

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ДУЛЕПОВ СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 334.7:005.21:[519.86:005.332.1](477)(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ФОРМУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ БІЗНЕС-
СТРУКТУР В УМОВАХ МІНЛИВОГО СЕРЕДОВИЩА**

051 Економіка

05 Соціальні та поведінкові науки

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ С.С. Дулепов

Науковий керівник: Гринько Тетяна Валеріївна, доктор економічних наук,
професор

Дніпро – 2026

АНОТАЦІЯ

Дуленов С.С. Формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки» за спеціальністю 051 «Економіка». – Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, 2026.

Дисертаційна робота фокусується на поглибленні теоретико-методичних засад та розробці комплексного науково-методичного інструментарію і прикладних механізмів формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах високої ентропії та турбулентності підприємницького середовища.

Структурна перебудова вітчизняного економічного середовища, зумовлена геополітичними трансформаціями, воєнними викликами та цифровізацією, визначає бізнес-структури як ключовий фактор збереження макроекономічної стійкості. Водночас у ситуації системної нестабільності, нелінійності зовнішніх параметрів та суттєвого зростання рівня ентропії класичні управлінські концепції втрачають релевантність. Для сучасних бізнес-структур стратегічне орієнтування на забезпечення тривалої життєздатності стає не просто базовою адаптогенною реакцією, а визначальною умовою функціонування. Забезпечення резильєнтності вимагає переходу від пасивної адаптації до системного формування динамічних спроможностей у відповідь на інституційні, технологічні та соціокультурні трансформації. Аналіз практики засвідчує, що вразливість вітчизняного бізнесу значною мірою зумовлена інерційністю внутрішніх систем і відсутністю математично обґрунтованих алгоритмів аналізу розвитку. Це обґрунтовує актуальність фундаментального переосмислення бізнес-структур як складних динамічних систем та розробки відповідного економіко-математичного апарату моделювання траєкторій їх еволюції.

У першому розділі узагальнено теоретичні засади функціонування та

розвитку бізнес-структур, досліджено генезис та еволюційну трансформацію концепцій підприємницького середовища, обґрунтовано його багаторівневу архітектуру з виокремленням автономного когнітивного ядра прийняття управлінських рішень.

Другий розділ орієнтовано на розробку економіко-математичного інструментарію моделювання, що ґрунтується на сформованому теоретико-методичному базисі превентивного управління на засадах законів економічної кібернетики та охоплює апарат нелінійних різницевих рівнянь для ідентифікації біфуркаційних порогів втрати стійкості під впливом екстремальних шоків, модельний комплекс коеволюції груп бізнес-структур із функціональною ендогенізацією коефіцієнтів міжгрупової взаємодії через параметри інформаційно-ентропійного балансу. Обґрунтовано критичну роль та виявлено специфіку впливу ентропійного коефіцієнта як регулятора динамічних процесів розвитку бізнес-структур. Показано, що для окремої бізнес-структури ентропійний чинник виступає прямим детермінантом її динамічної стійкості. Водночас для систем взаємодіючих суб'єктів ентропійний чинник здатен забезпечувати структурне демпфування шоків.

У третьому розділі обґрунтовано механізми реалізації та стратегічні пріоритети забезпечення життєздатності бізнес-структур: сформовано методичний базис інтегрального оцінювання потенціалу розвитку бізнес-структур на основі алгоритмів К. Шеннона; удосконалено наскрізну технологію предиктивного моніторингу та управління на основі ентропійного оцінювання; проведено емпіричну апробацію розробленого модельного комплексу та інструментів негентропійного збалансування; обґрунтовано сценарні умови реконфігурації партнерських мереж та сформовано рекомендації щодо проектування адаптивних систем управління в періоди криз.

В ході дослідження було удосконалено понятійно-дефініційну базу теорії систем та економіки підприємництва в частині трактування сутності категорій «бізнес-структура» та «середовище бізнес-структури». На відміну від статичних підходів, бізнес-структуру визначено як гнучкий, еволюціонуючий мережевий

конгломерат та складну багаторівневу соціально-економічну систему, функціонування якої підпорядковане законам самоорганізації, а розвиток постає як безперервний цикл «когнітивне розпізнавання – структурна адаптація – системна стабілізація». Середовище бізнес-структури інтерпретовано як динамічний адаптивний простір, де синергія різнорівневих факторів детермінує траєкторію трансформації бізнес-моделі.

Для ідентифікації викривлення інформаційних потоків всередині управлінського апарату на ранніх стадіях та формалізації первинного контуру абсорбції зовнішнього хаосу визначено наявність автономного нанорівня у структурі середовища у вигляді когнітивного ядра прийняття рішень, що функціонує на засадах обмеженої раціональності та психофізичного сприйняття сигналів.

Сформовано теоретико-методичні засади превентивного управління бізнес-структурами, які, на відміну від традиційного ризик-менеджменту, адаптовано до фундаментальних законів економічної кібернетики. Це дозволило змістити фокус з ліквідації наслідків криз на управління інформаційно-ентропійними потоками як першопричиною деструкції систем та забезпечити випереджальний негентропійний захист.

Удосконалено алгоритм управління розвитком бізнес-структур, який замикає процедури експрес-діагностики, предиктивного моніторингу та негентропійного збалансування в єдиний замкнений контур. Застосування алгоритму трансформує процес управління з дискретно-сценарного у безперервно-адаптивний, що забезпечує здійснення керуючих впливів на етапі фіксації «слабких сигналів» латентної дестабілізації.

Розроблено науково-методичний підхід до аналізу нелінійної динаміки взаємодії груп бізнес-структур на основі комплексу ітераційних відображень із функціональною ендогенізацією коефіцієнтів конкуренції та партнерства через параметри інформаційно-ентропійного балансу середовища. Це надало можливість прогнозувати спільні довгострокові траєкторії розвитку мережеских конгломератів та відтворювати ефекти резонансу, синергії та пригнічення.

Удосконалено економіко-математичний інструментарій аналізу часових траєкторій еволюції складних систем із залученням апарату нелінійних різницевих рівнянь, що дозволяє здійснювати аналітичний розрахунок біфуркаційних порогів, за якими система незворотно втрачає керованість під впливом екзогенних шоків.

Сформовано модельний базис та науково-методичний підхід до інтегрального оцінювання потенціалу розвитку бізнес-структур, що спирається на математичну конвергенцію мінімаксного масштабування й інформаційної ентропії К. Шеннона для агрегованих субіндексів (екосистемної компліментарності та цифровізації, циркулярної стійкості, фінансово-операційного гомеостазу). Інструментарій враховує кібернетичний ефект ентропійного звуження контуру адміністрування в періоди криз.

Сформульовано методичні рекомендації щодо визначення стратегічних пріоритетів реалізації процесів розвитку бізнес-структур, де реконфігурація партнерських зв'язків здійснюється на основі оцінки негентропійного потенціалу та інформаційної зрілості контрагентів, що скорочує часові лаги реагування та нівелює організаційно-економічні ризики.

Практичне значення отриманих результатів полягає в їх системній придатності до впровадження на різних рівнях управління. Зокрема, розроблена методологія оцінювання зовнішньої ентропії та ідентифікації «розриву складності» створює для органів державного управління дієве підґрунтя для моніторингу шоківих впливів на регіональні економіки та розробки комплексних антикризових рішень. На рівні окремих бізнес-структур запропонований інструментарій розрахунку внутрішньої ентропії та коефіцієнта стійкості дозволяє формувати системи превентивного реагування, своєчасно виявляти кризові точки біфуркації, мінімізувати часовий лаг прийняття рішень та нарощувати внутрішню антикрихкість. Водночас розроблена модель коеволюції бізнес-структур надає керівникам кластерних і мережових об'єднань аналітичний апарат для оцінювання партнерської сумісності та нейтралізації явищ міжгрупового пригнічення. Набуті теоретико-методичні положення, базисом

яких є кібернетичні закони функціонування систем, доповнюють науковий дискурс та можуть бути імплементовані в освітній процес вищої школи.

Ключові слова: бізнес-структури, розвиток, мінливе середовище, адаптивне управління, закон необхідної різноманітності, інформаційно-ентропійний баланс, нелінійна динаміка, інтегральний показник, антикрихкість, негентропійний потенціал, стійкість, моделювання.

ABSTRACT

Dulieпов S.S. Formation and modeling of business structure development processes in a changing environment. Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 05 “Social and Behavioural Sciences”, specialty 051 “Economics”. – Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, 2026.

The dissertation thesis focuses on deepening the theoretical and methodological foundations and developing a comprehensive scientific-methodological toolkit alongside applied mechanisms for shaping and modeling the development processes of business structures under conditions of high entropy and turbulence in the entrepreneurial environment.

The structural transformation of the domestic economic environment, driven by geopolitical shifts, military challenges, and rapid digitalization, positions business entities as a critical factor in maintaining macroeconomic resilience. At the same time, under conditions of systemic instability, non-linearity of external parameters, and a substantial increase in entropy levels, classical management paradigms lose their validity. For contemporary business entities, a strategic orientation toward ensuring long-term viability becomes not merely a basic adaptive response, but a defining imperative of their functioning. Ensuring resilience requires transitioning from passive adaptation to the proactive, systematic formation of dynamic capabilities in response to institutional, technological, and socio-cultural shifts. Empirical evidence indicates that the vulnerability of domestic enterprises is largely due to the inertia of internal organizational contours and a lack of mathematically sound development analysis algorithms. This justifies the necessity of fundamentally conceptualizing business entities as complex dynamic systems and developing a corresponding economic-mathematical modeling toolkit to trace their evolutionary trajectories.

Chapter 1 synthesizes the theoretical foundations of the functioning and development of business entities, investigates the genesis and evolutionary transformation of business environment concepts, and substantiates its multi-layered

architecture by isolating an autonomous cognitive core for managerial decision-making.

Chapter 2 focuses on developing an economic-mathematical modeling toolkit based on the established theoretical and methodological framework of preventive management grounded in the laws of economic cybernetics; it encompasses non-linear difference equations to identify bifurcation thresholds of stability loss under extreme shocks, alongside a co-evolutionary model complex for groups of business entities with functional endogenization of inter-group interaction coefficients via information-entropy balance parameters. The critical role of the entropy coefficient as a regulator of dynamic business development processes is substantiated, demonstrating that while the entropy factor acts as a direct determinant of dynamic stability for an individual business entity, it provides structural shock damping for systems of interacting entities.

