

УДК: 330.4:004.9:005.7

DOI: 10.31673/2415-8089.2026.035409

Терещенко Лариса Олександрівна
кандидат економічних наук, професор,
Український гуманітарний інститут
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0680-52>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ІНТЕГРАЦІЇ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У ЦИФРОВІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

У статті досліджено методологічні засади інтеграції економіко-математичних моделей у цифрові системи управління підприємствами в умовах прискорення цифрової трансформації економіки. Обґрунтовано необхідність переходу від ізольованого використання математичного моделювання до формування інтегрованого цифрового контуру підтримки управлінських рішень, у межах якого дані оперативних інформаційних систем трансформуються в аналітичну інформацію, прогнозні оцінки та управлінські рекомендації. Визначено основні компоненти такого контуру: джерела даних, інтеграційний рівень, сховище даних, економіко-математичні моделі, аналітичний рівень, візуалізація результатів та механізм управлінського зворотного зв'язку.

Систематизовано основні типи економіко-математичних моделей, доцільних для інтеграції в цифрові системи управління: оптимізаційні, прогнозні, економетричні, імітаційні, сценарні та моделі оцінювання ризиків. Запропоновано авторський методологічний підхід, що передбачає послідовне проходження етапів формування інформаційної бази, підготовки даних, вибору моделі, її калібрування, інтеграції з цифровою системою, генерації аналітичних результатів та оцінювання економічного ефекту управлінського рішення.

Обґрунтовано доцільність використання багаторівневої архітектури інтеграції економіко-математичних моделей з ERP-, BI- та іншими цифровими системами управління. Визначено ключові принципи інтеграції: системність, достовірність даних, адаптивність моделей, масштабованість, прозорість, безперервність аналітичного циклу та орієнтація на економічний результат. Особливу увагу приділено використанню цифрової аналітики та штучного інтелекту як інструментів підвищення адаптивності моделей.

Запропоновано систему показників оцінювання результативності інтеграції моделей, яка охоплює точність прогнозування, швидкість формування управлінської інформації, економію ресурсів, зниження ризиків та економічний ефект від реалізації управлінських рішень. Практичне значення запропонованого підходу полягає у можливості його застосування під час цифрової трансформації систем управління підприємствами різних видів економічної діяльності.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, цифрова трансформація, цифрова система управління, ERP, BI, бізнес-аналітика, управлінські рішення, економетричне моделювання, прогнозування, оптимізація.

Постановка проблеми. Цифрова трансформація підприємств змінює не лише технологічну основу ведення бізнесу, а й підходи до формування та реалізації управлінських рішень. Якщо традиційна система управління значною мірою ґрунтувалася на періодичній звітності, експертних оцінках та ретроспективному аналізі, то цифрове середовище створює можливості для постійного моніторингу діяльності, оперативного прогнозування та моделювання альтернативних сценаріїв розвитку.

Сучасні цифрові системи накопичують значні масиви фінансової, виробничої, маркетингової, кадрової та логістичної інформації. Однак сама наявність даних не забезпечує підвищення якості управління. Економічна цінність цифрових даних виникає тоді, коли вони перетворюються на аналітичну інформацію, прогноз, оцінку ризику або обґрунтовану рекомендацію щодо управлінського рішення.

Саме тому особливої актуальності набуває інтеграція економіко-математичних моделей

безпосередньо в цифровий контур управління підприємством. Сучасні дослідження цифрової трансформації наголошують на переході від простої цифровізації окремих операцій до системної перебудови способів створення та використання економічної цінності [1; 2].

Водночас на практиці економіко-математичні моделі часто функціонують відокремлено від інформаційної інфраструктури підприємства. Аналітик отримує дані з ERP-системи, експортує їх до електронних таблиць або спеціалізованого програмного середовища, здійснює розрахунки, після чого результати вручну повертаються до управлінського процесу. Такий підхід створює часові затримки, підвищує ризик помилок і зменшує оперативність управління.

