

Тетяна В. Гринько¹, Сергій С. Дулепов²

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКА ЕНДОГЕННОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОЗВИТКУ БІЗНЕС-СТРУКТУР

У статті обґрунтовано модернізований економетричний підхід до оцінювання ендогенного потенціалу розвитку бізнес-структур в умовах розгортання цифрових платформ та «зеленого» переходу. Сформовано тривимірний дескриптивний простір, який інтегрує субіндекси екосистемної компліментарності, циркулярної стійкості та фінансово-операційного гомеостазу. Розроблено експрес-методику, яка виключає суб'єктивізм експертних оцінок шляхом поєднання модифікованого мінімаксного нормування та алгоритму розрахунку інформаційної ентропії Клода Шеннона за натуральною основою. Доведено, що лінійна згортка субіндексів із динамічними ентропійними вагами реалізує ефект кібернетичного регулятора: у моменти кризових шоків ентропія нестабільного контуру стрімко падає, що автоматично максимізує його вагу та сигналізує про необхідність мобілізації внутрішніх ресурсів фірми. Запропонований підхід адаптовано для практичного програмування та оперативного менеджменту.

Ключові слова: ендогенний потенціал, екосистемна компліментарність, циркулярна стійкість, фінансово-операційний гомеостаз, ентропія Шеннона, динамічні ваги.

Форм.л. 6. Літ. 19.

DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-299-449-459

¹ <https://orcid.org/0000-0002-7882-4523>

² <https://orcid.org/0009-0005-3875-1111>

Tetiana Grynko, Serhii Dulieпов

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE INDICATORS OF THE ENDOGENOUS POTENTIAL OF DEVELOPMENT OF BUSINESS STRUCTURES

The article substantiates a modernized econometric approach to evaluating the endogenous development potential of business structures amidst the expansion of digital platforms and the "green" transition. A three-dimensional descriptive space is formed, integrating the sub-indices of ecosystem complementarity, circular sustainability, and financial-operational homeostasis. An express methodology has been developed that eliminates the subjectivity of expert assessments by combining a modified min-max normalization and Claude Shannon's information entropy calculation algorithm using a natural base. It is proved that the linear aggregation of sub-indices with dynamic entropy weights implements the effect of a cybernetic regulator: during crisis shocks, the entropy of an unstable contour drops sharply, which automatically maximizes its weight and signals the need to mobilize the firm's internal resources. The proposed approach is adapted for practical programming and operational management.

Keywords: endogenous potential, ecosystem complementarity, circular sustainability, financial-operational homeostasis, Shannon entropy, dynamic weights.

Peer-reviewed, approved and placed: 20.05.2026

Постановка проблеми. Обґрунтування теоретико-методологічних засад квантифікації ендогенного потенціалу розвитку бізнес-структур постає як фундаментальне науково-прикладне завдання сучасної економіки, вирішення

¹ Oles Honchar Dnipro National University. Ukraine.

² Oles Honchar Dnipro National University. Ukraine.

якого безпосередньо детермінує резильєнтність мікроекономічних систем у тривалій часовій перспективі. Традиційна парадигма стратегічного управління тривалий час спиралася на моделі, в межах яких траєкторія розвитку підприємства розглядалася переважно як функція адаптації до макроекономічної кон'юнктури, ринкових трендів та агресивного екзогенного тиску [1].

Проте каскад глобальних макросистемних шоків, воєнних деструкцій та інфраструктурних обмежень унаочнив критичну обмеженість такого підходу. В умовах, коли зовнішнє середовище втрачає ознаки стаціонарності та прогнозованості, а рівень екзогенної ентропії прагне до нескінченності, класичні інструменти адаптації втрачають свій випереджальний характер, перетворюючись на запізнілі реакції інертної системи. Це зумовлює об'єктивну необхідність зміщення фокусу наукового пошуку з аналізу зовнішніх чинників на оцінювання внутрішніх драйверів самоорганізації, що формують ендогенний потенціал бізнес-структури.

Наукова сутність категорії «ендогенний потенціал розвитку» полягає в інтеграції внутрішніх латентних можливостей, синергетичних ефектів та прихованих резервів системи, які здатні генерувати імпульси якісного зростання [2]. Складність вирішення цього завдання посилюється сучасною специфікою функціонування підприємств, де традиційний ресурсний базис (основні засоби, фінансовий капітал) перестає бути єдиним чинником успіху. Сучасне інтелектуальне підприємство (Intelligent Enterprise) формує свою внутрішню силу на перетині жорсткого фінансового гомеостазу та м'яких технологічних чинників вищого порядку, таких як глибина інтеграції штучного інтелекту та блокчейн-технологій в операційний контур [3].