Chapter 3 substantiates implementation mechanisms and strategic priorities for ensuring the viability of business entities by establishing a methodological framework for integral development potential assessment based on Claude Shannon's algorithms, enhancing end-to-end predictive monitoring and management technology based on entropy evaluation, conducting empirical testing of the developed model complex and negentropic balancing tools, and detailing scenario conditions for partner network reconfiguration alongside recommendations for designing adaptive management systems during crises.

In the course of the study, the conceptual and definitional framework of systems theory and business economics was refined regarding the interpretation of the categories "business entity" and "business entity environment." Unlike static approaches, a business entity is defined as a flexible, evolving network conglomerate and a complex multi-level socio-economic system whose functioning is governed by the laws of self-organization, and whose development manifests as a continuous cycle of "cognitive recognition – structural adaptation – systemic stabilization." The environment of a business entity is interpreted as a dynamic adaptive space where the synergy of multi-level factors determines the transformation trajectory of the business model.

To identify early-stage distortions of information flows within the management apparatus and formalize the primary contour for absorbing external chaos, the presence of an autonomous nano-level within the environmental structure was identified in the form of a cognitive decision-making core operating on the principles of bounded rationality and psychophysical signal perception.

Theoretical and methodological foundations of preventive management of business entities were established, which, unlike traditional risk management, are adapted to the fundamental laws of economic cybernetics. This facilitated a shift in focus from mitigating crisis impacts to managing information-entropy flows as the root cause of systemic breakdown, thereby ensuring proactive negentropic protection.

The development management algorithm for business entities was enhanced by integrating express diagnostics, predictive monitoring, and negentropic balancing into a single closed loop. Applying this algorithm transforms management from a discrete, scenario-based process into a continuous adaptive one, enabling managerial interventions at the stage of detecting "weak signals" of latent destabilization.

A scientific and methodological approach was developed to analyze the non-linear interaction dynamics of business entity groups based on a system of iterative maps with functional endogenization of competition and partnership coefficients via environmental information-entropy balance parameters. This enabled forecasting joint long-term development trajectories of network conglomerates and reproducing resonance, synergy, and suppression effects.

The economic-mathematical toolkit for analyzing time trajectories of complex system evolution was advanced using non-linear difference equations, enabling analytical calculation of bifurcation thresholds beyond which the system irreversibly loses controllability under exogenous shocks.

A model base and scientific-methodological approach were formulated for the integral assessment of business entity development potential, relying on the mathematical convergence of minimax scaling and Claude Shannon's information entropy for aggregated sub-indices including ecosystemic complementarity and digitalization, circular sustainability, and financial-operational homeostasis. This

toolkit accounts for the cybernetic effect of entropy-driven administrative contraction during crisis periods.

Methodological recommendations were formulated for establishing strategic priorities in business entity development processes, wherein partner network reconfiguration is executed based on evaluating the negentropic potential and informational maturity of counterparties, thereby reducing response time lags and mitigating organizational-economic risks.

The practical significance of the results lies in their systemic applicability across various management levels. Specifically, the methodology for evaluating external entropy and identifying the "complexity gap" provides public authorities with an effective foundation for monitoring shock impacts on regional economies and designing comprehensive anti-crisis measures. At the individual business entity level, the proposed tools for calculating internal entropy and the stability coefficient enable the creation of proactive response systems, timely identification of crisis bifurcation points, minimization of decision-making time lags, and enhancement of internal anti-fragility. Concurrently, the co-evolutionary model of business entities equips leaders of cluster and network associations with an analytical apparatus for evaluating partner compatibility and neutralizing inter-group suppression. The resulting theoretical and methodological principles, grounded in the cybernetic laws of system functioning, enrich academic discourse and can be seamlessly integrated into higher education curricula.

Keywords: business structures, development, volatile environment, adaptive management, law of requisite variety, information-entropy balance, nonlinear dynamics, composite index, antifragility, negentropic potential, sustainability, modeling.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

В яких опубліковані основні результати дисертації:

1. Laguta Y., Burko I., Hromyak S., Dulieпов S., Goncharenko M. Sustainable Finance Tools as Drivers of Business Adaptation and Development. *African Journal of Applied Research*. 2026. Vol. 12, No.4. P. 62-84. DOI:[10.26437/sc2ejp55](https://doi.org/10.26437/sc2ejp55) (Scopus, Q4).

Laguta Y.: концептуалізація дослідження, формулювання його мети та дослідницької проблематики; обґрунтування теоретико-методичних засад дослідження впливу інструментів сталого фінансування на адаптивність і розвиток бізнесу в умовах кліматичного переходу; визначення ключових напрямів дослідження ESG-орієнтованого фінансування.

Burko I.: формування та систематизація масиву вторинних даних щодо динаміки обсягів емісії сталих облігацій; структуризація інформаційної бази дослідження за основними видами сталих фінансових інструментів; підготовка даних до кількісної обробки та подальшого статистичного аналізу.

Hromyak S.: методичне забезпечення та проведення описового статистичного аналізу; оцінювання динаміки обсягів випуску сталих облігацій у 2022-2025 рр.; виявлення та систематизація основних тенденцій функціонування окремих сегментів ринку сталого фінансування.

Dulieпов S.: здійснення економіко-статистичного аналізу взаємозв'язків між окремими видами сталих облігацій на основі коефіцієнта кореляції Пірсона; інтерпретація результатів щодо впливу інструментів сталого фінансування на адаптацію та розвиток бізнес-структур.

Goncharenko M.: інтерпретація результатів емпіричного дослідження; узагальнення встановлених закономірностей взаємодії між сегментами ринку сталих облігацій; формулювання висновків щодо характеру їх взаємозалежності та ступеня самостійності динаміки окремих сегментів.

2. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Підприємницьке середовище: сутність, особливості та сучасний стан. *Актуальні проблеми економіки*. 2025. №1(283). С. 175-188. DOI: 10.32752/1993-6788-2025-1-283-175-188. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація та критичне узагальнення наукових підходів до трактування сутності підприємницького середовища; обґрунтування п'ятирівневої структури підприємницького середовища; формування теоретичних положень щодо впливу інституційних умов на розвиток підприємництва.

Дулєпов С.С.: формулювання авторського тлумачення поняття «підприємницьке середовище»; аналіз основних показників стану підприємницького середовища України; визначення ключових проблем та деструктивних чинників функціонування підприємницького середовища в умовах російської агресії; обґрунтування пріоритетних напрямів удосконалення інституційно-регуляторних умов розвитку підприємництва.

3. Гринько Т.В., Дулєпов С.С. Теоретичні основи формування алгоритму розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2025. №77. DOI:10.32782/2524-0072/2025-77-62. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація класичних підходів та сучасних концепцій розвитку бізнесу; обґрунтування ключових чинників впливу на функціонування та розвиток бізнес-структур, зокрема геополітичних ризиків, економічної турбулентності, цифровізації, кадрових трансформацій та глобальної конкуренції; узагальнення українських та зарубіжних практик забезпечення стійкості й конкурентоспроможності бізнесу.

Дулєпов С.С.: розробка концептуальних засад формування механізму розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища; інтеграція положень концепцій динамічних цифрових спроможностей, антикрихкості та цифрової трансформації у систему управління розвитком бізнес-структур; визначення взаємозв'язку адаптивності, інноваційності, цифровізації та антикрихкості як ключових детермінант підвищення конкурентоспроможності бізнесу; розробка концептуальної моделі розвитку бізнес-структур; обґрунтування ролі інноваційних інструментів управління як каталізаторів формування стійких і конкурентоспроможних бізнес-структур.

4. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Закон необхідної різноманітності як фундамент адаптивності сучасних бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2026. №83. DOI:10.32782/2524-0072/2026-83-36. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація наукових підходів до забезпечення організаційної гнучкості та здатності бізнес-структур до адаптації; обґрунтування доцільності застосування закону необхідної різноманітності В.Р. Ешбі для дослідження механізмів реагування підприємств на критичні зміни; узагальнення теоретичних положень щодо обмежень традиційних ієрархічних моделей управління.

Дулепов С.С.: розробка концептуального підходу до забезпечення життєздатності та адаптивності підприємств на основі закону необхідної різноманітності В.Р. Ешбі; обґрунтування обмеженості традиційних ієрархічних моделей управління з позиції їх здатності забезпечувати необхідний рівень різноманітності управлінських реакцій; удосконалення підходу до проектування організаційної архітектури підприємства на засадах децентралізації управлінських рішень та інтеграції інтелектуальних систем підтримки управління; обґрунтовано взаємозв'язку між дотриманням принципу необхідної різноманітності та мінімізацією інформаційної ентропії в системі управління; розробка практичних рекомендацій щодо реструктуризації бізнес-процесів та підвищення конкурентоспроможності підприємств в умовах цифрової економіки.

5. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Формалізація та моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на засадах нелінійної динаміки. *Економіка та суспільство*. 2026. №86. DOI:10.32782/2524-0072/2026-86-8. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: узагальнення теоретичних положень закону необхідної різноманітності В. Ешбі та сучасних підходів до моделювання стійкості складних організаційних систем; обґрунтування необхідності урахування динамічних характеристик управлінських механізмів при дослідженні здатності бізнес-структур до підтримання гомеостазу; інтерпретація отриманих результатів з позицій забезпечення стійкості та керованості бізнес-структур.

Дулепов С. С.: розробка науково-методичного підходу до моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на основі синтезу закону необхідної різноманітності В. Ешбі та апарату нелінійної дискретної динаміки; формалізація процесів розвитку бізнес-структури шляхом переходу від неперервних моделей до дискретного рекурентного рівняння; математичне обґрунтування впливу управлінського лагу на траєкторію гомеостазу системи; розробка концепції «інженерії різноманітності»; аналіз стійкості запропонованого дискретного відображення та визначення фундаментальних порогів втрати керованості системи; обґрунтування залежності динамічної стійкості бізнес-структури від швидкості активації доступних управлінських механізмів.

6. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Модельна формалізація групової динаміки бізнес-структур в контурах адаптивного управління. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №4(298). С. 615-625. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-298-615-625. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: обґрунтування актуальності дослідження динаміки бізнес-структур в умовах перманентної турбулентності та інтенсифікації екзогенних впливів; теоретичне узагальнення положень щодо функціонування бізнес-структур в умовах BANI-середовища, ресурсної нестабільності, безпекових шоків і цифрової трансформації; визначення практичної спрямованості результатів дослідження щодо підвищення адаптивності та ефективності стратегічного управління бізнес-структурами.