Отже, наукова проблема полягає у формуванні методологічного підходу до інтеграції економіко-математичних моделей у цифрові системи таким чином, щоб модель стала не окремим аналітичним інструментом, а функціональним елементом системи підтримки управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика цифрової трансформації управління активно досліджується вітчизняними та зарубіжними науковцями. У сучасній літературі цифрова трансформація розглядається як комплексний процес, що охоплює технологічні, організаційні, стратегічні та економічні зміни. Verhoef et al. виділяють взаємопов'язані етапи цифрової трансформації та підкреслюють необхідність відповідної трансформації організаційних структур і систем оцінювання результативності [1].

Schallmo, Williams та Boardman розглядають цифрову трансформацію як структурований процес, що передбачає послідовне визначення цифрових можливостей, зміни бізнес-моделі та використання відповідних технологічних засобів [2].

В українських дослідженнях значна увага приділяється цифровій трансформації бізнес-процесів, цифровим інструментам управління та ERP-системам. Зокрема, дослідження українських підприємств демонструють актуальність інтеграції цифрових технологій у бізнес-процеси як складової стратегічного розвитку [3; 4].

Бегун, Хомюк та Подзізей досліджують використання економетричних методів і моделей для прийняття управлінських рішень в умовах цифрової трансформації, підкреслюючи значення прогнозування та кількісного обґрунтування управлінських рішень [5].

Окремий напрям формують дослідження інтеграції ERP та BI. Емпіричні результати свідчать про позитивний зв'язок між розвитком ERP, інноваційністю, функціональністю бізнес-аналітики та результативністю підприємств [6].

Сучасні роботи також розглядають інтеграцію ERP із системами управління результативністю, де дані оперативних модулів проходять через рівень інтеграції, аналітичну та управлінську обробку і візуалізацію у вигляді KPI та управлінських панелей [7].

Водночас недостатньо розробленим залишається саме методологічний механізм включення економіко-математичної моделі в цифровий управлінський контур підприємства. Це зумовлює необхідність подальшого дослідження взаємодії даних, моделей, цифрової аналітики та управлінських рішень.

Метою статті є теоретико-методологічне обґрунтування підходів до інтеграції економіко-математичних моделей у цифрові системи управління підприємствами та розроблення авторської моделі формування цифрового контуру аналітичної підтримки управлінських рішень.

Для досягнення мети поставлено такі завдання: визначити роль економіко-математичного моделювання в цифровому управлінні; систематизувати основні типи моделей; визначити архітектурні рівні їх інтеграції; сформулювати послідовність інтеграційного процесу; запропонувати систему показників оцінювання результативності.

Методологія дослідження. Методологічною основою дослідження є системний, процесний, функціональний та економіко-математичний підходи. Системний підхід використано для розгляду цифрової системи управління як сукупності взаємопов'язаних інформаційних, аналітичних та організаційних компонентів. Процесний підхід дозволяє представити інтеграцію моделі як безперервний цикл перетворення даних у управлінське рішення.

Методи аналізу та синтезу використано для систематизації цифрових технологій і типів економіко-математичних моделей. Формалізація застосована для представлення взаємозв'язків між вхідними даними, моделями, результатами розрахунків та управлінськими рішеннями. Економіко-математичне моделювання використано для формування узагальненого представлення процесу прийняття управлінських рішень.

Виклад основного матеріалу. У традиційному підході економіко-математична модель розглядається переважно як самостійний інструмент дослідника. У цифровому управлінні її роль змінюється. Модель повинна бути включена до інформаційного потоку підприємства та забезпечувати автоматизоване або напівавтоматизоване формування аналітичних результатів.

У загальному вигляді управлінський цикл можна представити:

$$D \rightarrow P \rightarrow M \rightarrow A \rightarrow R \rightarrow E \rightarrow F,$$

де D — первинні дані; P — підготовка та інтеграція даних; M — економіко-математична модель; A — аналітичний результат; R — управлінське рішення; E — економічний ефект; F — зворотний зв'язок.

