

6. Durlauf S. N., Young H. P. The new social economics: The perspective from behavioural economics. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2001. Vol. 44, No. 2. P. 1–17.
7. Kirman A. Complex economics: Individual and collective rationality. *Complexity*. 2016. Vol. 21, № S1. P. 23 – 30.

УДК 330.4:303.732.4

МЕТОДИ СИСТЕМНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ДОСЛІДЖЕННІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Єременко Л. В.

кандидат психологічних наук, доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2871-1184>

Єременко Д. В.

доктор економічних наук, професор

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9491-3817>

Соціально-економічні системи характеризуються складною багаторівневою організацією, значним різноманіттям елементів, високою чутливістю до зовнішніх впливів і мінливістю поведінки суб'єктів, що робить їх аналіз надзвичайно складним завданням. У сучасних умовах глобалізації, цифрової трансформації, прискорення технологічного розвитку й загострення соціально-економічних дисбалансів традиційні методи дослідження втрачають здатність об'єктивно відображати реальні процеси та забезпечувати обґрунтовані управлінські рішення. Нелінійний характер економічної динаміки, непередбачуваність поведінкових реакцій, вплив інституційних та психологічних факторів, виникнення кризових явищ і зворотних зв'язків між процесами обумовлюють необхідність використання підходів, що здатні враховувати складність та адаптивність соціально-економічних систем. У цьому контексті системне моделювання виступає найефективнішим інструментом для формалізації реальних взаємозалежностей, проведення сценарного аналізу та прогнозування наслідків управлінських рішень.

Основні матеріали дослідження. Системне моделювання ґрунтується на засадах загальної теорії систем, кібернетики та синергетики, розглядаючи соціально-економічні явища як відкриті адаптивні структури, що функціонують у часовому вимірі в умовах неповної інформації та постійного впливу зовнішніх чинників. Першим етапом моделювання є структурно-функціональний аналіз, що передбачає виокремлення елементів системи, встановлення напрямів і сили взаємозв'язків між ними, визначення потоків ресурсів, інформації та цільових орієнтирів учасників. Особливо важливо враховувати наявність позитивних і негативних зворотних зв'язків, які визначають логіку розвитку: стабілізацію або посилення відхилень.

Соціально-економічні моделі можуть бути макро-, мезо- або мікрорівневими. Макромоделі використовуються для аналізу розвитку національної економіки, мезопідходи — для дослідження регіональних і галузевих систем, а мікрomodелі описують поведінкові особливості окремих економічних суб'єктів, враховуючи психологічні, когнітивні та соціальні чинники. Для підвищення точності дослідження все частіше застосовуються багаторівневі моделі, які поєднують аналіз індивідуальної поведінки з агрегованими результатами на макрорівні.

У виборі моделювальних інструментів важливо враховувати дослідницьку мету. Для кількісного аналізу застосовуються економіко-математичні та оптимізаційні моделі, які

описують залежності між змінними в аналітичній формі. Проте в ситуаціях, коли суттєву роль відіграють поведінкові фактори або якісні взаємозв'язки, використовуються когнітивні моделі й експертні системи. Особливе місце займають імітаційні моделі, що дозволяють відтворювати поведінку системи у штучно створеному середовищі, наближеному до реальних умов, і проводити дослідження, які неможливо реалізувати в реальності через високі ризики або значні витрати.

Агентно-орієнтоване моделювання дає змогу аналізувати систему «знизу догори», враховуючи адаптивність суб'єктів, їхню індивідуальну логіку прийняття рішень, соціальні впливи та мережеву структуру взаємодії. Саме цей підхід дозволяє пояснювати феномени, такі як паніка на фінансових ринках, інноваційні хвилі, ефекти нерівності та нелегальні ринки, що не проявляються в агрегованих макромоделях. Водночас системна динаміка орієнтується на дослідження часової структури процесів, накопичення ефектів і затримок реакцій, що дає змогу виявляти порогові точки зміни режиму функціонування системи.

Сучасні інформаційні технології суттєво розширюють можливості системного моделювання. Інтеграція з Big Data забезпечує врахування прихованих тенденцій і слабких сигналів розвитку подій, а методи машинного навчання дозволяють створювати адаптивні моделі, здатні реагувати на нові дані. Концепція цифрових двійників відкриває можливість експериментувати із віртуальними копіями реальних економічних систем і перевіряти управлінські стратегії без ризику їх запровадження у реальності. Таким чином, системне моделювання стає інструментом не лише академічного аналізу, а й практичного управління.

