

Віктор ПИЛИПЧУК,

аспірант кафедри організації та управління будівництвом
ORCID: 0009-0000-4452-2984

Євген НАУМЕНКО,

аспірант кафедри організації та управління будівництвом
ORCID: 0009-0003-1138-4695

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

КОНЦЕПТУАЛЬНА СТРУКТУРА НАУКОВОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Формування концептуальної структури наукового інструментарію для підтримки управлінських рішень є необхідною умовою забезпечення системності, обґрунтованості та адаптивності сучасного управління. В умовах ускладнення соціально-економічних процесів, зростання інформаційних потоків та динамічності зовнішнього середовища управлінські рішення повинні спиратися на інтегровані аналітичні механізми, що поєднують методологічну чіткість, процедурну впорядкованість і технологічну реалізацію.

Концептуальна структура інструментарію розглядається як багаторівнева система, що охоплює методологічний, процедурний та технологічний сегменти. Методологічний рівень визначає принципи побудови моделей, логіку формування гіпотез та критерії інтерпретації результатів. Процедурний рівень забезпечує трансформацію первинних даних у структуровані аналітичні сценарії через послідовність формалізованих операцій. Технологічний рівень реалізує зазначені механізми в цифровому середовищі, забезпечуючи масштабованість, адаптивність та швидкість обробки інформації.

Особлива увага приділяється інтеграції різних типів моделей – детермінованих, імовірнісних і когнітивних – у межах єдиного аналітичного контуру. Така інтеграція дозволяє відтворювати як структурні залежності системи, так і стохастичні коливання та причинно-наслідкові взаємозв'язки, що формують її поведінку. Поєднання формальних математичних методів із експертною інтерпретацією створює підґрунтя для гібридного підходу до прийняття рішень.

Обґрунтовано, що ефективність інструментарію визначається структурною узгодженістю його компонентів, верифікованістю процедур та здатністю до адаптивної реконфігурації залежно від типу управлінського завдання. Формалізація процесу перетворення інформації через багатоступеневі функції дозволяє забезпечити логічну цілісність аналітичного циклу – від збору даних до формування управлінських альтернатив.

Підкреслено роль технологічного сегмента як інтеграційної інфраструктури, що об'єднує аналітичні платформи, симуляційні модулі, обчислювальні ядра та засоби візуалізації. Його масштабованість і самоконфігураційна здатність визначають рівень продуктивності системи підтримки рішень.



Ключові слова: *підтримка управлінських рішень, концептуальна структура, аналітичні моделі, процедурний механізм, цифрова інфраструктура, системний аналіз, адаптивність, прогнозування.*

Вступ. Сучасні організаційні системи функціонують у середовищі підвищеної складності, де управлінські рішення мають прийматися в умовах невизначеності, багатофакторності та швидкої зміни параметрів. За таких умов інтуїтивні підходи втрачають ефективність, а ключовим чинником результативності стає наявність науково обґрунтованого інструментарію підтримки рішень.

Побудова такого інструментарію передбачає формування цілісної концептуальної структури, яка забезпечує логічний зв'язок між методологічними принципами, алгоритмами перетворення інформації та технологічними засобами реалізації. Йдеться не лише про використання окремих моделей чи програмних продуктів, а про створення інтегрованого аналітичного середовища, здатного поєднати різні типи даних, методів і рівнів аналізу.

Управлінські системи характеризуються поєднанням детермінованих закономірностей, імовірнісних коливань і когнітивних чинників, що впливають на поведінку суб'єктів. Це зумовлює необхідність інтеграції різних підходів до моделювання та прогнозування. Водночас важливим є забезпечення структурної узгодженості між усіма складовими інструментарію, що гарантує його функціональну цілісність.

Актуальність дослідження визначається зростанням складності управлінських процесів та необхідністю забезпечення їх наукової обґрунтованості. Сучасні організації функціонують у середовищі, де обсяг доступної інформації постійно зростає, а швидкість її оновлення вимагає оперативної аналітичної обробки.

За таких умов підтримка управлінських рішень має спиратися на інтегровані моделі та формалізовані процедури, здатні забезпечити точність прогнозування та мінімізацію ризиків. Відсутність концептуально вибудованої структури інструментарію призводить до фрагментарності аналізу, суперечливості результатів і зниження ефективності управління.

Особливої ваги набуває питання поєднання методологічної строгості з технологічною гнучкістю, що дозволяє адаптувати інструментарій до різних типів завдань і масштабів систем. Формування цілісної концептуальної структури виступає передумовою переходу від ситуативного до системного управління, орієнтованого на довгострокову стабільність і стратегічний розвиток.

Постановка проблеми. Попри значну кількість досліджень у сфері систем підтримки прийняття рішень, проблема побудови цілісної концептуальної структури наукового інструментарію залишається недостатньо систематизованою. Існуючі підходи часто зосереджуються на окремих компонентах – математичних моделях, алгоритмах аналізу або цифрових платформах – без формування інтегрованого контуру їх взаємодії. Управлінські рішення приймаються на основі різноманітних даних і методів, що створює ризик методологічної неузгодженості та втрати аналітичної цілісності. Відсутність єдиної структурної логіки призводить до дублювання процедур, суперечностей у прогнозах і зниження адаптивності системи.

