

Білоусова Т.П.

старший викладач

Херсонський державний аграрно-економічний університет

М. Херсон – м. Кропивницький, Україна

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ: ІННОВАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ТА МАТЕМАТИЧНІ ПІДХОДИ

У сучасних умовах глобальної цифровізації економіки та посилення конкуренції успішний розвиток будь-якої організації неможливий без впровадження інноваційних підходів до управління. Менеджмент ХХІ століття трансформується у напрямі цифрового менеджменту, де ключову роль відіграють інформаційно-комунікаційні технології, аналітичні платформи, штучний інтелект та математичне моделювання. Математичні моделі та кількісні методи дозволяють зробити управлінські рішення науково обґрунтованими, прогнозованими та оптимальними, що підвищує ефективність функціонування підприємств у динамічному ринковому середовищі.

Проте традиційні математичні інструменти управління — такі як класичні оптимізаційні чи статистичні моделі — часто не враховують складності сучасних цифрових процесів, багатовимірності даних та динамічного характеру бізнес-середовища. Саме тому виникає потреба у впровадженні нових підходів до використання математичних методів, які поєднують аналітичну точність із гнучкістю цифрових технологій.

Сучасний етап розвитку менеджменту характеризується появою інтелектуальних систем підтримки рішень, машинного навчання, імітаційного та агентного моделювання, а також цифрових двійників. Ці інструменти не лише розширюють можливості аналітики, а й забезпечують здатність систем управління адаптуватися до змін у реальному часі. Таким чином, інноваційні математичні підходи стають основою формування нової парадигми — моделювально-аналітичного управління, що об'єднує наукове моделювання, цифрові технології та стратегічне бачення [4].

Нові підходи до використання математичних методів у системі управління.

Інтелектуальне моделювання на основі машинного навчання. Сучасні методи дозволяють створювати адаптивні математичні моделі, які самостійно оновлюють параметри у реальному часі та застосовуються для прогнозування попиту, оптимізації запасів і персоналізації маркетингових стратегій. Поєднання математичної оптимізації з нейронними мережами забезпечує динамічне ціноутворення та підвищення ефективності управління. Важливими є сучасні підходи до математичного моделювання в менеджменті, включно з оптимізацією, імітаційним моделюванням та аналітикою даних. Evans G. W. у книзі *Mathematical Models in Management Science* розглядає інтеграцію статистичних і машинних методів для управлінських рішень [1], а Laudon K. та Laudon J. — використання AI і машинного навчання в прогнозуванні та фінансовому менеджменті [3].

Підхід Data-Driven Management (управління на основі даних). Підхід базується на використанні статистичного аналізу, регресійного моделювання та кластеризації для прийняття управлінських рішень. Менеджери спираються не на інтуїцію, а на кількісні показники, отримані з цифрових систем (CRM, ERP, IoT). Інноваційним елементом є створення цифрових панелей управління, що візуалізують результати математичного аналізу в реальному часі [3].

Симуляційне та агентне моделювання. Імітаційні та агентні моделі дозволяють досліджувати поведінку складних систем, коли аналітичні методи непридатні. Вони ефективні для аналізу ринку, конкурентних стратегій та ризиків у проектному менеджменті, враховуючи індивідуальні цілі агентів та формуючи колективну поведінку системи. Fulford, Forrester та Jones розглядають побудову математичних моделей і симуляцій у складних системах для цифрового менеджменту [2], а Sorger досліджує динамічне моделювання економічних процесів і поведінку економічних агентів [6].

Оптимізація рішень у реальному часі. Поєднання математичного програмування з потоковою обробкою даних дозволяє створювати системи оперативного управління, що реагують на зміни миттєво. Використовуються методи динамічного програмування, генетичні алгоритми, алгоритми рою частинок тощо [1; 6].

Цифрові двійники (Digital Twins). Цифровий двійник – це віртуальна копія процесу чи системи, побудована на основі математичних моделей. Вони застосовуються для прогнозування наслідків управлінських рішень, оптимізації виробництва та тестування стратегій. Інноваційність полягає в поєднанні системної динаміки та ІТ-даних. Цифрові двійники (Digital Twins) — це сучасна концепція, яка поєднує математичне моделювання, системну динаміку та цифрові технології (ІТ-аналітику, IoT, big data) [2]. Laudon К. та Laudon J. підтримують цю концепцію із боку інформаційних систем, цифрових платформ, інтеграції даних у реальному часі [3].

Математична підтримка стратегічного планування. Застосовуються моделі сценарного аналізу, багатокритеріальної оптимізації та аналізу чутливості для оцінки впливу факторів на результати. Це дозволяє формувати збалансовані стратегії інноваційного розвитку підприємства, і це є вже вищим рівнем застосування математичних методів у менеджменті, пов'язаним із моделюванням стратегій, багатокритеріальною оптимізацією та аналізом сценаріїв [1]. Porter М. Е. пояснює принципи стратегічного менеджменту та формування конкурентних стратегій, які можуть бути кількісно підтримані математичними моделями (через сценарний та оптимізаційний аналіз) [5].

Синтез математичних методів і штучного інтелекту. Поєднання класичних математичних методів зі штучним інтелектом створює гібридні системи управління, які здатні самостійно формувати управлінські рекомендації. Такі системи забезпечують більш точне та гнучке прийняття рішень [3; 5].

Перспективи розвитку математичного моделювання у цифровому менеджменті. Перспективи розвитку математичного моделювання у сучасному менеджменті пов'язані з глибшою цифровізацією економіки та використанням штучного інтелекту. Математичні моделі стають ключовим елементом стратегічного управління, що забезпечує адаптивність і точність рішень. У майбутньому очікується інтеграція нейроматематичних моделей, які об'єднують логіку рівнянь із гнучкістю нейронних мереж. Важливими напрямками є когнітивне моделювання, хмарні аналітичні платформи та верифікація алгоритмів штучного інтелекту. Такі підходи сприятимуть створенню самонавчальних систем управління та формуванню нової парадигми — моделювально-аналітичного менеджменту [1; 3; 5].

Висновки: Математичні моделі та цифрові технології створюють потужний інструментарій для ефективного управління в умовах інноваційного розвитку. Вони підвищують якість управлінських рішень, мінімізують ризики та забезпечують наукову обґрунтованість дій. Інтеграція аналітики, штучного інтелекту та математичних методів формує основу цифрового інтелектуального менеджменту — нової системи управління, де точність математичного аналізу поєднується з інноваційним мисленням.

Література:

1. Evans, G. W. *Mathematical Models in Management Science*. Wiley. 2019. P.60-93.
2. Fulford, G., Forrester, P., & Jones, A. *Model Building and Simulation in Engineering*. Springer. 2021. Vol. 29. №3. P.181-209.
3. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*. Pearson. 2022. №2. P.25-71.
4. Манків, Грегорі Н. *Макроекономіка* /пер. з англ.; Наук. ред. пер. С. Панчишина. Київ: Основи, 2000. 588 с.
5. Porter М. Е. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Pres. 1998. Vol. 3. №1. P.37-88.
6. Sorger, G. *Dynamic Economic Analysis: Deterministic Models in Discrete Time*. Cambridge University Press. 2015. Vol. 43. P.354-488.