Ключовою особливістю такого підходу є наявність зворотного зв'язку. Результат реалізації управлінського рішення повинен повертатися в систему як нова інформація для перевірки точності моделі та її подальшого калібрування. Класифікація моделей для цифрового управління відображено в табл.1.

Таблиця 1

Класифікація моделей для цифрового управління

Тип моделі	Основне призначення	Тип даних	Управлінське завдання
Економетрична	Виявлення залежностей і прогнозування	Історичні часові ряди	Прогноз продажів, витрат, доходів
Оптимізаційна	Пошук найкращого рішення	Ресурсні та нормативні дані	Оптимізація ресурсів, асортименту
Імітаційна	Аналіз поведінки системи	Параметри бізнес-процесів	Оцінювання альтернативних сценаріїв
Сценарна	Порівняння варіантів розвитку	Планові та прогнозні дані	Аналіз «що буде, якщо...»
Модель ризику	Оцінювання ймовірності негативних подій	Фінансові та операційні дані	Управління ризиками
Прогнозна	Формування майбутніх значень	Історичні та поточні дані	Планування та бюджетування

Джерело: сформовано автором

Таким чином, вибір моделі має визначатися не її математичною складністю, а конкретним управлінським завданням.

Авторська модель інтеграції

Запропоновано розглядати інтеграцію економіко-математичної моделі як багаторівневу систему:

Рівень 1. Джерела даних — ERP, CRM, бухгалтерські системи, виробничі системи, електронна комерція, IoT та зовнішні інформаційні ресурси.

Рівень 2. Інтеграція та якість даних — очищення, нормалізація, узгодження форматів, перевірка повноти та достовірності.

Рівень 3. Дані та сховище — централізоване або розподілене зберігання структурованих і неструктурованих даних.

Рівень 4. Модельний рівень — економетричні, оптимізаційні, прогнозні, сценарні та імітаційні моделі.

Рівень 5. Аналітичний рівень — BI, статистична аналітика, прогнозування, машинне навчання та штучний інтелект.

Рівень 6. Управлінський рівень — dashboard, KPI, звіти, попередження та рекомендації.

Рівень 7. Контур зворотного зв'язку — оцінювання фактичних результатів і коригування параметрів моделі.

Саме багаторівнева структура дозволяє уникнути ситуації, коли економіко-математична модель існує окремо від інформаційної системи.

Результат управлінського рішення можна представити як функцію:

$$R = f(D, M, C, S, K),$$

де R — управлінське рішення; D — масив даних; M — обрана математична модель; C — обмеження; S — сценарій розвитку; K — критерії ефективності.

Для задачі оптимізації загальну постановку можна представити: $\max/\min F(x)$ за умов:

$$g_i(x) \leq b_i, i = 1, \dots, m,$$

де $F(x)$ — цільова функція; x — множина керованих змінних; $g_i(x)$ — система обмежень; b_i — доступні ресурси або нормативні параметри.

У цифровій системі значення x , b_i та інших параметрів можуть автоматично надходити з інформаційних систем підприємства. Це принципово відрізняє інтегровану модель від автономного розрахункового інструменту.

Етапи інтеграції економіко-математичної моделі відображені в табл.2 запропоновано таку послідовність.

Таблиця 2

Етапи інтеграції економіко-математичної моделі

Етап	Зміст	Результат
1 етап	Визначення управлінської проблеми	Формалізоване завдання
2 етап	Визначення інформаційних потреб	Перелік показників
3 етап	Формування масиву даних	Єдина інформаційна база
4 етап	Очищення та валідація	Якісні дані
5 етап	Вибір моделі	Математична конструкція
6 етап	Калібрування	Параметри моделі
7 етап	Інтеграція з цифровою системою	Автоматизований обмін
8 етап	Формування прогнозу/сценарію	Аналітичний результат
9 етап	Управлінське рішення	Дія менеджменту
10 етап	Оцінювання результату	Економічний ефект
11 етап	Зворотний зв'язок	Коригування моделі

Джерело: сформовано автором

Особливо важливим є сьомий етап, оскільки саме інтеграція перетворює модель із самостійного аналітичного інструменту на функціональний компонент цифрової системи управління.