Проблема полягає у необхідності створення концептуальної моделі, яка б забезпечила узгодження методологічного, процедурного та технологічного рівнів

інструментарію, формалізувала механізми інтеграції різних типів моделей і гарантувала стабільність аналітичного процесу в умовах невизначеності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. У працях, присвячених системному аналізу та підтримці прийняття рішень, розглядаються методологічні засади моделювання складних систем, питання інтерактивного планування, системної динаміки та цифрової архітектури аналітичних платформ. Дослідження А. Пуанкаре та Ф. Вейланда заклали підґрунтя для детермінованих моделей; Дж. Форрестер розвинув системну динаміку; Р. Акофф і К. Джойнер обґрунтували принципи системного мислення та життєздатних організацій; Е. Тюрбан та інші автори досліджували архітектуру систем підтримки рішень [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Водночас більшість наукових підходів зосереджені на окремих теоретичних або технологічних аспектах [2, 3, 4]. Недостатньо розробленими залишаються питання структурної інтеграції різних типів моделей, формалізації процедурного механізму та визначення принципів побудови масштабованого технологічного сегмента в межах єдиної концептуальної структури.

Метою цієї статті є обґрунтування концептуальної структури наукового інструментарію для підтримки управлінських рішень шляхом систематизації його методологічних, процедурних і технологічних складових. Дослідження спрямоване на визначення принципів інтеграції детермінованих, імовірнісних і когнітивних моделей у межах єдиного аналітичного контуру, формалізацію механізму перетворення даних у сценарії та обґрунтування вимог до цифрової інфраструктури, що забезпечує адаптивність і масштабованість системи.

Виклад основної інформації. Формування науково обґрунтованого інструментарію для підтримки управлінських рішень передбачає створення інтегрованої системи понять, методів, моделей та процедур, здатних забезпечити аналітичну цілісність і адаптивність управлінських процесів. У сучасних умовах високої динамічності зовнішнього середовища, зростання обсягів даних та ускладнення організаційних систем, така структура має спиратися на міждисциплінарні концепції, поєднуючи математичне моделювання, когнітивні підходи, цифрові технології та механізми оптимізаційного аналізу. Її ядром є раціональна логіка прийняття рішень, яка трансформується у методологічно вивірені підходи до оцінювання ситуацій, прогнозування наслідків та вибору альтернатив.

Концептуальна структура інструментарію повинна охоплювати три ключові сегменти: методологічний, процедурний та технологічний. Методологічний сегмент визначає принципи, способи побудови моделей, структуру управлінських гіпотез та логіку інтерпретації результатів. Процедурний сегмент формує алгоритми збору даних, методи їх обробки та аналітичного перетворення, включно з формуванням критеріїв ефективності та можливих сценаріїв розвитку подій. Технологічний сегмент забезпечує реалізацію інструментарію через цифрові платформи, модулі симуляцій, системи візуалізації та засоби автоматизованого аналізу.

Зміст концептуальної структури також передбачає інтеграцію різнотипних моделей – детермінованих, імовірнісних, імітаційних, когнітивних – у єдиний аналітичний контур, що дозволяє відтворити складну систему управлінської взаємодії. Синтез цих компонентів забезпечує не лише аналітичну повноту, а й

підвищує точність оцінки ризиків, адаптивність управлінських механізмів та релевантність прийнятих рішень у довгостроковій перспективі.

Для забезпечення логічної цілісності та наочності формування наукового інструментарію доцільно представити його структуру у вигляді рис. 1. Він демонструє, як ключові елементи – методологічні засади, процедурні алгоритми та технологічні компоненти – інтегруються в єдиний контур підтримки управлінських рішень, від стратегічних цілей до формування оптимальних альтернатив [1].

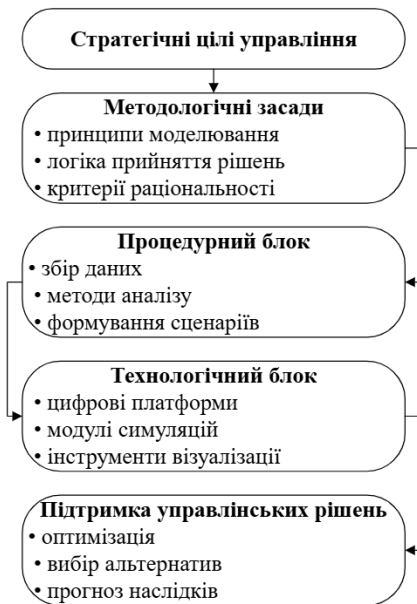


Рис. 1. Блок-схема концептуальної структури
(розроблено автором на основі [1])

Подальший розвиток концептуальної структури передбачає формування гнучкої інтеграційної моделі, здатної адаптуватися до специфіки керованих систем, масштабів діяльності та типів управлінських завдань. Важливим аспектом є поєднання формальних математичних моделей із контекстуальною експертизою фахівців, що дозволяє створити багаторівневу систему підтримки рішень: від автоматизованого аналізу великих даних до стратегічного прогнозування. Такий підхід забезпечує синергію між точністю кількісних методів та глибиною якісних оцінок, формуючи підґрунтя для створення високоефективних управлінських механізмів у складних організаційних структурах.