При цьому виникає серйозне методологічне протиріччя між потребою у предиктивному управлінні цим потенціалом та наявним аналітичним інструментарієм.

Більшість існуючих методичних підходів до оцінювання потенціалу підприємств характеризуються надмірною механістичністю, що виражається у простій лінійній адитивній різномірних техніко-економічних показників. Так, традиційні підходи до формування інтегральних індикаторів здебільшого спираються на статичні матриці вагових коефіцієнтів, отримані експертним шляхом з використання методу аналізу ієрархій [4] або методами багатокритеріального аналізу [5].

Подібні моделі припускають, що вагомість фінансових чи інноваційних параметрів діяльності бізнесу є константною як у період стабільного розвитку, так і в момент гострого макроекономічного шоку. Така «лінійна наївність» жорстко критикується представниками сучасної школи системної динаміки [6], які наголошують на потребі в реалізації моніторингу критичних точок біфуркації систем у реальному часі під негативним впливом екзогенного середовища.

Такі моделі повністю ігнорують нелінійну природу внутрішніх взаємозв'язків та ефект емерджентності. Крім того, в реальних умовах воєнної економіки та високої макроекономічної ентропії контур управління організацій функціонує в режимі жорсткого обмеження когнітивного та

часового ресурсу. Коли зовнішній тиск середовища перетинає критичну межу, вмикаються нелінійні психофізичні обміни сприйняття інтенсивності подразників, які в теорії поведінкових рішень формалізуються через закон Вебера-Фехнера [7].

Таким чином, гостра практична потреба реального сектору економіки в інструментах діагностики внутрішніх резервів виживання, у поєднанні з фрагментарністю теоретичного обґрунтування процесів самоорганізації мікроекономічних систем, визначають доцільність та своєчасність розроблення комплексної методології оцінювання показника ендogenous потенціалу розвитку бізнес-структур. Побудова такої динамічної моделі дозволить менеджменту чітко ідентифікувати межі внутрішньої стійкості організації та обґрунтовувати предиктивні управлінські рішення в умовах глобальної конкуренції та турбулентності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методологічні аспекти формування комплексних та інтегральних індикаторів для оцінювання стану складних економічних систем є предметом постійних дискусій у науковій спільноті.

Так, дослідження Ж. Шилю [8] присвячено розробці методологічного контуру оцінювання рівня економічної безпеки мікроекономічних систем. Автором запропоновано та формалізовано багатокритеріальний підхід, реалізований через матрицю послідовних кроків. Практична реалізація розробленої методології, на думку автора, забезпечує можливість проведення поблочного аудиту (фінансової, техніко-технологічної, інтелектуально-кадрової, політико-правової та екологічної складових) з їх наступною конвергенцією в єдиний інтегральний показник розвитку бізнес-структури.

При цьому модель повністю ігнорує зовнішню ентропію середовища. Адже в умовах критичного шоку (наприклад, воєнного стану) підприємство фізично не може і не повинно зважати на екологічний чи політико-правовий контур так само, як у мирний час. Наведена методика передбачає врахування умовної «екологічної безпеки», витрачаючи дефіцитний когнітивний ресурс, тоді як система потребує негайної ентропійної компресії контуру управління та фокусування виключно на операційному гомеостазі.

Схожий концептуальний підхід використаний в статті Р. Лотоцького та Л. Рудої [9] при узагальненні методів аналізу фінансово-економічного стану виробничого підприємства. Одночасно з цим дослідники акцентують увагу на вагомості комплексного підходу, який інтегрує математичні та евристичні інструменти для одержання верифікованого висновку про фінансове становище суб'єкта господарювання та оперативного розгортання релевантних антикризових процедур.

Слід відзначити, що традиційний базис нормування та лінійної згортки первинних дескрипторів підприємств, заснований на статичних вагах, в умовах сучасних шоків дедалі частіше піддається критиці через свою нездатність відображати структурні зміни в реальному часі.

Так, у методологічному дослідженні [10] детально проаналізовано математичні особливості класичних методів багатокритеріального аналізу (MCDA), що обґрунтовує необхідність переходу до динамічних систем зважування, які адаптуються до змін у зовнішньому середовищі.