Дулепов С.С.: розробка моделі формалізації групової динаміки бізнес-структур у контурах адаптивного управління та стратегічного адміністрування; формування математичного апарату дослідження на основі нелінійних рівнянь Лотки-Вольтерри, фазового аналізу та положень системної кібернетики; розробка підходу до формалізації коефіцієнтів міжгрупового тиску на основі закону Вебера-Фехнера; обґрунтування інтегрального показника розвитку бізнес-екосистем; аналіз локальної стійкості стаціонарних точок розробленої моделі; ідентифікація та класифікація сценаріїв втрати стабільності системи;

інтерпретація результатів моделювання з позицій забезпечення адаптивності та керованості бізнес-структур.

7. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Методологія оцінювання показника ендogenousного потенціалу розвитку бізнес-структур. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №5(299). С. 449-459. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-299-449-459. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація сучасних підходів до оцінювання внутрішніх чинників розвитку та резильєнтності бізнес-структур; обґрунтування необхідності зміщення акцентів стратегічного управління від реагування на екзогенні впливи до активізації внутрішніх механізмів самоорганізації та розвитку; визначення ролі ендogenousного потенціалу у забезпеченні довгострокової стійкості мікроекономічних систем; інтерпретація результатів дослідження з позицій їх практичного використання у стратегічному та оперативному менеджменті.

Дулепов С.С.: обґрунтування модернізованого економетричного підходу до квантифікації ендogenousного потенціалу розвитку бізнес-структур в умовах цифрової трансформації та «зеленого» переходу; формування тривимірного дескриптивного простору оцінювання, що інтегрує субіндекси екосистемної компліментарності, циркулярної стійкості та фінансово-операційного гомеостазу; розробка експрес-методики оцінювання ендogenousного потенціалу; обґрунтування механізму формування динамічних ентропійних ваг субіндексів; формалізація механізму сигналізації щодо необхідності мобілізації внутрішніх ресурсів бізнес-структури.

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Управління змінами: стратегії розвитку для бізнес-структур у динамічному підприємницькому середовищі. *Економіка і менеджмент 2024: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 4–5 квіт. 2024 р.). Дніпро : Біла К. О., 2024. Т.2. С. 33-37. URL: <https://www.confcontact.com/2024-ekonomika-i-menagement>

[menedzhment/2_grynko_dulieпов.pdf](https://www.confcontact.com/2025-ekonomika-i-menedzhment/2_grynko_dulieпов.pdf). (дистанційна участь).

Гринько Т. В.: обґрунтування теоретичних засад управління змінами в умовах динамічного підприємницького середовища; систематизація основних викликів та чинників, що зумовлюють необхідність адаптації бізнес-структур; визначення ролі стратегічного планування та маркетингових інновацій у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств.

Дулепов С.С.: критичний аналіз механізмів управління змінами в бізнес-структурах; обґрунтування застосування стратегічного планування, інноваційних та адаптаційних інструментів; визначення основних методів реалізації змін, зокрема проєктний менеджмент, комунікаційні стратегії, залучення стейкхолдерів, моніторинг та оцінювання результативності; розробка практичних рекомендацій щодо підвищення гнучкості, адаптивності та конкурентоспроможності бізнес-структур..

9. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Формування стратегії підприємства в умовах соціально-економічної нестабільності. *Економіка і менеджмент 2025: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 3–4 квіт. 2025 р.) Дніпро : Біла К. О, 2025. Т. 2. С. 18–20. URL: https://www.confcontact.com/2025-ekonomika-i-menedzhment/3_grynko_duleпов.pdf. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: систематизація причин виникнення криз та підходів до управління в умовах нестабільності; узагальнення основних стратегій реагування підприємств на екзогенні негативні фактори.

Дулепов С.С.: порівняльний аналіз стратегій антикризового реагування; обґрунтування переваг проактивної стратегії та визначення основних інструментів її реалізації; аналіз динаміки Індексу інвестиційної привабливості України; формулювання висновків щодо посилення проактивного управління в умовах нестабільності.

10. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Розвиток бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища: концептуальні засади та практичні орієнтири. In *International Scientific and Practical Conference “Science, Education,*

Economy, Technology and Society: Challenges and Prospects for Interdisciplinary Development”: Conference Proceedings (Austin, USA, August 30, 2025). Austin, USA: Golden Quill Publishing, 2025. P. 37-40. URL: <https://www.economics.in.ua/2025/08/30.html>. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: систематизація сучасних концепції динамічних спроможностей, антикрихкості та адаптивного управління; визначення основних виклики мінливого підприємницького середовища.

Дулепов С.С.: розробка концептуальної моделі розвитку бізнес-структур в умовах турбулентного середовища; обґрунтування інтеграції принципів адаптивності, інноваційності, антикрихкості та цифровізації; визначення інструментів й механізмів реалізації моделі розвитку бізнес-структур, зокрема цифрових платформ, agile, бізнес-екосистем, стратегічного планування, інноваційного менеджменту та управління ризиками.

11. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Еволюція бізнес-структур: механізм забезпечення стійкості в контексті принципу необхідної різноманітності. In *International Scientific and Practical Conference “Current Issues, Problems, and Prospects for the Development of Science, Education, Technology, and Society”*: Conference Proceedings (Boston, USA, February 10, 2026). Boston, USA: Golden Quill Publishing, 2026. P. 51-54. URL: <https://www.economics.in.ua/2026/02/10.html>. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: визначення актуальності дослідження управління підприємствами в умовах BANI-середовища; аналіз основних викликів сучасного бізнесу; обґрунтування необхідності адаптації традиційних управлінських підходів до умов зростання нестабільності, складності й невизначеності.

Дулепов С.С.: розвиток теоретико-методичних засад застосування закону необхідної різноманітності В. Ешбі в управлінні сучасними бізнес-структурами; обґрунтування ролі цифрових технологій, штучного інтелекту, Big Data, цифрових двійників і предиктивної аналітики у підвищенні адаптивності та життєздатності підприємств.

12. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Кібернетичні принципи адаптивного управління бізнес-системами. *Економіка і менеджмент 2026: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 23–24 квіт). Дніпро : Видавець Біла К. О., 2026. Т.1. С. 39-42. URL: <https://confcontact.com/2026-ekonomika-i-menedzhment/Zbirnyk-konferentsiyi-2026-Tom-1.pdf>. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: розробка теоретичних засад адаптивного управління бізнес-системами на основі кібернетичного підходу та закону необхідної різноманітності.

Дулепов С.С.: обґрунтування ролі адаптивного управління, штучного інтелекту, Big Data та цифрових технологій у розширенні управлінських реакцій і підвищенні адаптивності бізнес-систем; визначення необхідності балансу між управлінською різноманітністю та інформаційною складністю організації..

Які додатково відображають результати дисертації:

13. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Особливості сучасної трансформації бізнес-структур: економіко-технологічний та соціотехнічний аспекти. *Управління розвитком бізнес-структур у сучасній економіці: підприємницький та управлінський виміри* : колект. монографія / за заг. ред. д.е.н., проф. Т. Гринько. Дніпро : Біла К. О., 2026. С. 17–32. URL: https://confcontact.com/2026-kolektyvna-monographiia/kolektyvna_monohrafiia_2026.pdf.

Гринько Т.В.: поглиблення теоретико-методичних засад дослідження трансформації бізнес-структур в умовах цифровізації та інтелектуалізації економіки; обґрунтування концепції штучного інтелекту як стратегічного економічного ресурсу; визначення економіко-технологічних й соціотехнічних аспектів адаптації бізнес-структур до мінливого середовища.

Дулепов С.С.: розробка алгоритму адаптації бізнес-структур на основі інтелектуальних систем, концептуалізація ІІІ як ендогенного ресурсу, обґрунтування застосування когнітивного менеджменту, цифрових двійників і предиктивного моделювання для підвищення організаційної резильєнтності;

визначення напрямів впливу ІІІ на ланцюги створення вартості, корпоративну культуру та формування моделі «інтелектуального підприємства».

14. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Багатоцільова оптимізація рішень щодо аутсорсингу на віртуальному підприємстві. *Challenges and Issues of Modern Science*. 2024. №3. С. 274–278. URL: <https://cims.fti.dp.ua/j/article/view/231>

Гринько Т.В.: поглиблення теоретичних засад функціонування віртуальних підприємств; визначення ролі аутсорсингу в забезпеченні ефективності використання ресурсного потенціалу та адаптації бізнес-структур до умов цифрової трансформації й мінливого економічного середовища;

Дулепов С.С.: розробка математичної моделі багатоцільової оптимізації аутсорсингу на віртуальному підприємстві; формалізація критеріїв оцінювання ефективності розподілу завдань за показниками вартості та якості виконання робіт; удосконалення концептуального підходу до багатоцільової оптимізації управлінських рішень; формування механізму інтегральної оцінки альтернативних варіантів аутсорсингу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	22
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ БІЗНЕС-СТРУКТУР В УМОВАХ МІНЛИВОГО СЕРЕДОВИЩА.....	35
1.1 Генезис та еволюційна трансформація концепцій середовища функціонування та розвитку бізнес-структур	35
1.2 Теоретичні засади формування та функціонування процесів розвитку бізнес- структур	57
1.3 Формування процесів розвитку бізнес-структур в мінливому середовищі... 70	
1.4 Трансформація бізнес-структур в умовах цифровізації: економіко- технологічний та соціотехнічний аспекти	87
Висновки до розділу 1	99
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ БІЗНЕС-СТРУКТУР В УМОВАХ МІНЛИВОГО СЕРЕДОВИЩА	102
2.1 Принципи кібернетики як теоретико-методична основа процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища.....	102
2.2 Математична формалізація та моделювання динамічної стійкості бізнес- структур на засадах нелінійної дискретної динаміки	114
2.3 Моделювання коеволюції та групової динаміки бізнес-структур	137
Висновки до розділу 2	166
РОЗДІЛ 3 Методико-прикладний інструментарій оцінювання ентропійного коефіцієнта як показника стійкості бізнес-структур.....	170
3.1 Методичний підхід та алгоритмізація розрахунку ентропійного коефіцієнта бізнес-структури	170
3.2 Оцінювання параметрів стійкості бізнес-структур в умовах ентропійних шоків	201

3.3 Напрями підвищення адаптаційного потенціалу та стійкості бізнес-структур на основі ентропійного моніторингу	219
Висновки до розділу 3	225
ВИСНОВКИ	228
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	235
ДОДАТКИ.....	260

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Трансформація економічного простору України під впливом воєнних чинників, геополітичних зрушень та інтенсивної цифровізації актуалізувала роль підприємництва, як стратегічного ресурсу життєздатності та стійкості національної економіки. При цьому в умовах екстремального рівня турбулентності, високої ентропії макроекономічних параметрів та постійних екзогенних шоків традиційні механізми функціонування суб'єктів господарювання часто втрачають свою ефективність. Крім того, особливо гостро постає проблема забезпечення довгострокової життєздатності бізнес-структур, яка в кризових умовах трансформується з інструменту простої адаптації у безпосередню місію підприємницької діяльності.