Побудова комплексного інструментарію для підтримки управлінських рішень потребує використання моделей різної природи, здатних відтворювати як структурні, так і поведінкові закономірності системної динаміки. Управлінські системи функціонують у багатовимірному середовищі, де взаємодіють детерміновані залежності, імовірнісні коливання та когнітивно зумовлені

поведінкові ефекти. Це формує необхідність створення інтегрованої моделі, у межах якої поєднуються методологічні підходи, що історично походять із різних наукових традицій, але спільно утворюють аналітичну основу сучасного управління.

Детерміновані моделі – у логіці, яку розвивали А.Пуанкаре та Ф. Вейланд, – забезпечують формальну структурованість, дозволяючи описувати систему у вигляді рівнянь стану, функціональних залежностей та параметричних взаємодій. У стабільних середовищах вони дають можливість формувати точні прогнози та будувати оптимізаційні схеми, що ґрунтуються на обчислюваних закономірностях [2]. Саме детермінована складова задає початковий «каркас» моделі, визначаючи фундаментальні правила поведінки системи.

Проте майже жодна управлінська система не є повністю детермінованою, а тому імовірнісні моделі стають критично важливими. Вони дозволяють враховувати флуктуації, ризики, варіативність даних і ситуацій, а також описувати системну поведінку через розподіли, дисперсії, кореляції та інші статистичні характеристики. Саме імовірнісний сегмент вводить у модель механізми статистичної стійкості, роблячи рішення більш надійними у ситуаціях невизначеності чи нестабільності [3].

Когнітивні моделі розширюють аналітичний горизонт моделі, оскільки вони дозволяють охопити причинно-наслідкові зв'язки, нелінійні ефекти, структурні інверсії та можливості самоорганізації системи. Системна динаміка показує механіку зворотних зв'язків; когнітивні карти дозволяють відтворювати процеси прийняття рішень агентами; нечіткі когнітивні карти дають змогу описувати нечіткі взаємодії; синергетика пояснює формування порядку у складних системах.

Узгодження цих трьох типів моделей потребує чіткої структуризації їхніх характеристик, зон застосування та інтерпретаційних можливостей. Суттєве значення має розуміння відмінностей між ними, оскільки саме ці відмінності визначають логіку інтеграції та формують вимоги до побудови єдиного аналітичного контуру. У цьому контексті доцільним є представлення порівняльної таблиці 1, яка дозволяє узагальнити ключові властивості кожного типу моделей та їхню роль у комплексному управлінському аналізі.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики трьох типів моделей у системі підтримки управлінських рішень

Характеристика	Детерміновані моделі	Імовірнісні моделі	Когнітивні моделі
Природа залежностей	Фіксовані, структурні, математично визначені	Стохастичні, засновані на розподілах та варіативності	Причинно-наслідкові, часто нелінійні та нечіткі
Робота з невизначеністю	Майже не враховується	Враховується статистично	Враховується концептуально та структурно
Точність прогнозу	Висока у стабільних умовах	Висока у варіативних середовищах	Висока при складних нелінійних взаємодіях
Основні недоліки	Жорсткість, недостатня адаптивність	Залежність від великих масивів даних	Суб'єктивність експертних оцінок
Роль у гібридній системі	Формує каркас моделі	Забезпечує адаптацію до реальності	Формує системне бачення поведінки

Джерело: розроблено автором на основі [5]

Інтеграція цих моделей у межах єдиної концептуальної структури дозволяє досягнути синергетичного ефекту, за якого жодна з моделей окремо не здатна забезпечити аналогічний рівень стійкості та точності управлінських рішень. Детермінована частина визначає логіку базових процесів; імовірна забезпечує стійкість моделі в умовах невизначеності; когнітивна дозволяє виявити приховані механізми, нелінійні перетворення та асиметричні зв'язки, що впливають на поведінку системи.

Такий системний підхід отримав розвиток у праці К.Джойнера, який довів, що стабільність управлінської системи можлива лише тоді, коли вона здатна одночасно обробляти числову, структурну та концептуальну інформацію [6]. Він показав, що життєздатна організація повинна інтегрувати різні рівні моделювання – від операційних до стратегічних, і обґрунтував доцільність інтерактивного планування, що базується на багаторівневому аналізі та прогнозуванні системної поведінки.

Процедурний блок інструментарію підтримки управлінських рішень відіграє роль центрального елемента, який забезпечує переходи між первинною інформацією, її структурним перетворенням і формуванням результативних управлінських сценаріїв. Саме цей блок акумулює ключові операції: збір даних, їх очищення, систематизацію, виділення закономірностей, формування параметрів моделей, аналіз системної поведінки, побудову прогнозів та оцінювання управлінських альтернатив. Через це логіка його формування має спиратися на чітко визначені методологічні критерії, що гарантують узгодженість між різними рівнями аналітичної діяльності – від емпіричного до стратегічного.