ERP-система формує первинний інформаційний фундамент для моделей. Вона забезпечує накопичення інформації про продажі, закупівлі, запаси, фінанси, виробництво та інші бізнес-процеси. BI-система, своєю чергою, забезпечує візуалізацію, аналіз та моніторинг показників.

Сучасні дослідження ERP/BI підтверджують, що їх інтеграція створює передумови для підвищення якості аналітики та результативності підприємств.

У запропонованій методології економіко-математична модель займає проміжне положення між даними та управлінським рішенням:

$$ERP \rightarrow \text{Data Warehouse} \rightarrow \text{Model} \rightarrow BI \rightarrow \text{Decision}.$$

Наприклад, дані про продажі з ERP можуть використовуватися для побудови прогнозової моделі:

$$\hat{Y}_{t+1} = f(Y_t, X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{nt}),$$

де $\hat{Y}_{t+1}$ — прогнозований показник; Y_t — його попередні значення; $X_1 \dots X_n$ — фактори впливу.

Результат прогнозу може автоматично відображатися в BI-системі та використовуватися для планування закупівель, запасів, виробництва або бюджету.

В умовах високої невизначеності особливого значення набуває сценарний підхід. Цифрова система може формувати декілька сценаріїв:

S_1 — базовий;

S_2 — оптимістичний;

S_3 — песимістичний;

S_4 — кризовий.

Для кожного сценарію розраховуються ключові економічні показники:

$$\text{Profit}(S_i) = \text{Revenue}(S_i) - \text{Cost}(S_i).$$

Менеджмент отримує не одну прогнозну величину, а діапазон можливих результатів, що підвищує обґрунтованість управлінського рішення.

Наступним етапом розвитку інтегрованих систем є використання штучного інтелекту для прогнозування, виявлення закономірностей, автоматичної класифікації та підтримки прийняття рішень. Сучасні дослідження розглядають поступову трансформацію ERP-систем від традиційних інформаційних систем до адаптивних та інтелектуальних платформ.

При цьому штучний інтелект не повинен замінювати економіко-математичну модель, а може доповнювати її. Наприклад, алгоритм машинного навчання може прогнозувати попит, після чого оптимізаційна модель визначає необхідний обсяг закупівель з урахуванням обмежень за бюджетом, складськими потужностями та строками постачання.

Отже, перспективною є гібридна модель:

AI-прогноз → економіко-математична оптимізація → управлінське рішення.

Такий підхід поєднує можливості машинного навчання щодо роботи з великими масивами даних із перевагами формалізованих економічних моделей.

Система оцінювання результативності інтеграції відображені в табл.3.

Результативність інтеграції доцільно оцінювати за сукупністю показників

Таблиця 3

Система оцінювання результативності інтеграції

Група	Показник	Економічний зміст
Аналітична	Точність прогнозу	Якість прогнозних результатів
Часова	Час формування рішення	Оперативність управління
Ресурсна	Витрати на аналітику	Економія трудових ресурсів
Фінансова	Додатковий прибуток	Прямий економічний ефект
Ризикова	Зниження втрат	Ефект від управління ризиками
Управлінська	Частка автоматизованих рішень	Рівень цифровізації управління

Джерело: сформовано автором

Інтегральний економічний ефект можна визначати як:

$$E = \Delta P + \Delta C + \Delta R - I,$$

де E — загальний економічний ефект; ΔP — приріст прибутку; ΔC — економія витрат; ΔR — вартість запобігання або зменшення ризиків; I — інвестиції в інтеграцію.