Питання інтеграції інформаційних та цифрових дескрипторів до структури комплексних показників розвитку бізнес-систем висвітлено у праці Д. Яценко та Д. Ревенко [11], в якій представлено архітектуру наукової концепції, спрямованої на моделювання ефектів цифрової трансформації в системі чинників економічного зростання. Базою для побудови моделей виступив системний підхід, що враховує структурну неоднорідність (гетерогенність) та нелінійний характер досліджуваних процесів. При цьому математичний інструментарій аналізу було модернізовано завдяки інтеграції індексів цифровізації безпосередньо у функціонал традиційних виробничих функцій, що дозволяє коректно відображати інерційність систем та ефекти критичних точок.

Окремим вагомим вектором методологічних досліджень є застосування ентропійних методів для об'єктивного визначення вагових коефіцієнтів без суб'єктивного втручання експертів. Зокрема, у статті [12] у контексті мінімізації інформаційної місткості моделей аргументовано доцільність залучення методу головних компонентів (PCA), який є високоефективним для ортогоналізації простору ознак та виокремлення домінантних факторів впливу. Крім того, автори наводять емпіричне підтвердження того, що метод ентропії генерує вищу точність оцінок порівняно з PCA та наголошують, що чутливість ентропійної моделі до детекції ваг суттєво підвищується саме на масивах високої розмірності, що вказує на наявність позитивного масштабного ефекту.

Відзначимо, що дослідження механізмів вибору в умовах глобального гальмування та інформаційного перевантаження контурів [13] підтверджують, що за умов екстремального тиску середовища відбувається природна редукція когнітивної уваги. В управлінському аспекті це призводить до того, що керівництво змушене ігнорувати довгострокові стратегічні орієнтири (такі як цифрова трансформація чи зелений перехід) і концентрувати всі доступні ресурси на забезпеченні операційного гомеостазу та ліквідності. Цей адаптивний кібернетичний феномен – ентропійне звуження контуру адміністрування – досі не знайшов свого адекватного відображення у математичних моделях оцінювання розвитку бізнес-структур.

Попри значну кількість фундаментальних праць, присвячених окремим аспектам ресурсної теорії, інноваційного менеджменту та математичного моделювання зростання, методологія інтегрального оцінювання саме ендогенного потенціалу бізнес-структур залишається фрагментарною. Існує очевидний методологічний дефіцит моделей, спроможних поєднати в єдиному контурі жорсткі фінансові індикатори гомеостазу підприємства із сучасними м'якими дескрипторами цифровізації, такими як глибина інтеграції алгоритмів штучного інтелекту та блокчейн-технологій. Більшість наявних методичних рішень не враховують нелінійний характер взаємодії між цими блоками та ігнорують ефект ентропійного звуження в моменти критичних криз, коли внутрішня структура системи має мобільно переформатовувати свої пріоритети заради збереження операційного ядра. Таким чином, необхідність подолання зазначених теоретико-методологічних розривів та розроблення динамічного, об'єктивного математичного

інструментарію для оцінювання внутрішньої сили підприємства обумовлює логіку та архітектуру нашого дослідження.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні теоретико-методологічної платформи та розробленні комплексного економіко-математичного інструментарію для оцінювання показника ендogenous потенціалу розвитку бізнес-структур, який базується на принципах динамічного ентропійного зважування, що дозволяє відобразити нелінійну компресію контуру адміністрування під час екзогенних шоків.

Основні результати дослідження. Розширення понятійно-категоріального апарату теорії динамічних спроможностей [14] у контексті представленого дослідження вимагає глибокого переосмислення класичного розуміння внутрішніх ресурсів бізнес-структури. Так, категорія «ендогенний потенціал розвитку» пропонується нами як інтегральна характеристика внутрішньої сили бізнес-структури, що відображає її здатність до самоорганізації, генерації внутрішніх імпульсів якісного зростання та утримання темпоральної стійкості незалежно від ступеня деструктивності екзогенного середовища.

Особливість такого визначення полягає в тому, що ендogenous потенціал розвитку не є простою сумою локальних потенціалів, а формується як емерджентна властивість на специфічному перетині двох фундаментальних, але протилежних за своєю природою контурів: жорсткого фінансового гомеостазу та м'яких чинників цифровізації.

Так, жорсткий фінансовий гомеостаз уособлює собою консервативну, стабілізуючу основу системи. Він відповідає за підтримання критичних параметрів життєдіяльності бізнесу – ліквідності, платоспроможності та безперебійності грошових потоків [15]. Математично та архітектурно цей контур прагне до мінімізації відхилень від рівноважного стану, виступаючи своєрідним «імунним бар'єром» організації, який гасить екзогенні шоки за рахунок накопичених фінансових буферів. Без забезпечення цього жорсткого каркаса будь-який розвиток може стати неможливим через загрозу раптового операційного колапсу.