Ядром побудови процедурного блоку є критерій структурної узгодженості, який забезпечує відповідність між форматом даних, типом моделей та способом інтерпретації результатів. Узгодженість не зводиться лише до технічного поєднання процесів – вона охоплює логічну послідовність перетворень, відповідність рівня деталізації вимогам певного управлінського завдання, а також здатність інтегрувати дані різної природи. Процедурний блок стає ефективним тоді, коли кожна операція – від первинного спостереження до фінального прогнозу – пов'язана єдиною методологічною логікою та підпорядкована спільній цілі оцінювання стану системи.

Ключову роль також відіграє принцип верифікованості. Він означає, що будь-яка аналітична процедура має бути відтвореною, формалізованою та внутрішньо узгодженою. Верифікованість дозволяє уникати ситуацій, за яких управлінські рішення будуються на суб'єктивних припущеннях або неструктурованій інформації. У процедурному блоці цей принцип реалізується через механізми нормалізації даних, стандартизованих методів їх опрацювання, а також формальних критеріїв ефективності, які дозволяють оцінювати якість моделі.

З іншого боку, важливим є принцип адаптивності, що забезпечує здатність процедурного блоку перебудовуватися залежно від типу завдання, зміни доступних даних або появи нових факторів у системі. Адаптивність проявляється у здатності процедурного механізму поєднувати різні методи аналізу, варіативно змінювати рівні агрегації, формувати сценарії різної деталізації та інтегрувати як кількісні, так і якісні параметри. Це створює умови для коректного формування управлінських сценаріїв, які відображають реальні поведінкові властивості системи.

Для того щоб проілюструвати структуру логічних перетворень у процедурному блоці, доцільно представити його формалізовану математичну модель. Узагальнено цей блок можна визначити так:

$$P = \Phi(D_{in}, M, \theta), \quad (1)$$

де D_{in} – масив вхідних даних, M – набір моделей, що використовуються для аналізу, Θ – параметри процедурних трансформацій, P – структурний результат у вигляді аналітичних сценаріїв або системних оцінок.

Деталізація процедурного механізму може бути подана через багатоступеневу функцію перетворення інформації:

$$S_k = f_k(S_k - 1, \Delta_k), \quad k = 1..n, \quad (2)$$

де S_k – стан інформації на k -му етапі перетворення, Δ_k – набір операцій, які здійснюються на відповідному рівні.

Таким чином, формалізований процедурний блок являє собою послідовність перетворень, де кінцевий результат є функцією структурної узгодженості та відповідності методологічним критеріям.

Щоб поглибити розуміння функціональної структури процедурного блоку, доцільно представити таблицю 2, яка систематизує його ключові параметри та елементи.

Таблиця 2

Методологічні критерії побудови процедурного блоку

Критерій	Сутність	Роль у процедурному блоці
Структурна узгодженість	Єдність логіки перетворень та відповідність даних моделям	Забезпечує точність і цілісність аналітичних результатів
Верифікованість	Відтворюваність і формалізація процедур	Мінімізує суб'єктивність, підвищує точність рішень
Адаптивність	Здатність підлаштовувати методи аналізу під умови	Забезпечує гнучкість системи та релевантність сценаріїв
Скалярність трансформацій	Можливість переходу між рівнями деталізації	Дозволяє оптимізувати глибину аналізу
Прогностичність	Спрямованість на передбачення станів системи	Формує підґрунтя для управлінських сценаріїв

Джерело: розроблено автором на основі [6]

Для опису динаміки переходів між різними станами інформаційного масиву можна використати рис. 2, що демонструє зміну «інформативності» даних у процесі їхнього перетворення.

Графік демонструє, що кожен наступний рівень процедурної трансформації підвищує аналітичну цінність та концентрацію інформаційних зв'язків. Якщо первинні дані містять низький рівень структурованості, то застосування формальних моделей, методів агрегування та процедур прогнозування формує якісно інший за своїм наповненням та управлінським значенням інформаційний рівень.

Технологічний сегмент цифрової реалізації виступає функціональним ядром інструментарію підтримки управлінських рішень, оскільки саме він визначає швидкість обробки даних, можливості моделювання, продуктивність симуляційних процесів і якість візуалізації результатів [7]. У сучасних управлінських системах технологічна архітектура має бути не просто набором окремих модулів, а інтегрованою багаторівневою інфраструктурою, здатною забезпечити

безперервний зв'язок між даними, моделями, інтерпретаційними інструментами та механізмами прийняття рішень.