Такий показник дозволяє перейти від оцінювання цифровізації за кількістю впроваджених технологій до оцінювання її фактичної економічної результативності.

Запропонований методологічний підхід базується на таких принципах:

- системності — модель розглядається як частина цифрової системи;
- достовірності — якість результату залежить від якості первинних даних;
- адаптивності — параметри моделі повинні оновлюватися відповідно до зміни середовища;
- масштабованості — система має забезпечувати підключення нових джерел даних і моделей;
- прозорості — управлінський користувач повинен розуміти походження ключових аналітичних результатів;
- економічної доцільності — інтеграція повинна створювати вимірювану економічну цінність;
- безперервності — цикл «дані → модель → рішення → результат → дані» має функціонувати постійно.

Особливо актуальним цей принцип є для українських підприємств, які функціонують в умовах підвищеної невизначеності, ресурсних обмежень та необхідності швидкої адаптації цифрової інфраструктури. Сучасне дослідження цифрової трансформації українських МСП також наголошує на значенні цифрової стійкості, компетентностей та поетапної трансформації.

Проведене дослідження дозволяє стверджувати, що ефективність економіко-

математичного моделювання в цифровому середовищі визначається не лише якістю самої моделі. Не менш важливими є якість даних, швидкість їх отримання, рівень інтеграції інформаційних систем, зрозумілість аналітичних результатів та можливість їх безпосереднього використання менеджментом.

Сучасна практика цифрової трансформації демонструє поступове зближення ERP, BI, аналітичних моделей та технологій штучного інтелекту. Дослідження інтеграції бізнес-аналітики в інформаційні системи також наголошують на ролі якісних даних, ERP, BI, хмарних технологій та аналітичних інструментів у підвищенні якості управлінських рішень.

Водночас автоматизація розрахунків не повинна ототожнюватися з автоматизацією управління. Остаточне рішення має враховувати стратегічні цілі підприємства, нормативні обмеження, ризики та фактори, які можуть бути недостатньо представлені в кількісній моделі.

Перспективним напрямом є формування гібридних систем, у яких математичні моделі, BI та штучний інтелект доповнюють експертні знання менеджерів. Це дозволяє поєднати кількісну обґрунтованість із управлінським досвідом.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Інтеграція економіко-математичних моделей у цифрові системи управління є важливою передумовою переходу від традиційного інформаційного забезпечення менеджменту до системи інтелектуальної підтримки управлінських рішень.

У результаті дослідження сформовано авторський підхід, відповідно до якого економіко-математична модель розглядається не як ізольований аналітичний інструмент, а як функціональний компонент цифрового управлінського контуру.

Запропонована модель інтеграції включає джерела даних, інтеграційний рівень, сховище даних, модельний рівень, аналітичний рівень, управлінський інтерфейс та контур зворотного зв'язку. Така структура забезпечує безперервне перетворення первинних даних на прогностичні оцінки, сценарії та управлінські рішення.

Встановлено, що найбільш перспективними для цифрового управління є економетричні, прогностичні, оптимізаційні, сценарні, імітаційні моделі та моделі оцінювання ризиків. Їх вибір має визначатися характером управлінської проблеми, доступністю даних і критеріями економічної ефективності.

Обґрунтовано доцільність інтеграції економіко-математичних моделей з ERP та BI-системами. У такій архітектурі ERP забезпечує формування інформаційної бази, модельний рівень здійснює кількісну обробку, BI забезпечує візуалізацію результатів, а менеджмент використовує отриману інформацію для прийняття рішень.

Запропоновано систему оцінювання економічного ефекту інтеграції, що враховує приріст прибутку, економію витрат, зниження ризиків та інвестиції в цифрову трансформацію.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на емпіричну апробацію запропонованої методології на базі конкретних підприємств, розроблення цифрових прототипів інтеграції моделей з ERP/Bi-системами, а також визначення критеріїв вибору між традиційними економетричними моделями, машинним навчанням та гібридними моделями штучного інтелекту.

