматичних наборів, яка обов'язково має місце в будь-якій логіко-математичній системі, що застосовується для розв'язання соціально-економічних завдань у державному управлінні [1; 2]. За об'єктно-орієнтовним підходом єдина логічна система існує лише всередині певного об'єкта та є інкапсульованою щодо інших об'єктів.

**Висновки з даного дослідження.** Розробка та використання математичних методів моделювання в аналізі та управлінні соціально-економічними процесами останніми роками набуває все більшого поширення. Проте формальні методи опису та моделювання саме проблем соціально-економічного характеру на основі принципів системного аналізу на сьогодні є найменш розробленими порівняно з іншими аспектами глобальних проблем у галузі державного управління. Слід зазначити, що для основних наявних підходів до моделювання динаміки та управління соціально-економічними системами головним недоліком є відсутність процедур оцінювання якості управління. За сучасних умов це значно знижує ефективність застосування таких підходів у державному управлінні.

**Перспективи подальших розвідок.** Дальшого дослідження потребує проблема розробки процедур оцінювання якості управління, що потрібні для обґрунтування оптимізаційних заходів, обґрунтування програм дій та управлінських рішень в державному управлінні.

## Список використаних джерел

1. Малиновський В. Я. Державне управління : навч. посібник / Малиновський В. Я. – К.: Атика, 2003. – 576 с.
2. Згуровский М. З. Исследование социальных процессов на основе методологии системного анализа / М. З. Згуровский, А. В. Доброногов, Т. Н. Померанцева. – К.: Наукова думка, 1997. – 222 с.
3. Форрестер Дж. Мировая динамика / Форрестер Дж. – М.: Наука, 1977. – 168 с.
4. Пригожин И. Порядок из хаоса / Пригожин И., Стенгерс И. – М.: Наука, 1986. – 260 с.
5. Кондратьев Н. Д. Проблемы экономической динамики / Кондратьев Н. Д. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 278 с.
6. Weidlich W. Stability and Cyclicity in Social Systems / Weidlich W. // Behavioral Science. – 1988. – №33. – P. 241-256.
7. Плотинский Ю. М. Математическое моделирование динамики социальных процессов / Плотинский Ю. М. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 133 с.
8. Luterbacher U. Modeling politico-economic interactions within and between nations / Luterbacher U., Allan P. // Int. Polit. Sci. Rev. – 1982. – 3. – № 4. – P.404-433.
9. Richardson L. Arms and insecurity / Richardson L. – Pittsburg: Boxwood, 1960. – 210 p.

**Statement of the problem.** The functioning of social and economic systems – a complex process due to many factors. Today, the challenge in governance have little analytical support in the form of model-driven processes and systems. The system of government – a binding set of structures and processes of different nature, each of which operates in close collaboration and integration with other processes and systems.

**Urgency.** Model decision-making process in public administration reflects the features of procedures for the preparation and choice-making and participation of the administration of appropriate levels of resources and communication with the external environment as the guiding socio-economic system and the results of the implementation of solutions.

**The purpose of the article** – to explore basic modern model of the dynamics of socio-economic processes and systems at different levels.

**Our task was to study** – to explore major contemporary research methods and approaches to modeling the dynamics of socio-economic systems, to analyze of their possible application in the field of public administration,

identify areas for improvement of the existing approaches to ensure quality control.

**Summary.** In this paper explore the methods of constructing models of the dynamics of socio-economic processes and systems at various levels, to some extent based on the principles of a systems approach.

American researcher Forrester proposed a method of system dynamics, which involves synthesis of quantitative data on the development of modern civilization and is based on computer simulation studies of an interdisciplinary nature. Studied processes in the method of system dynamics is considered as a diagram consisting of a loop of positive and negative feedback, and then modeled using systems of differential equations. Based on this method have been developed dynamic model of the enterprise, the dynamics of the city, national and dynamics model of the world system, the main parameters which have population level of capital, natural resources, agricultural funds, pollution.

Russian economist Kondratiev are talking about cycles (long wave) in the dynamics of the major socio-economic systems using statistical analysis of time series of many economic indicators. Each such cycle lasts about 50 years and consists of four phases – prosperity, recession, depression and renewal. These phases of the life cycle is typical of many socio-economic facilities – states, businesses, individuals, inventions.

German scientist Vaydlich developed a method of constructing mathematical models of social systems. The technique is based on the description of the behavior of social systems using variables (indicators of consumption goods, investment, political and religious beliefs).

Haneman's model of system of society has three subsystems: material production, culture and political governance. Increasing the degree of centralization of management leads to resistance, which leads to greater decentralization; increase in investment leads to increased production; strengthening conservatism – to limit business; economic expansion promotes liberalization and decentralization of power.

**Conclusions and outcomes.** The main drawback to the main approaches to modeling the dynamics and management of socio-economic systems is the lack of procedures for evaluating the quality of governance. Under the present conditions, it greatly reduces the effectiveness of such approaches in public administration.

Further research problem requires the development of quality control assessment procedures that are necessary to study the optimization measures justify action programs and management decisions in government.