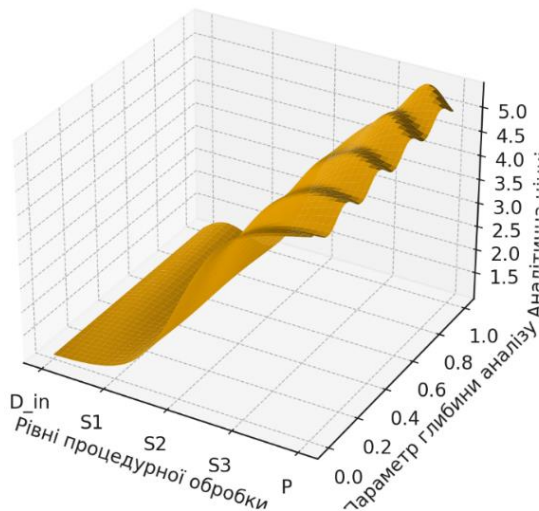


Рис. 2. Динаміка зростання аналітичної цінності даних у процедурному блоці
(розроблено автором на основі [7])

Основним методологічним критерієм побудови технологічного сегмента є масштабованість, яка забезпечує здатність системи до обробки зростаючих обсягів даних, збільшення складності моделей та інтеграції нових функціональних модулів. Масштабованість також пов'язана з архітектурним принципом модульності, коли кожен компонент працює автономно, але може бути інтегрований у спільний аналітичний контур.

Не менш важливим є критерій адаптивності, який передбачає здатність системи динамічно перебудовувати алгоритми, параметри моделей та структуру візуалізацій залежно від характеристик середовища або змін у типології завдань. Адаптивність досягається через застосування гнучких цифрових платформ, що використовують алгоритмічні механізми самоконфігурації, параметричної оптимізації та автоматичного переналаштування моделей.

Структурна основа технологічного сегмента може бути описана через багатопланову архітектуру, де кожен шар виконує окрему функцію. Аналітичні платформи формують базу для збирання, очищення та агрегації даних, симуляційні модулі забезпечують моделювання поведінки системи, а засоби візуалізації – інтерпретацію результатів та побудову управлінських сценаріїв. Цілісність такої структури залежить від здатності платформ підтримувати обмін інформацією між усіма шарами, створюючи умови для узгодженого функціонування всього інструментарію [8].

Технологічний сегмент можна формально подати як систему операторів, що виконують інформаційне перетворення:

$$T = \Psi(A(D), \Omega(M), \Gamma(V), \Xi(C)), \quad (3)$$

де $\Lambda(D)$ – оператори трансформації та агрегації даних, $\Omega(M)$ – обчислювальні модулі моделювання, $\Gamma(V)$ – оператори візуалізації, $\Xi(C)$ – контур керування конфігурацією, T – узагальнений технологічний сегмент.

Для опису динамічної масштабованості можна використати розширену матричну модель:

$$Q_{tech}(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}(t) \phi_i(D) \psi_j(M), \quad (4)$$

де $a_{ij}(t)$ – коефіцієнти взаємодії між даними та моделями, що змінюються у часі, $\phi_i(D)$ – групи даних різної природи, $\psi_j(M)$ – моделі різних класів.

Ця формула демонструє, що технологічний сегмент є не статичною інфраструктурою, а активним інтерфейсом між інформацією та алгоритмами, де інтенсивність взаємодії змінюється залежно від необхідної глибини аналізу, типу моделей та складності управлінського завдання.

Для глибшого розуміння динаміки роботи технологічного сегмента доцільно представити рис. 3, який показує взаємодію між шарами платформи під час зростання навантаження та ускладнення аналізу [9].

Таблиця 3

Функціональна структура технологічного сегмента цифрового інструментарію

Компонент	Основна функція	Механізм забезпечення адаптивності	Значення для управлінських рішень
Аналітичні платформи	Обробка, агрегація та класифікація даних	Гнучкі API, автоматична нормалізація, динамічні пайплайни	Забезпечують структурну узгодженість даних
Симуляційні модулі	Імітаційне, системне та стохастичне моделювання	Автопідбір параметрів, самоконфігурація моделей	Підвищують точність прогнозів і сценаріїв
Обчислювальні ядра	Опрацювання моделей у реальному часі	Паралельні процеси, хмарні кластери	Забезпечують масштабованість системи
Засоби візуалізації	Інтерпретація і представлення результатів	Інтерактивні схеми, адаптивні дашборди	Підвищують якість управлінської інтерпретації
Контур керування конфігурацією	Підтримка узгодженості архітектури	Автоматичний моніторинг, оптимізація конфігурацій	Гарантує стабільність і цілісність інструментарію

Джерело: розроблено автором на основі [8]

Поглиблений аналіз технологічного сегмента дозволяє розглядати його не як пасивну інфраструктуру, а як багаторівневу адаптивну систему з власною внутрішньою динамікою, здатну впливати на точність, масштабованість, швидкість та стійкість управлінських рішень. У сучасних умовах цифрової трансформації роль технологічного сегмента суттєво зростає, оскільки саме він забезпечує виконання тих функцій, які раніше вимагали значної участі аналітиків: автоматизоване прогнозування, обробка великих масивів даних, оптимізація моделей, симуляція складних сценаріїв, перевірка гіпотез та оцінювання ефектів управлінських дій.