Список використаних джерел

1. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda / P. C. Verhoef, T. Broekhuizen, Y. Bart et al. *Journal of Business Research*. 2021. Vol. 122. P. 889–901. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>.
2. Schallmo D., Williams C. A., Boardman L. Digital transformation of business models — Best practice, enablers, and roadmap. *International Journal of Innovation Management*. 2017. Vol. 21, No. 8. Art. 1740014X. DOI: <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>.
3. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019. Vol. 28, No. 2. P. 118–144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>.
4. Райчева Л. І., Горбаньова В. О. Цифрова трансформація бізнес-процесів як основна

складова формування стратегії розвитку підприємств. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2024. № 30. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.30.2024.313040>.

5. Бегун С., Хомюк Н., Подзізей О. Економетричні методи та моделі в прийнятті управлінських рішень в умовах цифрової трансформації. *Економіка та суспільство*. 2024. № 66. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-16>.

6. Аналіз впливу інтеграції ERP та BI на результативність бізнесу. *Journal of Global Information Management*. 2025. Vol. 33, No. 1. DOI: <https://doi.org/10.4018/JGIM.389254>.

7. Ahmed V. The relative importance of key factors for integrating Enterprise Resource Planning (ERP) systems and performance management practices in the UAE healthcare sector. *Big Data and Cognitive Computing*. 2024. Vol. 8, No. 9. Art. 122. DOI: <https://doi.org/10.3390/bdcc8090122>.

8. Домбровська Н., Фаріон В. Цифрова трансформація в менеджменті підприємства: адаптація бізнес-моделей під впливом інноваційних технологій. *Економічний аналіз*. 2024. Т. 34, № 3. С. 40–53. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.03.040>.

9. Пушкар І., Гладчук Г., Храпач К. Диджиталізація як інструмент оптимізації управлінського обліку на підприємствах України. *Економіка та суспільство*. 2024. № 69. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-58>.

10. Котельникова Ю., Чумак Г., Ворошилова О. Управління витратами в умовах цифрової економіки: сучасні моделі та інструменти оптимізації. *Економіка та суспільство*. 2025. № 73. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-44>.

11. Кулікова Т., Чупурна О., Мельник Ю. Економіко-математичне моделювання: синергія аналітики, менеджменту та штучного інтелекту. *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 55. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-31>.

12. Кравченко М. О., Салабай В. О. Моделі та практичні підходи до процесу цифрової трансформації бізнес-процесів підприємств. Досвід України. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2024. № 29. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.29.2024.308833>.

13. N'Dri A. B., Su Z. Successful configurations of technology–organization–environment factors in digital transformation: Evidence from exporting small and medium-sized enterprises in the manufacturing industry. *Information & Management*. 2024. Vol. 61, No. 7. Art. 104030. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2024.104030>.

14. Impact of digital capabilities on entrepreneurial performance in SMEs. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2024. Vol. 9, No. 4. Art. 100609. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100609>.

15. Xie Z. Decision support model for enterprise digital transformation based on big data analytics. *Proceedings of the 2nd International Conference on Economic Data Analytics and Artificial Intelligence*. 2026. P. 463–469. DOI: <https://doi.org/10.1145/3789297.3789371>.

16. Ozorovych A., Matsola M. Digital transformation management of SMEs in Ukraine under martial law. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*. 2026. No. 1 (35). P. 148–161. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2026-1/35-10>.

17. Sugianto, Puspitasari D. Differentiated impacts of enterprise information systems on financial performance: A meta analytic comparison of ERP, CRM, BI, and DSS. *Data: Journal of Information Systems and Management*. 2025. Vol. 3, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.61978/data.v3i2.908>.