З іншого боку, м'які чинники цифровізації репрезентують лабільну, динамічну складову ендogenous потенціалу. Вони оцінюються не через обсяги задіяного комп'ютерного обладнання, а через глибину інтеграції штучного інтелекту та блокчейн-технологій у контур операційної діяльності. Штучний інтелект у цій системі виконує когнітивну функцію – він оптимізує процеси прийняття рішень, автоматично аналізує великі масиви даних та прогнозує поведінку контрагентів, мінімізуючи людські помилки в умовах дефіциту часу.

Блокчейн-технології забезпечують транзакційну безпеку, децентралізацію та прозорість ланцюгів доданої вартості за допомогою смарт-контрактів, що радикально знижує рівень внутрішньої ентропії та транзакційних витрат підприємства [16]. Цей м'який контур за своєю суттю є гнучким, адаптивним драйвером нелінійного розвитку, який постійно шукає нові точки зростання та оптимізації внутрішніх пропорцій системи.

Отже, введення категорії «ендогенний потенціал розвитку» в термінологічне поле теорії динамічних спроможностей дозволяє

формалізувати механізм їхньої взаємодії через концепцію синергетичного резонансу: внутрішня сила бізнес-структури досягає свого максимуму тоді, коли стабільність жорсткого фінансового гомеостазу надійно підтримує експерименти та трансформації, що генеруються м'яким цифровим контуром, а цифрові технології, у свою чергу, оптимізують витрати й підвищують швидкість реакції фінансового блоку.

У такій системі динамічні спроможності перестають бути абстрактною готовністю до змін, а набувають конкретного математичного виміру: вони відображають швидкість і точність, з якою ендегенний потенціал здатний перерозподіляти ресурси між жорстким та м'яким контурами залежно від рівня зовнішнього хаосу. Це дозволяє розглядати ендегенний потенціал розвитку як предиктивну метрику життєздатності сучасної бізнес-структури. Зокрема, в [17] математично доводиться, що стійкість гомеостазу бізнес-структури залежить, крім іншого, від безрозмірного показника ендегенного потенціалу розвитку, діапазон змін якого безпосередньо впливає на динаміку бізнес-структури.

Перейдемо від концептуального визначення ендегенного потенціалу до формування його емпіричного дескриптивного базису. Оскільки, як відзначалось вище, внутрішня сила бізнес-структури формалізується на перетині різнорідних за своєю природою процесів, виникає методологічна необхідність поблочної декомпозиції первинного простору ознак. А переосмислення сутності інтегрального показника ендегенного потенціалу розвитку (I_{end}) в епоху домінування глобальних цифрових платформ та перманентних макроекономічних криз потребує рішучого відходу від класичних статичних моделей зваженої згортки на користь адаптивних систем декомпозиції.

Сучасні бізнес-структури функціонують не як ізольовані, замкнені суб'єкти, а як динамічні компоненти мережевих екосистем, де їхня внутрішня сила та життєздатність визначаються не просто обсягом накопичених матеріальних активів, а швидкістю архітектурної кооперації та готовністю до викликів глобального «зеленого» переходу. З огляду на це, склад первинних субіндексів моделі модернізовано шляхом ендегенізації новітніх вимірників екосистемної компліментарності та циркулярної стійкості, що дозволяє відобразити здатність системи до самоорганізації у висококонкурентному середовищі. Замість узагальнених економічних метрик у структуру інтегрального показника $I_{end}(t)$ для аналізованої групи бізнес-структур введемо три специфічні, функціонально орієнтовані компоненти, які повністю охоплюють жорсткі та м'які чинники розвитку вищого порядку.

Першим динамічним вектором моделі пропонуємо прийняти індекс екосистемної компліментарності та цифровізації ($EC_i(t)$), який квантифікує внутрішню спроможність бізнес-структури до безшовної інтеграції в сучасні цифрові платформи. Аналітична місткість цього субіндексу визначається глибиною використання внутрішніх технологій штучного інтелекту для предиктивної обробки ринкових сигналів, а також ступенем технологічної сумісності власних відкритих цифрових інтерфейсів (API) з партнерами по

ланцюгу створення доданої вартості, що мінімізує лаг транзакцій та рівень інформаційної асиметрії.