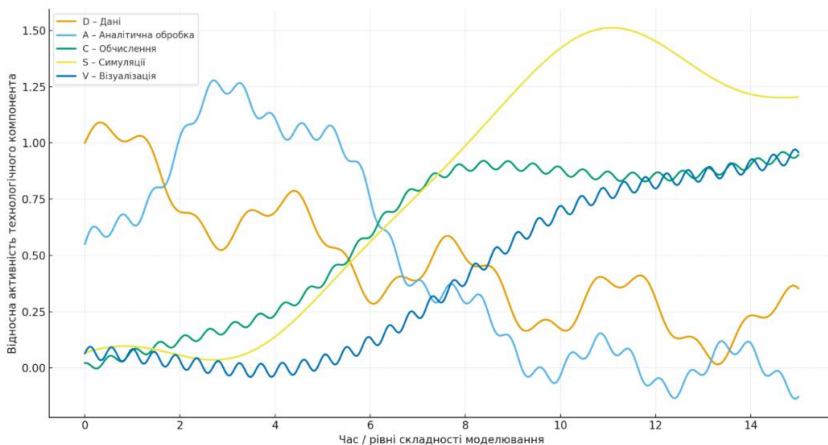


Рис. 3. Динаміка взаємодії між технологічними компонентами під час зростання складності моделювання (розроблено автором на основі [9])

Характерною рисою технологічного сегмента є його системна складність, що проявляється у необхідності поєднання різнотипних компонентів, які працюють з принципово різною інформацією. Дані можуть бути структурованими, неструктурованими, потоковими або архівними; моделі можуть бути аналітичними, стохастичними, когнітивними або імітаційними; візуалізаційні засоби можуть застосовуватися як для статичного відображення, так і для інтерактивної аналітики. Отже, технологічна інфраструктура має забезпечувати логічну узгодженість між різними типами інформації та різними методологічними підходами.

Одним із ключових аспектів технологічного сегмента є його багатопланова архітектура, яка забезпечує відокремлення функцій між різними рівнями системи. У класичному вигляді ця архітектура включає рівень даних, аналітичний рівень, рівень обчислювальних модулів, симуляційний рівень та рівень візуалізації. Кожен рівень має власну логіку роботи та залежить від специфічних алгоритмів, що забезпечують перетворення інформації. Рівень даних відповідає за збір і структурування інформації, аналітичний – за перетворення та підготовку даних до моделювання, обчислювальний – за обробку моделей і генерацію сценаріїв, симуляційний – за глибоке прогнозування і відтворення поведінки системи у різних умовах, а рівень візуалізації – за формування інтерпретацій, придатних для управлінських рішень [10].

Засоби аналітичної обробки у межах технологічного сегмента повинні забезпечувати не лише математичну точність, а й адаптивність моделювання. Це пов'язано з тим, що управлінські системи рідко функціонують у стаціонарних умовах; їхні параметри змінюються, дані оновлюються, а зовнішні фактори створюють нові виклики для аналізу. Саме тому алгоритми технологічного сегмента мають бути здатні не лише виконувати задані моделі, але й перебудовувати власну конфігурацію відповідно до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищах.

Найважливішим компонентом технологічного сегмента є обчислювальне ядро, яке виконує формальні операції над моделями. Це ядро може бути реалізоване на різних технологічних платформах: локальних серверах, хмарних кластерах, гібридних середовищах або розподілених системах з паралельною обробкою. Його

продуктивність визначає максимальний рівень складності моделей, які можуть бути використані, а також швидкість генерування сценаріїв. У складних управлінських задачах, пов'язаних з моделюванням великих соціально-економічних систем, застосовуються паралельні обчислювальні архітектури, які дозволяють виконувати симуляції у реальному часі.

Формально обчислювальну здатність технологічного сегмента можна описати через динамічну функцію продуктивності:

$$P(t) = \int_0^t [\kappa_1 F(D(\tau)) + \kappa_2 G(M(\tau)) + \kappa_3 H(S(\tau))] d\tau, \quad (5)$$

де $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ – вагові коефіцієнти, що визначають інтенсивність операцій, $F(D)$ – функція обробки даних, $G(M)$ – функція обчислення моделей, $H(S)$ – функція симуляцій.

Ця формула описує, як технологічний сегмент використовує обчислювальні ресурси для виконання аналітичних операцій у динаміці часу. У реальних системах коефіцієнти κ_i змінюються, що відображає зміну навантаження та типу аналізованої інформації.

Симуляційні модулі є другим ключовим елементом технологічного сегмента. Їх основна функція – відтворення поведінки системи у гіпотетичних сценаріях, які можуть включати екстремальні ситуації, невизначені параметри або складні нелінійні залежності. Симуляції дозволяють досліджувати ефекти від змін в управлінській структурі, оцінювати ризики, аналізувати чутливість моделей до параметрів та формувати оптимальні управлінські стратегії.

Узагальнено симуляційний процес можна подати у вигляді:

$$S(t + \Delta t) = F(S(t), U(t), \epsilon(t)), \quad (6)$$

де $S(t)$ – стан системи у момент часу, $U(t)$ – управлінський вплив, $\epsilon(t)$ – випадкові відхилення або шум, $F(\cdot)$ – оператор переходу станів.