Сучасне середовище вимагає від бізнес-структур не лише пасивного очікування стабільності, а й безперервного проактивного формування адаптивного потенціалу, гнучкого реагування на техніко-технологічні, інституційні та соціокультурні зміни. Так, емпіричні дані свідчать, що значна частина вітчизняних підприємств демонструє низьку резильєнтність саме через інерційність організаційних контурів та дефіцит формалізованих алгоритмів управління їх розвитком. Це зумовлює об'єктивну необхідність поглибленого дослідження архітекtonіки середовища реалізації підприємницької діяльності, переосмислення сутності бізнес-структур як складних еволюційних систем та розробки прикладного економіко-математичного інструментарію для моделювання процесів їхнього розвитку.

Проблема формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах динамічного середовища належить до класичних і водночас найбільш дискусійних напрямів сучасної економічної науки. Фундамент дослідження закономірностей еволюції ринкових інститутів, підприємництва та його адаптаційних властивостей закладено у працях таких класиків світової економічної думки, як І. Шумпетер, Д. Норт, Р. Коуз, А. Сміт, Т. Веблен, А. Маршалл, О. Вільямсон, П. Дракер, М. Портер, І. Ансофф, Д. Тіс, Г. Саймон, С.

Бір та ін..

Значний внесок у розробку теоретико-методологічних засад функціонування підприємницьких систем, оцінювання їхнього потенціалу та стратегічного управління в трансформаційних економіках здійснили провідні вітчизняні вчені: В. Геєць, Л. Федулова, І. Репіна, Т. Гринько, Т. Гвініашвілі, О. Федонін, О. Новікова, О. Гетьман, О. Ареф'єва, Т. Васильців, З. Варналій, О. Амоша та ін..

Питанням математичного моделювання економічних процесів, управління складними динамічними системами в умовах ризику та невизначеності, а також застосуванню кібернетичного підходу присвячені фундаментальні праці таких науковців, як Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн, Н. Вінер, Р. Беллман, Т. Сааті, В. Глушков, В. Вітлінський, Ю. Шерстенников, Т. Клебанова, О. Черняк, Р. Іванов, М. Димченко, О. Ляшенко, Ю. Лисенко, В. Порожня, Н. Максишко та ін..

Окрім зазначених авторів, науковий доробок за окресленими напрямками сформулювали й інші вітчизняні та зарубіжні вчені.

Водночас, попри наявність ґрунтовних напрацювань, у вітчизняній та світовій науковій літературі залишається низка дискусійних та невирішених питань. Науково обґрунтоване їх вирішення цих ускладнюється термінологічною фрагментарністю, відсутністю формалізованих механізмів активізації процесів неогенезу в середовищі та недостатнім урахуванням специфіки когнітивного ядра прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності. Необхідність подолання зазначених наукових лакун, розробки цілісного методичного підходу до моделювання динамічної стійкості, коеволюції та оцінювання ендогенних показників бізнес-структур детермінували вибір теми дисертаційного дослідження, його цільову спрямованість та логіко-структурну архітектуру.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною науково-дослідних робіт факультету економіки Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара: «Моделювання соціально-економічних процесів та систем у контексті сталого розвитку» (номер державної реєстрації 0122U001402, 2022-2024 рр.), в межах

якої автором формалізовано концептуальний підхід до мінімізації організаційно-економічного індукованого ризику та раціоналізації ресурсного контуру еволюціонуючих мережових суб'єктів господарювання; «Моделювання соціально-економічних процесів та систем в контексті забезпечення економічної безпеки» (номер державної реєстрації №0125U002083, 2025-2027 рр.), в межах якої запропоновано теоретико-кібернетичний підхід та економіко-математичний інструментарій нелінійної дискретної динаміки для моделювання стійкості та безпечної трансформації бізнес-структур.

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у поглибленні теоретико-методичних засад та розробці комплексного науково-методичного інструментарію і механізмів формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища.

Реалізація мети зумовила необхідність вирішення таких завдань:

- дослідити генезис та еволюційну трансформацію концепцій середовища функціонування бізнес-структур;
- узагальнити теоретичні підходи до визначення сутності бізнес-структур та процесів їхнього розвитку в умовах сучасних глобальних викликів;
- обґрунтувати багаторівневу архітектуру середовища бізнес-структур із виокремленням когнітивного ядра прийняття рішень;
- розробити цілісний алгоритм управління розвитком бізнес-структури в мінливому середовищі;
- формалізувати теоретико-методичну основу для побудови систем превентивного управління розвитком бізнес-структур;
- розробити математичний інструментарій моделювання часових траєкторій розвитку бізнес-структур та ідентифікації біфуркаційних порогів втрати їхньої стійкості під впливом екстремальних екзогенних шоків;
- розробити теоретико-методичні засади та побудувати модельний комплекс коеволюції груп бізнес-структур з ендогенізацією динамічних коефіцієнтів міжгрупової взаємодії через кібернетичні параметри інформаційно-ентропійного балансу середовища;

- розробити науково-методичний інструментарій та модельний базис для оцінювання потенціалу розвитку бізнес-структур та закономірностей його зміни;
- провести емпіричну апробацію розробленого інструментарію на матеріалах діяльності вітчизняних підприємств та розробити рекомендації щодо проектування предиктивних систем моніторингу в періоди криз;
- обґрунтувати стратегічні пріоритети, сценарні умови та практичні механізми розвитку бізнес-структур для нівелювання організаційно-економічних ризиків і забезпечення їхньої стратегічної життєздатності в умовах мінливого середовища.

Об’єктом дослідження є процеси формування, еволюційного розвитку та коеволюційної взаємодії бізнес-структур у високотурбулентному середовищі.

Предметом дослідження є теоретико-методичні засади та прикладний інструментарій моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах інтенсифікації екзогенної ентропії.

Методи дослідження. Методологічну основу дисертаційного дослідження становить фундаментальний апарат сучасної економічної теорії, еволюційної економіки, системного аналізу та економічної кібернетики. Для реалізації поставленої мети та розв’язання визначених наукових завдань у роботі використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, що забезпечують репрезентативність та достовірність отриманих результатів: історико-логічний та генетичний методи (дослідження еволюційної трансформації наукових концепцій підприємницького середовища); бібліометричний аналіз (для дослідження еволюції наукового дискурсу); методи системного аналізу, абстрагування, ідеалізації, аналізу та синтезу (для узагальнення теоретичних підходів до сутності бізнес-структур, уточнення їхньої багатовимірної дефініції як складних еволюціонуючих систем); принципи та закони економічної кібернетики (використано як фундаментальний теоретико-методологічний інструментарій для формалізації процесів превентивного управління та контурів зворотного зв'язку в архітектурі розвитку бізнес-структур); апарат нелінійної дискретної динаміки та теорія різницевих рівнянь (для розробки математичного

інструментарію моделювання часових траєкторій еволюції бізнес-структур та побудови модельного комплексу коеволюції інтегрованих груп бізнес-структур); методи кібернетичного моделювання, блок-схем та алгоритмізації (для проектування цілісного покрокового алгоритму управління розвитком бізнес-структур); аналіз і синтез (для узагальнення отриманих результатів); методи теорії інформації та ентропійного аналізу (для кількісного виміру та формалізації параметрів інформаційно-ентропійного балансу середовища); компаративний аналіз (для порівняльної оцінки альтернативних стратегічних сценаріїв реконфігурації партнерських зв'язків та моделей міжгрупової взаємодії бізнес-структур); функціональний аналіз та методи ендегенізації структурних параметрів (для математичного зв'язування коефіцієнтів взаємодії з поточним станом системи); економетричне моделювання (для статистичної верифікації зв'язку між адаптаційною стійкістю та рентабельністю задіяного капіталу; графоаналітичний та табличний методи (для візуалізації структурних зв'язків, етапів моделювання та систематизації результатів). Первинну обробку статистичних масивів, автоматизацію обчислювальних процедур, моделювання та графічну візуалізацію результатів виконано з використанням систем автоматизованого проектування (MathCad), прикладних програм аналізу даних (MS Excel), інструментів цифрової аналітики та інтелектуального аналізу даних на базі мови програмування Python (Pandas – первинний аналіз та структурування статистичних масивів даних; SciPy – математичні обчислення; Matplotlib – комп'ютерна візуалізація отриманих результатів) під безпосереднім авторським контролем верифікації результатів.