Другим компонентом, що відображає довгострокову інституційну стійкість та інноваційну лабільність організації, є індекс циркулярної стійкості та еко-модернізації ($CR_i(t)$). Даний показник фіксує питому вагу зваженого «зеленого» фінансування в інвестиційному портфелі підприємства, рівень впровадження безвідхідних технологій та швидкість адаптації внутрішніх бізнес-моделей до принципів циркулярної економіки, що виступає ключовим ендегенним драйвером зниження ресурсомісткості виробництва.

Нарешті, зв'язуючим та стабілізуючим елементом усієї системи виступає індекс фінансово-операційного гомеостазу ($FH_i(t)$), який характеризує базову життєздатність бізнесу через класичні верифіковані метрики миттєвої ліквідності, автономії та операційної рентабельності. Математично цей субіндекс реалізується у формі лінійної адитивної функції з урахуванням нормативних вагових коефіцієнтів, задовольняючи умову жорсткого нормування ваг у межах контуру. У цій архітектурі індекс $FH_i(t)$ виконує роль внутрішнього буфера проти екзогенних шоків.

Кожен із трьох окреслених субіндексів ($EC_i(t)$, $CR_i(t)$, $FH_i(t)$) розраховується у безрозмірному координаційному просторі $[0;1]$ на основі попередньої мінімаксної нормалізації первинних дескрипторів.

Оскільки в представленому дослідженні розглядається часова динаміка одного підприємства, максимуми та мінімуми шукаються не за групою фірм, а за досліджуваними періодами. Це дозволяє оцінити, наскільки поточний стан контуру близький до найкращого або найгіршого результату в історії діяльності конкретної бізнес-структури.

Оскільки всі три наші модернізовані індекси – екосистемна компліментарність (EC), циркулярна стійкості (CR) та фінансово-операційний гомеостаз (FH) – за своєю економічною суттю є стимуляторами розвитку (тобто їхнє зростання свідчить про збільшення внутрішньої сили підприємства), математична форма лінійного масштабування для поточного періоду t записується так:

$$\begin{aligned}\widetilde{EC}(t) &= \frac{EC(t) - \min_t EC(t)}{\max_t EC(t) - \min_t EC(t)}, \\ \widetilde{CR}(t) &= \frac{CR(t) - \min_t CR(t)}{\max_t CR(t) - \min_t CR(t)}, \\ \widetilde{FH}(t) &= \frac{FH(t) - \min_t FH(t)}{\max_t FH(t) - \min_t FH(t)}.\end{aligned}\tag{1}$$

де $EC(t)$, $CR(t)$, $FH(t)$ – фактичні значення субіндексів, розраховані для підприємства у періоді t ; \max_t , \min_t – відповідно максимальне та мінімальне значення конкретного субіндексу серед усіх n аналізованих періодів часу; $(EC)(t)$, $(CR)(t)$, $(FH)(t)$ – очищені, нормовані значення контурів, які в

подальшому використовуються в алгоритмі Шеннона [18] для розрахунку частот $p_j(t)$:

$$p_{\widetilde{EC}}(t) = \frac{\widetilde{EC}(t)}{\sum_{t=1}^n \widetilde{EC}(t)}; p_{\widetilde{CR}}(t) = \frac{\widetilde{CR}(t)}{\sum_{t=1}^n \widetilde{CR}(t)}; p_{\widetilde{FH}}(t) = \frac{\widetilde{FH}(t)}{\sum_{t=1}^n \widetilde{FH}(t)}. \quad (2)$$

Так, отримані значення (2) стають основою для розрахунку нормованої ентропії для кожного з трьох контурів:

$$H_j = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{t=1}^n p_j(t) \ln(p_j(t)), H_j \in [0; 1], j = \overline{1; 3}. \quad (3)$$

Слід відзначити, що якщо в один із періодів фактичне значення показника збігається з його історичним мінімумом, то після застосування нормування (1) ми отримуємо нульове значення нормованого показника. Оскільки формула ентропії (3) містить натуральний логарифм частоти, то нульові значення викликають помилку обчислень у формі невизначеності. Для уникнення цього ефекту, зокрема при проведенні розрахунків у спеціалізованих пакетах, доцільно використовувати модифікований мінімакський зсув, штучно обмежуючи обчислення інтервалом $[0,001; 1]$:

$$\begin{aligned} \widetilde{EC}(t) &= 0,001 + 0,999 \cdot \frac{EC(t) - \min_t EC(t)}{\max_t EC(t) - \min_t EC(t)}, \\ \widetilde{CR}(t) &= 0,001 + 0,999 \cdot \frac{CR(t) - \min_t CR(t)}{\max_t CR(t) - \min_t CR(t)}, \\ \widetilde{FH}(t) &= 0,001 + 0,999 \cdot \frac{FH(t) - \min_t FH(t)}{\max_t FH(t) - \min_t FH(t)}. \end{aligned} \quad (4)$$

Така модифікація повністю зберігає логіку мінімаксного методу, але робить весь масив даних математично придатним для коректного розрахунку інформаційної міри хаосу за Шенноном [18].