Таким чином, симуляційний модуль дозволяє досліджувати не лише детерміновану траєкторію розвитку системи, але й множину можливих альтернатив, що формуються за різних умов і параметрів.

Складність технологічного сегмента посилюється необхідністю забезпечення ефективної інтеграції між платформами аналізу та інтерпретації. Засоби візуалізації мають адаптувати рівень деталізації та тип відображення відповідно до вимог користувача. У системах підтримки управлінських рішень важливо, щоб візуалізація була не лише інформативною, а й здатною відтворювати причинно-наслідкові зв'язки, динаміку змін та внутрішню структуру системи.

Особливе значення має логіка переходу від даних до візуального представлення, яка може бути описана як композиція операторів:

$$V = G(H(M(D)), C), \quad (7)$$

де $H(M(D))$ – результати моделювання, $G(\cdot)$ – оператор візуалізації, C – конфігураційні параметри.

Таке подання демонструє, що візуалізація є похідною від моделей та даних, а її параметри визначаються не довільно, а з урахуванням оптимальної структури подання інформації для прийняття рішень.

Узгодженість між окремими модулями технологічного сегмента потребує наявності спеціального конфігураційного контуру, який підтримує цілісність інфраструктури. Конфігураційний контур забезпечує автоматичну адаптацію

параметрів системи до змін у даних, зовнішніх впливах або вимогах користувача. Він виконує функції моніторингу, оптимізації, балансування навантаження та синхронізації компонентів.

Узагальнена модель цього контуру може бути представлена так:

$$C(t) = \Phi(R(t), L(t), \Omega(t)), \quad (8)$$

де $R(t)$ – параметри ресурсів, $L(t)$ – показники навантаження, $\Omega(t)$ – функціональні вимоги системи.

Цей механізм забезпечує здатність технологічного сегмента працювати у режимі саморегулювання, що є важливим для довготривалої ефективності управлінської аналітики.

Узагальнюючи викладений матеріал, можна стверджувати, що формування сучасного наукового інструментарію підтримки управлінських рішень є багатомірним процесом, який вимагає об'єднання методологічної чіткості, процедурної впорядкованості та технологічної гнучкості. Концептуальна структура такого інструментарію вибудовується на основі поєднання різних типів моделей, що дозволяє відтворювати складні системні залежності, враховувати багатофакторність зовнішнього середовища та забезпечувати адаптивну реакцію організації на динамічні зміни. Детерміновані, імовірнісні та когнітивні підходи формують не конкурентні, а взаємодоповнювальні засади, створюючи можливість для комплексного опису системи, її глибинних взаємозв'язків та потенційних траєкторій розвитку.

Процедурний блок інструментарію забезпечує логічний зв'язок між даними, моделями та сценаріями, утворюючи цілісний механізм перетворення інформації у практично застосовні управлінські рішення. Саме він визначає якість аналітичних результатів, оскільки від його структурної узгодженості, адаптивності та здатності до параметричної гнучкості залежить коректність моделювання та прогностична точність [11]. Упорядкування процедур дає змогу мінімізувати суб'єктивність, зменшити рівень помилок та забезпечити стабільність функціонування системи навіть за умов невизначеності.

Технологічний сегмент виступає тим рівнем, який перетворює методологічні конструкції та процедурні схеми на реальні інструменти практичної роботи. Він формує багатопланову цифрову інфраструктуру, здатну обробляти значні масиви даних, виконувати комплексні моделі, проводити симуляції різних сценаріїв та забезпечувати їх інтерпретацію через засоби візуалізації. Адаптивність та масштабованість цього сегмента стають ключовими характеристиками, оскільки управлінські завдання постійно ускладнюються, вимагаючи більш швидких, точних і глибоких обчислень.

Синергія між концептуальними, процедурними та технологічними засадами створює інтегральне аналітичне середовище, у якому рішення формуються не ізольовано, а як результат багаторівневого узгодженого процесу. Такий інструментарій здатен забезпечити високу точність прогнозів, стійкість до зовнішніх чинників, гнучкість у підборі управлінських дій та комплексне розуміння системної поведінки. В умовах динамічного середовища та інформаційної невизначеності саме інтегрований підхід дозволяє організаціям не тільки реагувати на зміни, але й прогнозувати їх, формуючи стратегічно зважені рішення.

Висновок. Узагальнення результатів дослідження дозволяє визначити концептуальну структуру наукового інструментарію для підтримки управлінських рішень як багаторівневу інтегровану систему, що поєднує методологічний,

процедурний і технологічний сегменти. Їх узгоджене функціонування створює умови для формування цілісного аналітичного середовища, у межах якого управлінські рішення набувають системної обґрунтованості та прогностичної стійкості.

Методологічний сегмент формує логіку побудови моделей і критерії оцінювання, забезпечуючи концептуальну основу інструментарію. Процедурний сегмент виступає механізмом трансформації даних у сценарії та альтернативи, визначаючи якість аналітичних результатів. Технологічний сегмент реалізує зазначені принципи через цифрову інфраструктуру, що забезпечує масштабованість, швидкість і адаптивність процесів.