18. A model for integrating artificial intelligence with ERP systems – Towards autonomous business management systems. *Procedia Computer Science*. 2025. Vol. 270. P. 6260–6269. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.10.096>.

References:

1. Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

2. Schallmo, D., Williams, C. A., & Boardman, L. (2017). Digital transformation of business models — Best practice, enablers, and roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 21(08), Article 1740014X. <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>

3. Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
4. Raicheva, L. I., & Horbanova, V. O. (2024). Tsyfrova transformatsiia biznes-protseviv yak osnovna skladova formuvannia stratehii rozvytku pidpriemstv [Digital transformation of business processes as a main component of forming the strategy of enterprise development]. *Ekonomichnyi Visnyk NTUU "KPI"* [Economic Bulletin of NTUU "KPI"], (30). <https://doi.org/10.20535/2307-5651.30.2024.313040>
5. Behun, S., Khomiuk, N., & Podzizei, O. (2024). Ekonometrychni metody ta modeli v pryiniatti upravlinskykh rishen v umovakh tsyfrovoy transformatsii [Econometric methods and models in managerial decision-making under the conditions of digital transformation]. *Ekonomika ta Suspilstvo* [Economy and Society], (66). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-16>
6. Analiz vplyvu intehtatsii ERP ta BI na rezultatyvnist biznesu [Analysis of the impact of ERP and BI integration on business performance]. (2025). *Journal of Global Information Management*, 33(1). <https://doi.org/10.4018/JGIM.389254>
7. Ahmed, V. (2024). The relative importance of key factors for integrating Enterprise Resource Planning (ERP) systems and performance management practices in the UAE healthcare sector. *Big Data and Cognitive Computing*, 8(9), Article 122. <https://doi.org/10.3390/bdcc8090122>
8. Dombrovska, N., & Farion, V. (2024). Tsyfrova transformatsiia v menedzhmenti pidpriemstva: Adaptatsiia biznes-modelei pod vplyvom innovatsiinykh tekhnolohii [Digital transformation in enterprise management: Adaptation of business models under the influence of innovative technologies]. *Ekonomichnyi Analiz* [Economic Analysis], 34(3), 40–53. <https://doi.org/10.35774/econa2024.03.040>
9. Pushkar, I., Hladchuk, H., & Khrapach, K. (2024). Dydzhytalizatsiia yak instrument optymizatsii upravlinskoho obliku na pidpriemstvakh Ukrainy [Digitalization as a tool for optimizing management accounting at Ukrainian enterprises]. *Ekonomika ta Suspilstvo* [Economy and Society], (69). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-58>
10. Kotelnikova, Yu., Chumak, H., & Voroshylova, O. (2025). Upravlinnia vytratamy v umovakh tsyfrovoy ekonomiky: Suchasni modeli ta instrumenty optymizatsii [Cost management in the digital economy: Modern models and optimization tools]. *Ekonomika ta Suspilstvo* [Economy and Society], (73). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-44>
11. Kuklinova, T., Chepurna, O., & Melnyk, Y. (2025). Ekonomiko-matematychni modeliuvannia: Synerhiia analityky, menedzhmentu ta shtuchnoho intelektu [Economic and mathematical modeling: Synergy of analytics, management and artificial intelligence]. *Stalyi Rozvytok Ekonomiky* [Sustainable Development of Economy], (55). <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-31>
12. Kravchenko, M. O., & Salabay, V. O. (2024). Modeli ta praktychni pidkhody do protsesu tsyfrovoy transformatsii biznes-protseviv pidpriemstv. Dosvid Ukrainy [Models and practical approaches to the process of digital transformation of enterprise business processes. Experience of Ukraine]. *Ekonomichnyi Visnyk NTUU "KPI"* [Economic Bulletin of NTUU "KPI"], (29). <https://doi.org/10.20535/2307-5651.29.2024.308833>
13. N'Dri, A. B., & Su, Z. (2024). Successful configurations of technology–organization–environment factors in digital transformation: Evidence from exporting small and medium-sized enterprises in the manufacturing industry. *Information & Management*, 61(7), Article 104030. <https://doi.org/10.1016/j.im.2024.104030>
14. Impact of digital capabilities on entrepreneurial performance in SMEs. (2024). *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), Article 100609. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100609>
15. Xie, Z. (2026). Decision support model for enterprise digital transformation based on big data analytics. *Proceedings of the 2nd International Conference on Economic Data Analytics and Artificial Intelligence*, 463–469. <https://doi.org/10.1145/3789297.3789371>
16. Ozorovych, A., & Matsola, M. (2026). Digital transformation management of SMEs in Ukraine under martial law. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*, 1(35), 148–161. <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2026-1/35-10>