Нарешті, динамічні ваги визначаються через показники ентропії

$$\omega_j(t) = \frac{1 - H_j}{\sum_{j=1}^3 (1 - H_j)} \quad (5)$$

а фінальне рівняння ендегенного потенціалу для поточного періоду t стає лінійною згортокою

$$I_{end}(t) = \omega_{EC}(t) \cdot EC(t) + \omega_{CR}(t) \cdot CR(t) + \omega_{FH}(t) \cdot FH(t). \quad (6)$$

Запропонований метод класифікуємо, як експрес-методик оцінювання ендегенного потенціалу з прямим ентропійним зважуванням. При цьому розширення цього методу можливе через формування узагальненого значення ендегенного потенціалу $I_{end}(t)$ не через статичне усереднення, а через процедуру ортогоналізації за методом головних компонентів (PCA) з подальшим динамічним зважуванням за алгоритмом інформаційної ентропії Шеннона. Адже, глибока цифрова платформатизація та еко-модернізація

потребують значних фінансових вливань, а між трьома досліджуваними факторами формування ендегенного потенціалу об'єктивно може існувати існує сильний латентний зв'язок. Так, високі значення фінансово-операційного гомеостазу можуть виступати першопричиною зростання екосистемної компліментарності, що в умовах стандартної регресії неминує призводить до явища мультиколінеарності. Отже, застосування методу головних компонентів забезпечує автоматичне усунення мультиколінеарності між рівнем цифровізації та фінансовими можливостями, а також гарантує запуск ефекту ентропійного звуження моделі в моменти деструктивних ринкових коливань.

Висновки. У результаті проведеного дослідження сформовано модернізований теоретико-методологічний підхід до оцінювання ендегенного потенціалу розвитку бізнес-структур в умовах розгортання цифрових платформ та посилення вимог «зеленого» переходу. На відміну від традиційних підходів, у роботі обґрунтовано тривимірну декомпозицію внутрішнього аналітичного простору організації, яка базується на інтеграції індексу екосистемної компліментарності та цифровізації, індексу циркулярної стійкості та еко-модернізації, а також індексу фінансово-операційного гомеостазу.

Методологічною особливістю запропонованого підходу є розробка експрес-методики оцінювання, яка повністю виключає суб'єктивізм експертних оцінок при визначенні пріоритетності контурів розвитку. Математичне поєднання попереднього модифікованого мінімаксного масштабування та алгоритму розрахунку інформаційної ентропії Шеннона безпосередньо для агрегованих субіндексів дозволило зберегти первинний економічний зміст кожної координати системи, що є критично важливим для оперативного прийняття рішень топ-менеджментом. Впровадження логарифмічного оператора за натуральною основою забезпечило математичну стійкість моделі, наділивши її властивостями автоматичного кібернетичного регулятора.

Економіко-кібернетичний ефект розробленої лінійної згортки полягає в реалізації закону ентропійної компресії, коли будь-яка деструктивна флуктуація або кризовий зсув у фінансовому чи технологічному ядрі фірми призводить до обвалу локальної ентропії та дзеркального максимізування динамічної ваги цього проблемного контуру, сигналізуючи про необхідність миттєвого перерозподілу внутрішніх ліквідних резервів підприємства.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі пов'язані з розширенням аналітичного інструментарію через процедуру ортогоналізації за методом головних компонентів та його практичною алгоритмізацією. Окремим науковим вектором вбачається поглиблене дослідження латентного впливу мультиколінеарності між процесами цифровізації та фінансовими можливостями підприємств, що дозволить математично уточнити межі взаємокомпенсації субіндексів у межах запропонованої лінійної згортки.