Інтеграція детермінованих, імовірнісних і когнітивних моделей дозволяє відтворювати складні закономірності функціонування системи, враховувати невизначеність та аналізувати поведінкові аспекти. Синергія між цими підходами підвищує точність прогнозування та знижує ризик помилкових управлінських рішень.

Забезпечення структурної узгодженості, верифікованості процедур і самоконфігураційної здатності технологічної інфраструктури є ключовими умовами ефективності інструментарію. Такий підхід створює передумови для переходу до системного управління, орієнтованого на довгострокову стабільність і стратегічну адаптивність.

Отже, концептуальна структура наукового інструментарію підтримки управлінських рішень виступає фундаментом формування інтегрованого аналітичного простору, у якому рішення є результатом багаторівневого узгодженого процесу, що поєднує формалізовані моделі, алгоритмічні процедури та сучасні цифрові технології.

Список літератури:

1. Chupryna I., Tormosov R., Abzhanova D., Ryzhakov D., Gonchar V., Plys N. Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership. *2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8. DOI: 10.1109/SIST54437.2022.9945809
2. Poincaré H. *Science and Hypothesis* / WJ Greenstreet (translator). New York: Cosimo Classics, 2007. 256 p.
3. Wayland F. *The Elements Of Political Economy*. Whitefish: Kessinger Publishing, 2007. 488 p.
4. Forrester J.W. *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA: MIT Press, 1961.
5. Ackoff R.L. The art of problem solving: accompanied by Ackoff's fables. *The Statistician*, 1979, 28, 230-230.
6. Joyner K. *Systems Thinking for Leaders: A practical guide to engaging with complex problems*. Queensland University of Technology, 2025. URL: <https://qut.pressbooks.pub/systemcraft-systems-thinking/front-matter/preface/>
7. Turban E., Aronson J.E., Liang T.-P. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. New York: Pearson/Prentice Hall, 2005. 960 p.
8. Dhaouadi A., Bousselmi K., Monnet S., Gammoudi M.M., Hammoudi S. A Multi-layer Modeling for the Generation of New Architectures for Big Data Warehousing. In: Barolli, L., Hussain, F., Enokido, T. (eds) *Advanced Information Networking and Applications. AINA 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 450. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99587-4_18

9. Liu S., Duffy A.H.B., Whitfield R.I. et al. Integration of decision support systems to improve decision support performance. *Knowledge and Information Systems*, 2010, 22, 261–286. <https://doi.org/10.1007/s10115-009-0192-4>

10. Бідюк П.І., Тимошук О.Л., Коваленко А.Є.; Коршевнік Л.О. Системи і методи підтримки прийняття рішень. навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 259 с.

11. Рижаківа Г.М., Чуприна Ю.А., Гавриков Д.О., Бородавко М.В. Формування будівельного кластеру у форматі державних інвестиційних цільових програм. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2019. Вип. 40. Економічний. С. 19-25. <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.40.19-24>

Viktor PYLYPCHUK, Yevgen NAUMENKO

Conceptual structure of the scientific instrumentarium for management decision support

The formation of a conceptual structure of the scientific instrumentarium for management decision support is a necessary condition for ensuring the systemic coherence, validity, and adaptability of modern management. Under conditions of increasing complexity of socio-economic processes, growth of information flows, and the dynamic nature of the external environment, managerial decisions must rely on integrated analytical mechanisms that combine methodological rigor, procedural consistency, and technological implementation.

The conceptual structure of the instrumentarium is considered as a multi-level system encompassing methodological, procedural, and technological segments. The methodological level defines the principles of model construction, the logic of hypothesis formulation, and the criteria for interpreting results. The procedural level ensures the transformation of primary data into structured analytical scenarios through a sequence of formalized operations. The technological level implements these mechanisms within a digital environment, providing scalability, adaptability, and high-speed information processing.

Special attention is given to the integration of different types of models – deterministic, probabilistic, and cognitive – within a unified analytical framework. Such integration enables the reproduction of both structural dependencies of the system and stochastic fluctuations, as well as cause-and-effect relationships shaping its behavior. The combination of formal mathematical methods with expert interpretation forms the foundation for a hybrid approach to decision-making.

It is substantiated that the effectiveness of the instrumentarium is determined by the structural consistency of its components, the verifiability of procedures, and the capacity for adaptive reconfiguration depending on the type of managerial task. The formalization of information transformation processes through multi-stage functions ensures the logical integrity of the analytical cycle – from data collection to the formation of managerial alternatives.

The role of the technological segment as an integration infrastructure uniting analytical platforms, simulation modules, computational cores, and visualization tools is emphasized. Its scalability and self-configurational capacity determine the overall performance level of the decision support system.

Keywords: management decision support, conceptual structure, analytical models, procedural mechanism, digital infrastructure, systems analysis, adaptability, forecasting.

Дата надходження статті: 09.01.2026

Дата прийняття статті: 18.02.2026