17. Sugianto, & Puspitasari, D. (2025). Differentiated impacts of enterprise information systems on financial performance: A meta analytic comparison of ERP, CRM, BI, and DSS. *Data: Journal of Information Systems and Management*, 3(2). <https://doi.org/10.61978/data.v3i2.908>
18. A model for integrating artificial intelligence with ERP systems – Towards autonomous business management systems. (2025). *Procedia Computer Science*, 270, 6260–6269. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.10.096>

LARYSA TERESHCHENKO. METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE INTEGRATION OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS INTO DIGITAL MANAGEMENT SYSTEMS. *The article substantiates methodological approaches to the integration of economic and mathematical models into digital enterprise management systems under conditions of accelerated digital transformation and increasing uncertainty of the business environment. The relevance of the study is determined by the need to transform large volumes of data generated by modern digital information systems into analytically substantiated management decisions. The purpose of the study is to develop a methodological approach to integrating economic and mathematical models into the digital management environment and to substantiate the architecture of a continuous analytical support system for managerial decision-making.*

The methodological basis of the research comprises systemic, process, functional and economic-mathematical approaches, as well as methods of analysis, synthesis, formalization, forecasting and optimization. The study develops an authorial approach according to which an economic and mathematical model is considered not as an isolated analytical instrument but as an integrated functional component of the enterprise's digital management system. The proposed approach provides a continuous transformation of primary data into analytical information, forecasts, scenarios and management recommendations through the interaction of enterprise resource planning systems, business intelligence technologies and economic-mathematical models.

The paper systematizes the principal types of economic and mathematical models suitable for integration into digital management systems, including econometric, predictive, optimization, simulation, scenario and risk models. A multilevel architecture of model integration is proposed, comprising data sources, data integration and validation, data storage, the model layer, analytical processing, visualization and the managerial decision-making layer. Particular attention is paid to the feedback mechanism, which enables comparison of forecast and actual results, assessment of the economic effect of managerial decisions and subsequent adjustment of model parameters.

The study proposes a sequence of integration stages, including formulation of the management problem, identification of information requirements, formation and validation of the data set, model selection and calibration, technological integration, generation of analytical results, implementation of management decisions and evaluation of their economic effects. A system of indicators for assessing the effectiveness of model integration is developed, covering forecasting accuracy, decision-making speed, analytical resource efficiency, changes in financial performance and reduction of economic risks.

The practical significance of the proposed methodological approach lies in its applicability to the digital transformation of enterprise management systems and in its potential for integration with ERP, BI and artificial intelligence technologies. The proposed approach creates a methodological basis for developing adaptive digital decision-support systems capable of combining quantitative modeling, predictive analytics and managerial expertise.

Keywords: *economic and mathematical modeling, digital transformation, digital management systems, enterprise resource planning, business intelligence, predictive analytics, management decision-making, econometric modeling, optimization, artificial intelligence*

Надійшла до редакції: 12.09.2026

Прийнято до друку: 22.09.2026

Опубліковано: 30.09.2026

© 2026 Терещенко Л.О.

Цей матеріал ліцензовано за умовами CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>