Інформаційну базу дослідження становлять законодавчі та нормативно-правові акти Верховної Ради України, постанови Кабінету Міністрів України; офіційні статистичні матеріали Державної служби статистики України, дані міжнародних організацій та статистичних інституцій (Світового банку, Міжнародного валютного фонду, ОЕСР, Євростату); офіційні аналітичні звіти та моніторингові дані глобальних веб-платформ; фінансова та управлінська звітність бізнес-структур; матеріали наукових періодичних видань,

монографічних досліджень, а також результати розрахунків, комп'ютерного моделювання та імітаційних експериментів автора.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у поглибленні теоретико-методичного та науково-прикладного базису управління розвитком, стійкістю та коеволюцією бізнес-структур в умовах високої ентропії середовища. Основні положення, що визначають наукову новизну дослідження, полягають у наступному:

удосконалено:

- понятійно-дефініційну базу теорії систем та економіки підприємництва в частині трактування сутності бізнес-структур. На відміну від наявних визначень бізнес-структури визначено не як статичні організаційно-правові одиниці чи майнові комплекси, а як гнучкі, еволюціонуючі мережеві конгломерати, чий розвиток підпорядкований законам самоорганізації. Перевагою такого підходу є розширення методологічних меж дослідження процесів адаптації та трансформації бізнесу в умовах перманентних глобальних трансформацій. Це дозволило сформулювати системне багатовимірне визначення бізнес-структури, як динамічної, багаторівневої соціально-економічної системи, архітектура якої детермінована взаємодією когнітивного нанорівня з внутрішніми та зовнішніми контурами, що функціонує як цілісний механізм трансформації ресурсів та знань у ринкову цінність в умовах високої ентропії середовища. У такому розумінні процес розвитку бізнес-структури постає як безперервний цикл «когнітивне розпізнавання – структурна адаптація – системна стабілізація»;

- алгоритм управління розвитком бізнес-структур в умовах мінливого середовища, який дозволяє інтегрувати інструменти експрес-діагностики та предиктивного моніторингу в єдиний інформаційно-управлінський контур підприємства. На відміну від існуючих рішень, що спираються на класичні послідовні процедури стратегічного планування або реактивного усунення наслідків криз, запропонований алгоритм побудований на принципах безперервного зворотного зв'язку та негентропійного збалансування.

Застосування цього алгоритму дозволяє трансформувати процес управління з дискретно-сценарного у безперервно-адаптивний. Це забезпечує спроможність здійснювати випереджальні керуючі впливи на ранніх стадіях виникнення латентних структурних зсувів (фіксація «слабких сигналів»), мінімізуючи часові затримки між моментом виявлення внутрішньої дестабілізації бізнес-структури та прийняттям регулюючого рішення. Результат дозволяє автоматизувати циклічні процеси оцінювання гомеостазу та цифрової зрілості організації, прогнозувати траєкторії її стійкості в реальному часі й забезпечувати стабільний розвиток за умов перманентної екзогенної невизначеності;

– теоретико-методичні засади превентивного управління бізнес-структурами. Їх відмінною рисою є адаптація до фундаментальних законів економічної кібернетики (зокрема, законів необхідної різноманітності В. Ешбі, негентропійного балансу К. Шеннона та концепцій життєздатних систем С. Біра), що дозволило змістити фокус із традиційного ризик-менеджменту (лікування наслідків криз) на управління інформаційно-ентропійними потоками як першопричиною деструкції та дезорганізації систем. Такий підхід забезпечує можливість кількісного виміру та предиктивного нівелювання екзогенного хаосу, що дає можливість формування стійкого організаційного імунітету бізнес-структури до екстремальних макроекономічних шоків та формує основу для переходу від реактивних стратегій ліквідації наслідків криз до стратегій випереджального негентропійного захисту;

– методичні підходи до аналізу нелінійної динаміки взаємодії груп бізнес-структур. На відміну від статичних аналогів чи моделей ізольованого розвитку бізнес-структур, у розробленому комплексі ітераційних відображень реалізовано динамічну функціональну ендогенізацію коефіцієнтів конкуренції та партнерства через кібернетичні параметри інформаційно-ентропійного балансу середовища. Такий підхід надає можливість прогнозувати не індивідуальні ізольовані показники, а спільні довгострокові траєкторії розвитку мережеских та віртуальних конгломератів у турбулентних ринкових умовах. Представлена методика дозволила відтворити складні ефекти резонансу, синергії та

пригнічення, що виникають у процесі життєдіяльності пов'язаних суб'єктів;

– модельний базис та науково-методичний інструментарій інтегрального оцінювання потенціалу розвитку бізнес-структур, що безпосередньо пов'язаний з рівнями ентропії середовища та бізнес-структури. На відміну від наявних підходів, які спираються на суб'єктивні експертні оцінки при визначенні пріоритетності контурів розвитку або обмежуються лінійним аналізом жорстких фінансово-економічних показників, запропонований інструментарій забезпечує математичну конвергенцію модифікованого мінімаксного масштабування та алгоритму розрахунку інформаційної ентропії К. Шеннона безпосередньо для агрегованих субіндексів, в якості яких було обрано показники екосистемної компліментарності та цифровізації (ЕС), циркулярної стійкості та еко-модернізації (CR) та фінансово-операційного гомеостазу (FH). Перевага підходу полягає у формалізації та врахуванні кібернетичного ефекту ентропійного звуження контуру адміністрування в періоди екстремальних криз. Отримані результати виступають строгою алгоритмічною основою для проєктування предиктивних систем моніторингу й експрес-діагностики негентропійних резервів організації в реальному часі;

– процедурний інструментарій прийняття управлінських рішень у бізнес-структурах. На відміну від існуючих дискретних чи суто описувальних схем, розроблений цілісний економіко-кібернетичний алгоритм безперервно замикає процедури когнітивного моніторингу, нелінійного симуляційного моделювання стійкості та ентропійної оптимізації у замкнений контур. Перевагою алгоритму є забезпечення випереджальної реконфігурації системи в режимі реального часу, що зводить до мінімуму часові лаги реагування на ринкові шоки. Проведена апробація дозволила сформувати наскрізну технологію предиктивного управління, яка трансформує абстрактні математичні моделі у прикладні інструменти поточного моніторингу та управління процесами розвитку бізнес-структур;

отримали подальший розвиток:

– історико-генетичне структурування еволюції концепцій середовища

бізнес-структур. Узагальнення наявних концепцій та їхня адаптація до специфіки функціонування сучасних складних економічних систем дозволили виробити власну наукову позицію та запропонувати дефініцію поняття середовище бізнес-структури, як складної, динамічної, багаторівневої системи зовнішніх та внутрішніх умов, інституційних обмежень та інформаційно-ресурсних потоків, що перебувають у стані постійної інтерактивної взаємодії. У межах системно-кібернетичного підходу воно постає як адаптивний простір формування та реалізації потенціалу підприємства, де синергія різнорівневих факторів детермінує траєкторію трансформації бізнес-моделі та забезпечує її стійкість у мінливому, турбулентному оточенні. Відмінною рисою такого представлення є чітка ідентифікація та опис етапів переходу від закритих, механістичних моделей середовища до відкритих віртуальних та екосистемних цифрових просторів;

– структурне моделювання середовища бізнес-структури на основі декомпозиції його рівнів. На відміну від традиційних моделей (макро-, мезо-, мікро-) в систему інтегровано автономний нанорівень у вигляді когнітивного ядра прийняття рішень, що функціонує на засадах обмеженої раціональності й психофізичного сприйняття сигналів. Це дозволяє ідентифікувати викривлення інформаційних потоків усередині самого управлінського апарату на ранніх стадіях та формалізувати первинний контур абсорбції зовнішнього хаосу та диференціювати канали трансформації інформаційних сигналів;

– економіко-математичний інструментарій аналізу часових траєкторій еволюції складних систем. На відміну від класичних підходів лінійного прогнозування та екстраполяції було залучено апарату теорії нелінійних різницевих рівнянь та концепції накопичення екзогенної ентропії, що дозволяє проводити математично обґрунтовану ідентифікацію біфуркаційних порогів, за якими система незворотно втрачає керованість. Отримані результати дали можливість точного аналітичного розрахунку критичних точок в динаміці бізнес-структур та їх економічної інтерпретації;

– науково-методичні положення щодо обґрунтування стратегічних пріоритетів, сценарних умов та практичних механізмів розвитку бізнес-структур

для забезпечення їхньої стратегічної життєздатності в умовах мінливого середовища. На відміну від існуючих підходів, де розвиток та адаптація бізнес-структур розглядаються переважно крізь призму реактивного антикризового управління, диверсифікації ризиків чи оптимізації трансакційних витрат, у дослідженні механізм розвитку формалізовано на основі кібернетичних засад функціонування когнітивного ядра прийняття рішень. Це дозволяє здійснювати реконфігурацію партнерських зв'язків та внутрішніх бізнес-процесів не реактивно, а на основі динамічної оцінки негентропійного потенціалу, інформаційної зрілості контрагентів та аналізу латентних структурних зсувів у мережевій архітектурі. Практична реалізація запропонованих механізмів забезпечує мінімізацію ендогенної та екзогенної інформаційної ентропії, що прискорює переформатування контурів взаємодії на етапі ідентифікації «слабких сигналів» дестабілізації, скорочує часові лаги управління та нівелює організаційно-економічні ризики в умовах перманентної невизначеності.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що розроблені теоретико-методичні положення доведені до рівня конкретного, готового до впровадження економіко-математичного інструментарію та прикладних алгоритмів, які дозволяють бізнес-структурам ефективно функціонувати в умовах високої невизначеності.

Запропонований економіко-математичний інструментарій слугує науково-методичною та алгоритмічною основою для переходу бізнес-структур від реактивного управління до предиктивно-адаптивного розвитку в умовах перманентної ринкової турбулентності та цифрових трансформацій.

Ключові положення і пропозиції дисертаційної роботи мають прикладну значущість, пройшли апробацію та впроваджені у практичну діяльність. Науково-методичні розробки та економіко-математичний інструментарій моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища знайшли практичне застосування в діяльності ТОВ «Альфа-Фінанс» для оперативного оцінювання стану підприємства, моніторингу ключових показників діяльності та виявлення ранніх ознак внутрішньої дестабілізації.

(довідка № 275-26/1 від 27.05.2026 р.).

Використання запропонованих процедур у діяльності ПрАТ «Дніпропетровський агрегатний завод» сприяло удосконаленню інформаційно-аналітичного забезпечення управління розвитком підприємства. Зокрема, інструментарій застосовується під час оцінювання поточного стану підприємства, визначення рівня його стійкості, аналізу можливих варіантів розвитку та підготовки управлінських рішень щодо реагування на зміни ринкового середовища. Особливо важливим результатом практичного застосування є можливість здійснення випереджального реагування на потенційні зміни та ризики (довідка № 19-08 від 12.08.2026 р.).

Розроблені положення були враховані при удосконаленні підходів до визначення стратегічних орієнтирів розвитку ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ». У межах практичного використання результатів дослідження запропоновані підходи застосовано для обґрунтування пріоритетних напрямів розвитку, оцінювання можливих сценаріїв функціонування та визначення доцільності коригування окремих внутрішніх бізнес-процесів і напрямів взаємодії з діловими партнерами та контрагентами (довідка № 623 від 17.06.2026 р.).