1. Cristofaro M., Helfat C. E., Teece D. J. Adapting, shaping, evolving: refocusing on the dynamic capabilities–environment nexus. *Academy of Management Collections*. 2025. Vol. 4. no. 1. pp. 20–46. doi: 10.5465/amc.2022.0008

2. Пілецька С., Коритько Т., Лукаржевська-Мялик В. Економічний потенціал розвитку підприємства в системі управління його безпекою. *Економіка та суспільство*. 2022. no. 44. doi:10.32782/2524-0072/2022-44-34
3. Exner R., Zunic, A. *The path to an intelligent enterprise*. Springer Nature, 2025.
4. Saaty T. L., Zoffer H. J., Vargas L. G., Guiora A. The analytic hierarchy process: beyond “getting to yes” in conflict resolution. In *Overcoming the Retributive Nature of the Israeli-Palestinian Conflict*. pp. 17-29. Cham: Springer International Publishing, 2021.
5. Zavadskas E. K., Turskis Z. Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview. *Technological and economic development of economy*. 2011. Vol. 17. no. 2. pp. 397-427.
6. Ivanov R. V., Grynko T. V., Porokhnya V. M., Pavlov R. A., Golovkova L. S. Model substantiation of strategies of economic behavior in the context of increasing negative impact of environmental factors in the context of sustainable development. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 1049. no. 1. p. 012041.
7. Carr H. An interpretation of the Weber-Fechner law. *Psychological Review*. 1927. Vol. 34. no. 4. pp. 313-319.
8. Shilo Z. Method of comprehensive assessment of the level of economic security of the enterprise. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2022. Vol. 1. no. 4. pp. 17–25. doi: 10.46299/j.isjmef.20220104.03
9. Лотоцький Р., Руда Л. Методологічні підходи до оцінювання фінансового стану підприємства в умовах кризи. *Економіка та суспільство*. 2025. no. 78. doi: 10.32782/2524-0072/2025-78-52
10. Zlaugotne B., Zihare L., Balode L., Kalnbalkite A., Khabdullin A., Blumberga D. Multi-criteria decision analysis methods comparison. *Environmental and Climate Technologies*. 2020. Vol. 24. no. 1. pp. 454-471. doi: 10.2478/rtuect-2020-0028
11. Яценко Д., Ревенко Д. Концептуальні основи моделювання впливу цифрової трансформації на динаміку економічного зростання. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2026. Vol. 2. no. 23. pp. 475-482. doi: 10.32782/dees.23-69
12. Wu RM, Zhang Z., Yan W., Fan J., Gou J., Liu B., Wang Y. A comparative analysis of the principal component analysis and entropy weight methods to establish the indexing measurement. *PloS one*. 2022. Vol. 17. no. 1. e0262261. doi: 10.1371/journal.pone.0262261
13. Shahrzadi L., Mansouri A., Alavi M., Shabani A. Causes, consequences, and strategies to deal with information overload: A scoping review. *International Journal of Information Management Data Insights*. 2024. Vol. 4. no. 2. p. 100261. doi: 10.1016/j.ijime.2024.100261
14. Cavusgil S.T., Deligonul S.Z. Dynamic capabilities framework and its transformative contributions. *J Int Bus Stud*. 2025. no. 56. pp. 33–42. doi: 10.1057/s41267-024-00758-8
15. Kumar R. Cash flow management in modern businesses: techniques for liquidity optimization. *International Journal of Exploring Emerging Trends in Engineering*. 2025. Vol.11. no.4. pp. 1-12.
16. Ahmed S. Enhancing data security and transparency: The role of blockchain in decentralized systems. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*. 2025. Vol.11. no.1. 593258. doi: 10.30574/ijrsa.2023.10.1.0792
17. Гринько Т., Дулепов С. Формалізація та моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на засадах нелінійної динаміки. *Економіка та суспільство*. 2026 . no.86. doi: 10.32782/2524-0072/2026-86-8
18. Rustam A., Adil M. Financial sustainability ratio and aspects that affect it. *Jurnal Akuntansi*. 2022. Vol.26. no.1. pp. 144-160. doi: 10.24912/ja.v26i1.822
19. Ali A., Anam S., Ahmed M. M. Shannon entropy in artificial intelligence and its applications based on information theory. *J. Appl. Emerg. Sci*. 2023. Vol.13. no.1. pp. 9-17. doi:10.36785/jaes.131549

1. Cristofaro M., Helfat C. E., Teece D. J. (2025). Adapting, shaping, evolving: refocusing on the dynamic capabilities–environment nexus. *Academy of Management Collections*, Vol. 4, no. 1, pp. 20-46. doi: 10.5465/amc.2022.0008