Невід'ємним елементом моделювання є оцінка ризиків та сценарний аналіз. При дослідженні фінансової стабільності, демографічних змін, ринку праці або регіонального розвитку оцінюється цілий спектр можливих траєкторій — від оптимістичних до кризових. Це дозволяє сформулювати більш стійку політику, передбачати реакції системи на випадкові шоки та завчасно готувати стабілізаційні механізми. Важливо й те, що до побудови моделей можуть залучатися різні групи стейкхолдерів — влада, науковці, бізнес, громадські організації, що формує вищий рівень легітимності управлінських рішень.

Системне моделювання стає основою аналізу просторового розвитку: прогнозування міграційних потоків, агломераційних ефектів, транспортної інфраструктури, територіального перерозподілу ресурсів. Просторові моделі дозволяють оцінювати перспективи регіонів і формувати збалансовану територіальну політику. Із розвитком цифрових інструментів такі моделі інтегруються з геоінформаційними системами та платформами візуалізації, що робить аналіз прозорим і доступним.

Системне моделювання включає обов'язкові етапи: концептуалізацію, формалізацію, параметризацію, валідацію, ітеративне вдосконалення та інтерпретацію результатів з виробленням рекомендацій. У процесі валідації використовують емпіричні дані, методи статистичного порівняння, експертну оцінку та аналіз чутливості моделі до зміни ключових параметрів. Це забезпечує підвищення достовірності прогнозів і дає змогу уникнути перенавчання моделей на історичних даних, що позбавляє їх здатності передбачати майбутні структурні зрушення.

Системне моделювання формує наукове підґрунтя для розроблення політики сталого та інклюзивного розвитку, заснованої на збалансованості економічних, соціальних та екологічних інтересів суспільства. Воно дозволяє визначати допустимі межі деградації показників, критичні точки кризи й інструменти їх попередження, роблячи процес управління не реактивним, а проактивним.

Порівняльні характеристики методів моделювання соціально-економічних систем

Метод	Характер даних	Сильні сторони	Обмеження	Типові сфери застосування
Системна динаміка	агреговані	Врахування часових затримок та циклічності	Спрощення структури системи	Аналіз макрополітики, сталий розвиток
Агентно-орієнтовані моделі	децентралізовані	Відображення індивідуальної та колективної поведінки	Висока обчислювальна складність	Ринки праці, фінанси, інновації
Імітаційні моделі	змішані	Безризикове тестування управлінських рішень	Залежність від якості даних	Державне управління, соціальна політика
Оптимізаційні моделі	формалізовані	Пошук найбільш ефективних рішень	Жорсткі припущення	Логістика, розподіл ресурсів
Когнітивне моделювання	експертні	Врахування якісних факторів	Суб'єктивність результатів	Стратегічне планування

Системне моделювання в соціально-економічних дослідженнях забезпечує цілісне розуміння структурних взаємозалежностей і механізмів розвитку суспільства, дозволяє оцінювати варіантність майбутніх станів, підтримує процес прийняття управлінських рішень і сприяє формуванню стратегій стійкого розвитку. Завдяки поєднанню кількісних і якісних методів, здатності враховувати поведінкові особливості, часову динаміку та ризики воно забезпечує наукове підґрунтя для підвищення ефективності державної політики, конкурентоспроможності економіки та добробуту населення. Подальше вдосконалення моделей пов'язане з розвитком інтелектуальних технологій, розширенням масивів доступних даних і підвищенням відкритості процесів моделювання для суспільства.

Список використаних джерел

1. Григорук П. М., Григорук С. С. Аналіз підходів до моделювання соціальної сфери регіону. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. 2018. № 1(13). С. 88–95.
2. Дума Л. В. Імітаційне моделювання прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України в умовах нестаціонарності. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т. 27, № 2. С. 174–177.
3. Шамрін Р. В. Імітаційне моделювання економічних систем: програмні засоби та напрями їх удосконалення. *Економіка та держава*. 2016. № 1. С. 35–39.
4. Григорук П., Пайонк О., Хрущ В. Інноваційно орієнтовані соціально-економічні системи як об'єкт моделювання. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 2022. № 1. С. 146–152.
5. Ginis L. A. Methodological basis of simulation and cognitive modelling technology of socio-economic systems. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1661. Art. 012035.
6. Nguyen T., Cook S., Ireland V. Application of system dynamics to evaluate the social and economic benefits of infrastructure projects. *Systems*. 2017. Vol. 5, No. 2. P. 29.
7. Steinbacher M., Raddant M., Karimi F., Camacho Cuena E., Alfarano S., Iori G., Lux T. Advances in the agent-based modeling of economic and social behavior. *SN Business & Economics*. 2021. Vol. 1. Art. 99.