Запропонована в роботі методика, яка передбачає комплексне врахування впливу основних груп факторів зовнішнього середовища, знайшла застосування в діяльності ТОВ ТД «БІОЛА», що дозволило здійснювати кількісне вимірювання ентропії зовнішнього середовища, визначати ступінь шокowego навантаження на бізнес-структури та виявляти джерела зовнішніх ризиків (довідка № 366/1 від 06.08.2026 р.).

Результати дисертаційного дослідження була використана у діяльності ПРАТ «ЕРЛАН» при формуванні та реалізації заходів щодо забезпечення стійкого розвитку та адаптації бізнес-структур до мінливих умов функціонування (довідка №368 від 07.08.2026 р.).

Основні науково-методичні результати дослідження впроваджено в освітній процес факультету економіки Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара МОН України під час викладання навчальних

дисциплін: «Моделювання економіки» – для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, «Імітаційний аналіз соціально- економічних систем та процесів» – для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти (довідка № 87-904-161 від 26.08.2026 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є завершеним самостійним дослідженням. Сформульовані наукові положення, висновки та практичні рекомендації є особистим здобутком автора. З наукових праць, що опубліковані в співавторстві, у дисертації використано тільки ідеї і результати, котрі становлять особистий внесок здобувача.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження доповідались, обговорювались та отримали схвалення на міжнародних науково-практичних конференціях, зокрема: Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка і менеджмент 2024: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку» (м. Дніпро, 4-5 квітня 2024 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка і менеджмент 2025: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку» (м. Дніпро, 3-4 квітня 2025 р.); International Scientific and Practical Conference «Science, Education, Economy, Technology and Society: Challenges and Prospects for Interdisciplinary Development» (Austin, USA, August 30, 2025), International Scientific and Practical Conference «Current Issues, Problems, and Prospects for the Development of Science, Education, Technology, and Society» (Boston, USA, February 10, 2026), Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка і менеджмент 2026: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку» (м. Дніпро, 23-24 квітня 2026 р.).

Публікації. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 14 наукових праць загальним обсягом 8,12 д.а. (особистий внесок автора становить 4,83 д.а.): зокрема, 1 стаття у міжнародному виданні, що індексується у міжнародній наукометричній базі Scopus; 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії Б; 2 праці, які додатково відображають результати дисертації (з них 1 – у колективній монографії та 1 – у науковому періодичному виданні); 5 праць апробаційного характеру – у збірниках матеріалів доповідей наукових

конференцій. Внесок здобувача в колективно опубліковані роботи конкретизовано у списку публікацій (Додаток П).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (налічує 227 позицій і наведений на 25 сторінках), 26 додатків (поданих на 48 сторінках). Дослідження містить 32 рисунки та 37 таблиць. Загальний обсяг дисертації викладено на 307 сторінках (у тому числі основний текст – на 213 сторінках).

У процесі підготовки дисертації частково були використані інструменти штучного інтелекту, які залучалися виключно як допоміжний засіб. Основна сфера їх використання охоплювала первинну систематизацію масивів даних, стилістичне редагування, а також попередній пошук релевантної наукової літератури. Усі отримані за допомогою ШІ матеріали піддавалися критичному аналізу та верифікації з боку автора. Бібліографічні дані та цитовані джерела звірялися з першоджерелами, а аналітичні розрахунки – із вихідними даними дослідження. Інструменти штучного інтелекту не застосовувалися для продукування або коригування емпіричних даних, формування наукової новизни, положень захисту чи підсумкових висновків. Концептуалізація завдань, вибір метод інструментарію, наукова інтерпретація та узагальнення результатів виконані автором особисто. Автор несе повну відповідальність за автентичність поданих даних, точність посилань, обґрунтованість висновків та змістовне наповнення роботи в цілому.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ БІЗНЕС-СТРУКТУР В УМОВАХ МІНЛИВОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Генезис та еволюційна трансформація концепцій середовища функціонування та розвитку бізнес-структур

Трансформація економічного простору України під впливом воєнних чинників актуалізує роль підприємництва як стратегічного ресурсу життєздатності системи. У цьому контексті підтримка функціональності бізнес-структур стає не лише інструментом адаптації, а й безпосередньою місією підприємницької діяльності в кризових умовах [64].

Нормативно-правове поле України забезпечує варіативність організаційного проектування бізнес-структур, дозволяючи вибір будь-якої форми господарювання, що не суперечить чинному законодавству. Водночас інституційні обмеження щодо суб'єктного складу та специфіки економічної діяльності [43] виступають зовнішніми параметрами, які необхідно враховувати при побудові моделей їхнього стратегічного розвитку.

При цьому результативність функціонування бізнес-структур детермінується сукупністю гомогенних та гетерогенних, ендегенних та екзогенних чинників. Така багатофакторність зумовлює об'єктивну необхідність поглибленого дослідження сутності та архітектоніки середовища реалізації підприємницької діяльності як динамічного простору формування її конкурентних переваг [20].

У науковому дискурсі спостерігається тенденція до ототожнення категорій "бізнес-середовище" та "підприємницьке середовище" [56]. За такого підходу воно інтерпретується як динамічна сукупність об'єктивних та суб'єктивних умов, що безпосередньо детермінують можливість генерування, інституційного оформлення та результативної реалізації підприємницької ідеї. Для цілей нашого дослідження така дефініція є базовою, оскільки дозволяє розглядати середовище

як багатовимірний простір обмежень та можливостей, у якому розгортаються процеси розвитку бізнес-структур.

При цьому у дослідженні [54] акцентується увага на тому, що результативність діяльності бізнес-структур та вектор їхнього динамічного розвитку значною мірою детерміновані характеристиками зовнішнього середовища. Серед ключових детермінант виокремлюються прямі чинники впливу (споживачі продукції, постачальники, конкуренти, державні регулятори) та опосередковані чинники макрорівня (соціальні, політичні, технологічні, правові та екологічні фактори). Така диференціація дозволяє структурувати зовнішні імпульси при побудові адаптивних моделей розвитку бізнес-структур.

У такому розумінні підприємницьке середовище постає як динамічна система, що формується під тиском політичних, економічних, соціальних та технологічних сил (PEST-факторів). Останні, з об'єктивних причин, мають переважно екзогенний характер і не піддаються прямому контролю з боку суб'єкта підприємництва. Вони детермінують сукупність критичних факторів розвитку, серед яких ключове значення мають: якість державного та законодавчого регулювання, інвестиційний клімат, рівень податкового навантаження, стан захисту прав власності, рівень корупційних ризиків та інклюзивність доступу до фінансових ресурсів [20]. Саме ці параметри визначають "коридор можливостей" для трансформації та еволюції бізнес-структур у мінливому середовищі.

З іншого боку, як доведено у дослідженні [61], вплив підприємницького середовища – насамперед у його стимулюючій функції – спрямовується на забезпечення інституційної та економічної свободи суб'єктів господарювання. Це створює фундамент для ефективного функціонування капіталу та безперервного відтворення його матеріальних, людських, фінансових, інфраструктурних та інформаційних складових. Важливо підкреслити, що за такого підходу середовище виступає не лише джерелом ресурсів, а й ключовим чинником формування адаптивного потенціалу бізнес-структур, що дає їм змогу гнучко реагувати на техніко-технологічні, соціально-економічні та інституційні

трансформації в умовах мінливості.

У свою чергу, стан підприємницького середовища виступає критичним чинником розвитку мезо- та макроекономічних систем, визначаючи ефективність використання базових економічних ресурсів: праці, землі, капіталу та підприємницьких здібностей. Варто зауважити, що в інституційній архітектурі України саме домогосподарства виступають безпосередніми власниками зазначених факторів виробництва [45], що додає соціального виміру процесам ресурсного забезпечення бізнес-структур.

Водночас, попри фундаментальне значення, економічний зміст підприємницького середовища як комплексного суспільного явища залишається вивченим не повною мірою. Стрімка еволюція економічної думки у поєднанні з динамічною трансформацією політичних, соціальних та екологічних детермінант актуалізують потребу в переосмисленні сутності підприємницького середовища. Воно має розглядатися як одна з базових категорій теорії підприємництва, що набуває виняткової ваги в сучасних українських реаліях при моделюванні стратегій стійкого розвитку бізнес-структур.

Дослідження генезису підприємницького середовища вимагає послідовного застосування історичного та логічного методів щодо аналізу таких базисних категорій, як "підприємець", "підприємництво" та "підприємницька діяльність". Вихідною точкою цього аналізу виступає антична інтелектуальна спадщина – одне з головних джерел економічної думки стародавнього світу.

Попри несистематизований та донауковий характер викладених учень, саме антична література заклала епістемологічні основи сучасних економічних знань [37], вперше окресливши контури взаємодії індивіда з господарським середовищем.

Зокрема, фундаментальний внесок у первинну концептуалізацію підприємницької діяльності зробив давньогрецький мислитель Ксенофонт. Будучи прибічником натуральної форми господарювання, він систематизував принципи раціональної організації економічних процесів у трактаті «Oeconomicus» (Oikonomikós) [221]. У цій праці автор представив ґрунтовні

спостереження щодо сутності діяльності, яку в сучасних координатах можна ідентифікувати як протопідприємницьку.

Акцентуючи увагу на соціально- та етично-легітимних формах активності вільного громадянина – власника та очільника господарства (або сімейного підприємства), Ксенофонт проаналізував механізми ефективного внутрішнього управління (менеджменту) та специфіку зовнішньої взаємодії з державними інститутами. Таким чином, у трактаті вперше було окреслено контури адаптації суб'єкта господарювання до вимог тогочасного середовища, що заклало ґрунт для подальшої еволюції теорії бізнес-структур.

Дослідники філософської спадщини Платона [93] акцентують увагу на його концепції пріоритетної ролі держави у регулюванні господарських процесів. Прагнення філософа обґрунтувати модель ідеального суспільного устрою, де виробництво благ підпорядковане задоволенню справжніх людських потреб, заклало основи для розуміння стратегічної мети економічної діяльності.

У сучасному науковому дискурсі платонівський пошук "вищих істин" можна інтерпретувати як передумову для формування далекоглядної місії та візії бізнес-структур. Прийняття підприємцями стратегічних рішень, орієнтованих на створення продуктів чи послуг, що відповідають етичним ідеалам та суспільному благу, виступає чинником довгострокової життєздатності системи. Таким чином, платонівська традиція вводить у модель розвитку бізнес-структур аксіологічний (ціннісний) вектор, який визначає стійкість організації в умовах мінливого середовища через відданість фундаментальним цілям.