2. Piletska S., Korytko T., Lukarzhavska-Myalyk V. (2022). Economic potential of enterprise development in its safety management system [Економічний потенціал розвитку підприємства в системі управління його безпекою]. *Economy and Society*, no. 44. doi:10.32782/2524-0072/2022-44-34

3. Exner R., Zunic, A. *The path to an intelligent enterprise*. Springer Nature, 2025.

4. Saaty T. L., Zoffer H. J., Vargas L. G., Guiora A. The analytic hierarchy process: beyond “getting to yes” in conflict resolution. In *Overcoming the Retributive Nature of the Israeli-Palestinian Conflict*. pp. 17–29. Cham: Springer International Publishing, 2021.
5. Zavadskas E. K., Turskis Z. (2011). Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview. *Technological and economic development of economy*, Vol. 17, no. 2, pp. 397–427.
6. Ivanov R. V., Grynko T. V., Porokhnya V. M., Pavlov R. A., Golovkova L. S. (2022). Model substantiation of strategies of economic behavior in the context of increasing negative impact of environmental factors in the context of sustainable development. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 1049, no. 1, p. 012041.
7. Carr H. (1927). An interpretation of the Weber-Fechner law. *Psychological Review*, Vol. 34, no. 4, pp. 313–319.
8. Shilo Z. (2022). Method of comprehensive assessment of the level of economic security of the enterprise. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, Vol. 1, no. 4, pp. 17–25. doi: 10.46299/j.isjmef.20220104.03
9. Lototskyi R., Ruda L. (2025). Methodological approaches to assessing the financial condition of an enterprise in times of crisis [Metodolohichni pidkhody do otsiniuvannya finansovoho stanu pidpriemstva v umovakh kryzy]. *Economy and Society*, no. 78. doi: 10.32782/2524-0072/2025-78-52
10. Zlaugotne B., Zihare L., Balode L., Kalnbalkite A., Khabdullin A., Blumberga D. (2020). Multi-criteria decision analysis methods comparison. *Environmental and Climate Technologies*, Vol. 24, no. 1, pp. 454–471. doi: 10.2478/rtuct-2020-0028
11. Yatsenko D., Revenko D. (2026). Conceptual foundations of modeling the impact of digital transformation on the dynamics of economic growth [Kontseptualni osnovy modeliuвання vplyvu tsyfrovoy transformatsii na dynamiku ekonomichnoho zrostantia]. *Digital economy and economic security*, Vol. 2, no. 23, pp. 475–482. doi: 10.32782/dees.23-69
12. Wu RM, Zhang Z., Yan W., Fan J., Gou J., Liu B., Wang Y. (2022). A comparative analysis of the principal component analysis and entropy weight methods to establish the indexing measurement. *PloS one*, Vol. 17, no. 1, e0262261. doi: 10.1371/journal.pone.0262261
13. Shahrzadi L., Mansouri A., Alavi M., Shabani A. (2024). Causes, consequences, and strategies to deal with information overload: A scoping review. *International Journal of Information Management Data Insights*, Vol. 4, no. 2, p. 100261. doi: 10.1016/j.ijime.2024.100261
14. Cavusgil S.T., Deligonul S.Z. (2025). Dynamic capabilities framework and its transformative contributions. *J Int Bus Stud*, no. 56, pp. 33–42. doi: 10.1057/s41267-024-00758-8
15. Kumar R. (2025). Cash flow management in modern businesses: techniques for liquidity optimization. *International Journal of Exploring Emerging Trends in Engineering*, Vol.11, no.4, pp. 1–12.
16. Ahmed S. (2025). Enhancing data security and transparency: The role of blockchain in decentralized systems. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, Vol.11, no.1, 593258. doi: 10.30574/ijrsa.2023.10.1.0792
17. Hrynko T., Dulepov S. (2026). Formalization and modeling of dynamic stability of business structures based on nonlinear dynamics [Formalizatsiia ta modeliuвання dynamichnoi stiičnosti biznes-struktur na zasadakh neliniinoy dynamiky]. *Economy and Society*, no.86. doi: 10.32782/2524-0072/2026-86-8
18. Rustam A., Adil M. (2022). Financial sustainability ratio and aspects that affect it. *Jurnal Akuntansi*, Vol.26, no.1, pp. 144–160. doi: 10.24912/ja.v26i1.822
19. Ali A., Anam S., Ahmed M. M. (2023). Shannon entropy in artificial intelligence and its applications based on information theory. *J. Appl. Emerg. Sci*, Vol.13, no.1, pp. 9–17. doi:10.36785/jaes.131549