Логічне продовження антична економічна думка отримала у працях Арістотеля, який доповнив традиційну "науку про багатство" концепцією хрематистики (в перекладі з грецької – майно, володіння; мистецтво наживати статки; діяльність, спрямована на накопичення багатства). У контексті нашого дослідження хрематистику доцільно розглядати як історичний прототип сучасної бізнес-діяльності. Вона запропонувала свідомому індивіду альтернативну стратегію: замість пасивного очікування стабільності від держави – можливість досягнення стійкого рівня життєзабезпечення та розвитку системи за рахунок

власної енергійної ділової активності [37].

При цьому, спираючись на висновки [144], варто наголосити на цілісності принципів підприємницького мислення у філософії Платона та Арістотеля. Досліджуючи категорію "загального блага" (*bonum commune*), мислителі заклали фундамент соціально-орієнтованого бізнесу. За такою парадигмою підприємницьке мислення спрямовується на реалізацію позитивного суспільного внеску, а комерційні цілі структури гармонізуються з вектором суспільного добробуту. Це створює передумови для формування життєстійких та соціально-відповідальних підприємств, здатних еволюціонувати в межах етичних координат середовища.

Еволюція нормативних основ економічної поведінки у VII–X століттях відбувалася переважно в межах релігійно-етичних доктрин, що визначали правила ведення господарства. Зокрема, у Корані акцентується увага на імперативах чесної торгівлі, а відповідні розділи Талмуду містять деталізовану систему регулювання матеріальної шкоди та інституту штрафних санкцій. Характерною рисою тогочасних трактатів був виражений практицизм: вони пропонували прикладні господарські рекомендації, які, за висновками [37], ще не містили глибокого теоретичного узагальнення їхнього економічного змісту.

Важливим етапом інституціоналізації підприємницького середовища на слов'янських теренах стала збірка стародавнього права [32], складена в Київській державі у XI–XII ст. на основі. Ця збірка норм не лише структурувала феодальні відносини Київської Русі, а й запровадила чіткий порядок захисту прав приватної власності. В умовах домінування аграрного сектору та активізації торговельних шляхів, таке унормування прав власності та господарської відповідальності виступило ключовим стимулом для поширення приватної ініціативи, створюючи перші стабільні параметри для розвитку тогочасних господарських структур у мінливому зовнішньому середовищі.

Сучасні дослідники [61;111] констатують, що генезис економічної категорії "підприємництво" та перші спроби її фундаментального наукового осмислення припадають на XVIII століття. Цей етап нерозривно пов'язаний з іменами Р.

Кантільйона та Ж.-Б. Сея, а також із глобальною трансформацією світового господарства в індустріальну епоху.

Особливої уваги заслуговує внесок Р. Кантільйона, чиї наукові розвідки охоплюють системний спектр економічних знань: від методології та мікроекономічного аналізу до міжнародної торгівлі, фінансів та економічної географії [111]. Саме йому належить пріоритет у введенні термінів "підприємець" та "підприємництво" у науковий дискурс. У концепції Кантільйона ринкове господарство постає як складна мережа взаємних обмінів, де підприємець виконує критичну роль посередника, що забезпечує оптимальні зв'язки між виробниками та споживачами.

Визначальним для моделювання процесів розвитку є те, що Р. Кантільйон трактував підприємницький прибуток як винагороду за ризики, спричинені конкуренцією. Його концепція ґрунтується на уявленні про підприємця як про активного суб'єкта, що діє в умовах невизначеності та ризику. Це передбачає наявність у нього специфічних когнітивних здібностей – вправності та впевненості, які в кінцевому підсумку конвертуються у зростання рівня особистого доходу та капіталізації бізнес-структури [111].

Аналогічний вектор наукового пошуку простежується у працях Ж.-Б. Сея [187], який інтерпретував підприємницьку діяльність не як класову приналежність, а як специфічний функціонал агента матеріального виробництва. За Сеєм, підприємець – це універсальний посередник, який конвертує теоретичні знання та практичні навички у процес створення матеріальних цінностей. При цьому його активність має бути жорстко детермінована як правовим полем, так і етичними імперативами суспільства.

Досліджуючи формування бізнес-структур крізь призму теорії факторів виробництва, Ж.-Б. Сей обґрунтував роль вільної конкуренції як фундаментального елемента підприємницького середовища. Водночас він акцентував увагу на необхідності науково обґрунтованого управління соціально-економічними процесами, що базується на глибокому знанні економічних законів та конструктивній діяльності органів влади. Визначальними параметрами

середовища, за Ж.-Б. Сеєм, виступають: рівень диференціації доходів населення, усталені суспільні звичаї, а також характер і динаміка суспільного споживання [61]. Такий підхід дозволяє інтегрувати в модель розвитку бізнес-структур не лише економічні, а й соціокультурні змінні.

Так, згідно Ж.-Б. Сею, підприємець є «четвертим фактором», який організує працю, землю та капітал. У моделюванні це відповідає виробничій функції, де підприємець виступає оператором, що мінімізує ентропію системи в мінливому середовищі.

Окремим етапом наукового пізнання є рецепція ідей А. Сміта [200] у працях Ж.-Б. Сея [187], де попри гостру полеміку, простежується поглиблення аналізу ключових категорій. Перебуваючи під певним впливом фізіократів, А. Сміт сформував комплексну візію ефективності виробництва, інноваційного розвитку, інвестиційних процесів та механізмів накопичення капіталу в умовах вільного обміну.

У порівнянні з Р. Кантільйоном, А. Сміт суттєво розширив дефініцію підприємця, інтегрувавши до його характеристик обов'язкове володіння капіталом, а до параметрів середовища, окрім ризику та невизначеності, додав інституційний чинник конкуренції [61]. Особливої наукової цінності для нашого дослідження надає територіальний аспект функціонування капіталу в роботах Сміта. Порівнюючи умови діяльності в Англії та Шотландії, він фактично заклав підвалини регіонального аналізу підприємницького середовища, розглядаючи його функціональні та просторові особливості на різних ієрархічних рівнях (від локальних громад до цілих країн).

Системний підхід А. Сміта дозволив виокремити критичні компоненти підприємницького середовища, що піддаються кількісному та якісному вимірюванню:

- ресурсні та просторові: розміри території, обсяги залученого капіталу, доступність та вартість робочої сили.
- фінансово-економічні: рівень відсоткової ставки на позиковий капітал.
- соціально-професійні: престижність сфери діяльності, рівень небезпеки

та шкоди для здоров'я.

- інституційні: соціальна привабливість середовища та характер державного регулювання.

Крім того, у «Теорії моральних почуттів» [199] А. Сміт обґрунтував етичний базис підприємництва, заснований на розсудливості та справедливості. Це дозволяє в сучасних моделях враховувати не лише економічні, а й моральні ефекти взаємодії бізнес-структури із соціальним середовищем.

Розвиток просторового підходу А. Сміта знайшов своє логічне продовження у працях Д. Рікардо [182], який зосередив увагу на механізмах формування відносних переваг суб'єктів господарювання. У контексті моделювання процесів розвитку бізнес-структур, теорія порівняльних переваг Д. Рікардо дозволяє розглядати зовнішнє середовище не просто як сукупність обмежень, а як динамічну систему можливостей для спеціалізації.

На відміну від А. Сміта, Д. Рікардо акцентував увагу на тому, що розвиток структури в мінливому середовищі детермінується не лише абсолютними ресурсами (земля, праця, капітал), а ефективністю їх комбінації порівняно з іншими учасниками ринку. Це заклало основи для сучасного розуміння конкурентоспроможності, що в сучасних економетричних моделях формалізується через індекси продуктивності та відносної ефективності витрат.

Таким чином, класична школа сформувала базовий набір детермінант підприємницького середовища, які в сучасних реаліях трансформувалися у складні інтегральні індикатори. Так, якщо для А.Сміта та Д. Рікардо ключовими були фізичні обсяги капіталу та територіальні межі, то сьогодні ці параметри знаходять своє відображення у міжнародних рейтингах. Проведення компаративного аналізу цих класичних факторів із сучасними інструментами оцінки (зокрема в умовах воєнних та інституційних викликів України) дозволяє нам побудувати адекватну модель адаптивного розвитку бізнес-структур.

Якісно новий етап у розумінні природи розвитку бізнес-структур пов'язують [226] із теоретичною спадщиною Й. Шумпетера. На відміну від класиків, які фокусувалися на стані ринкової рівноваги, Шумпетер переніс

акцент на динаміку та турбулентність як природні стани економічної системи. Центральним елементом його концепції є постать підприємця-інноватора, чия функція полягає у здійсненні "нових комбінацій" факторів виробництва, що веде до процесу "творчого руйнування".

У контексті моделювання процесів розвитку в мінливому середовищі, шумпетеріанський підхід дозволяє трактувати розвиток як дискретну зміну стану системи, що супроводжується порушенням попередньої рівноваги. За Шумпетером, підприємницьке середовище – це не просто зовнішнє тло, а динамічне поле інноваційної активності, де виживають і розвиваються лише ті структури, що здатні до безперервної адаптації та впровадження інновацій (нових продуктів, методів виробництва, ринків збуту або джерел сировини).

Таким чином, якщо А. Сміт та Д. Рікардо заклали основи ресурсного та просторового аналізу середовища, то Й. Шумпетер обґрунтував ендогенну природу розвитку. Це дає методологічне підґрунтя для використання у нашому дослідженні сучасних еволюційних моделей та агентно-орієнтованого моделювання, де траєкторія розвитку бізнес-структури детермінується її внутрішньою здатністю до інноваційної відповіді на виклики мінливого середовища.

На сучасному етапі розвитку економічної думки ґрунтовні дослідження проблематики підприємницького середовища представлені у працях широкого кола вітчизняних та зарубіжних учених, серед яких: О. Авдієнко, Д. Антонюк, О. Артеменко, А. Ачкасов, Ю. Білан, Н. Боама, М. Бричко, А. Бутенко, Н. Василюшин, Т. Гвініашвілі, Т. Говорушко, Т. Гринько, Ю. Гудзь, Т. Дяченко, В. Ємельянов, Е. Івальді, Р. Іванов, Г. Кошельок, Р. Купалов, С. Льонов, М. Мельник, Д. Павліщій, О. Полінкевич, Р. Соляні, Д. Стреймікієне, О. Череп, С. Щеглюк, А. Чіаччі та ін., а також класики неоінституціоналізму та сучасної теорії розвитку – О. Вільямсон, Дж. Коммонс, Р. Коуз, Й. Шумпетер та ін.

Синтезуючи уявлення про бізнес-середовище як про неоднорідну сукупність екзогенних детермінант, автори [43] пропонують ієрархічну модель його структуризації, що є фундаментальною для нашого подальшого

моделювання:

- локальне (мікро-) середовище, яке охоплює безпосереднє оточення суб'єкта (споживачі, постачальники, конкуренти, профспілки), а також специфічні локальні норми та органи влади. Саме тут формуються первинні адаптивні реакції бізнес-структури;

- глобальне (макро-) середовище, що структурується за сімома векторами впливу (соціокультурні, технологічні, торговельні, економічні, екологічні, політичні та правові сили). У мінливому середовищі ці сили виступають джерелами стратегічних ризиків та можливостей;

- міжнародне середовище: виокремлюється через унікальні культурні, інституційні та геополітичні характеристики країн-партнерів, що детермінують зовнішньоекономічну стійкість підприємства.

Такий багаторівневий підхід дозволяє інтегрувати в економіко-математичну модель розвитку бізнес-структур змінні різного порядку, що особливо актуально для аналізу трансформаційних процесів в економіці України.

У межах наукового дискурсу щодо архітекτονіки підприємницького середовища особливої уваги заслуговують підходи до його багаторівневої структуризації. Зокрема, у дослідженні [61] середовище представлене як розгорнута п'ятирівнева система, що охоплює:

- нанорівень: суб'єктний базис (підприємці, власники, топ-менеджмент та персонал);

- мікрорівень: безпосередня екосистема взаємодії з іншими підприємствами та некомерційними організаціями;

- мезорівень: інституційне поле регіонального управління та органів місцевого самоврядування;

- макрорівень: регуляторний вплив центральних органів державної влади;

- глобальний рівень: простір впливу транснаціональних корпорацій, міжнародних економічних організацій та наддержавних інституцій.

Альтернативний підхід, представлений у дослідженні [55], пропонує чотирирівневу декомпозицію (мікро-, мезо-, макро- та мегарівень). Хоча

мегарівень у цій класифікації значною мірою корелює з глобальним рівнем попередньої моделі, відсутність нанорівня дещо зміщує акцент з індивідуально-суб'єктних характеристик на системно-інституційні. Для цілей нашого моделювання процесів розвитку бізнес-структур у мінливому середовищі доцільним є синтез цих підходів, що дозволить врахувати як внутрішню енергію суб'єктів (нанорівень), так і масштабні трансформаційні імпульси глобального порядку».

Поглиблений аналіз структури підприємницького середовища представлено у дослідженні [78], де автор пропонує модель шести взаємопов'язаних сфер діяльності. Ключовою особливістю цього підходу є відмова від жорсткої концентричної ієрархії на користь системи зі складними прямими та опосередкованими зв'язками нестаціонарного характеру:

- перша сфера (регуляторно-параметрична): охоплює політичні, екологічні, фінансові та податкові чинники, що детермінуються на законодавчому рівні;
- друга сфера (інноваційно-активна): сфера безпосереднього впливу підприємця, де через реалізацію новаторської функції трансформуються технології, системи управління, номенклатура товарів та ринки збуту;
- третя сфера (інфраструктурно-допоміжна): інформаційні, рекламні та освітні сервіси, що залучаються суб'єктом ситуативно для підтримки процесів розвитку;
- четверта сфера (соціокультурна та ментальна): морально-етичні цінності, традиції та релігійні аспекти, що виступають фундаментальними орієнтирами при формуванні довгострокової стратегії бізнесу;
- п'ята сфера (зовнішньоекономічна): механізми міжнародного впливу (ціни, тарифи, митний контроль), що визначають експортно-імпортний потенціал структури;
- шоста сфера (деструктивна / тіньова): неформальний сектор економіки, що здійснює фінансовий та матеріальний тиск, викривляючи умови добросовісної конкуренції.

Слід наголосити, що нестаціонарність ієрархії цих сфер зумовлює високий рівень невизначеності при прийнятті управлінських рішень. Це вимагає застосування специфічного математичного апарату для моделювання розвитку бізнес-структур, здатного враховувати багатовекторність та мінливість впливу кожної із зазначених сфер.

Детальний компаративний аналіз перелічених моделей структурування підприємницького середовища наведений таблиці А.1 (додаток А), в якій порівняння чотирирівневої [55], п'ятирівневої [61] та шестисферної [78] моделей дає змогу побачити еволюцію від жорсткої ієрархії до динамічних функціональних зв'язків.

Проведений аналіз дозволив виділити декілька фундаментальних розбіжностей.

Так, детермінація суб'єктності дозволяє визначити, що 4-рівнева модель [55] розглядає середовище як набір зовнішніх умов, тоді як 5-рівнева [61] та 6-сферна [78] визнають, що підприємець сам є частиною середовища і може його змінювати. У формальному представленні це означає перехід від моделей простої регресії до моделей із ендегенними змінними.

При цьому у 5-рівневій моделі [61] підприємець виокремлений як окремий рівень (нано), що дозволяє моделювати його психологічні та професійні характеристики. У 6-сферній моделі [78] акцент зміщений на діяльність: підприємець не просто існує, він активно «прошиває» всі сфери своїми рішеннями.

Крім того, традиційні моделі [55; 61] передбачають, що макрорівень завжди «сильніший» за мікрорівень. Однак модель [78] вводить поняття нестаціонарної ієрархії. Так, В умовах мінливого середовища (війна, криза) значущість рівнів змінюється. Наприклад, у стабільні часи домінує макрорівень (закони), а в кризові – нанорівень (особиста стійкість власника) та шоста сфера (тіньові механізми виживання).

До того ж тільки 6-сферна модель [78] вводить морально-етичний (4-та сфера) та тіньовий (6-та сфера) аспекти як окремі змінні. Для України це є

критично важливим, оскільки ці фактори суттєво викривляють класичні економічні моделі.

Нарешті, тільки модель [78] виводить тіньову економіку (6-та сфера) як окремий структурний елемент. Для моделювання процесів розвитку бізнес-структур в Україні це критично, оскільки тіньовий сектор створює нерівні умови конкуренції та викривляє дію державних регуляторів (1-ша сфера).

Важливе значення для нашого дослідження має аналіз внутрішньої архітектури підприємницького середовища, який ґрунтовно представлений у наукових працях [17;18;42]. Зокрема, у роботі [17] висвітлено пріоритетні вектори трансформації бізнес-структур у турбулентних умовах, тоді як дослідження [18;42] акцентують увагу на стратегічному управлінні людським капіталом як ключовому ресурсі адаптації. Взаємоузгодженість кадрової політики із загальною стратегією розвитку стає критичним фактором стійкості підприємства в умовах мінливості.

В монографії [51] обґрунтовано доцільність концептуального розмежування категорій «підприємницьке середовище» та «бізнес-середовище». Автори доводять, що останнє є значно ширшим за змістом, оскільки охоплює загальне поле господарювання, тоді як підприємницьке середовище фокусується на специфічних умовах реалізації інноваційно-ризикової функції суб'єкта.

Системний підхід до розуміння об'єкта дослідження простежується у праці [68], де підприємницьке середовище трактується як сукупність гетерогенних складових, що детермінують життєдіяльність підприємця. Теоретичний базис розвитку такого середовища формується на перетині теорій ринку, інновацій, ресурсів, інституціоналізму та соціокультурного аналізу. Такий політеоретичний підхід дозволяє ідентифікувати фундаментальні принципи формування середовища та фактори, що стимулюють його еволюцію.

Водночас критична рефлексія наявних підходів [44] виявила низку суттєвих наукових лакун, зокрема:

- відсутність формалізованого механізму активізації процесів розвитку;
- недостатню увагу до процесів неогенезу (виникнення нових

структурних елементів) у середовищі;

- розмитість цільових орієнтирів функціонування системи.

Усунення цих недоліків є особливо актуальним при проведенні узагальнення сутності підприємницького середовища та аналізу його специфіки в сучасних українських реаліях

У сучасній економічній думці сформувалися варіативні підходи до інтерпретації категорії «підприємницьке середовище», серед яких фундаментальними є факторний, ситуативний, системний та комплексний [55]. Кожен із них розкриває специфічні аспекти взаємодії бізнес-структури з оточенням, проте саме факторний підхід дозволяє подолати надмірну узагальненість традиційних дефініцій, яка часто ускладнює їхню прикладну імплементацію.

Сутність факторного підходу полягає у декомпозиції підприємницького середовища на релевантні групи детермінант, взаємодія яких формує унікальний ландшафт для функціонування суб'єктів господарювання. За такого підходу середовище розглядається як динамічний комплекс екзогенних та ендогенних умов, що генерують як можливості для експансії, так і критичні обмеження для розвитку бізнес-структур.

Наукова доцільність застосування факторного підходу підтверджується працями [54;66;134], де обґрунтовано, що системне розмежування впливових чинників за ієрархічною вертикаллю (макро-, мезо- та мікрорівні) суттєво підвищує прецизійність аналізу. Така типологія дозволяє перевести теоретичні конструкції у практичну площину моделювання, створюючи базис для ідентифікації ключових закономірностей впливу мінливого середовища на траєкторію розвитку підприємства. Деталізована класифікація факторів за відповідними рівнями систематизована у таблиці А.2 (додаток А).

Взаємозумовленість зазначених рівнів полягає у специфіці їхнього впливу на архітектуру бізнесу: макрофактори формують загальний стратегічний простір, мезофактори детермінують регіональну специфіку (локальну платформу), а мікрофактори, акумулюючи внутрішній ресурсний потенціал,

визначають граничний рівень адаптивності структури.

На противагу статичним моделям, ситуативний підхід базується на постулаті про динамічну природу підприємницького середовища, конфігурація якого залежить від релевантного контексту функціонування. Це обґрунтовує варіативність стратегічних результатів однієї і тієї ж бізнес-структури під впливом ситуаційних тригерів: системних криз, безпекових загроз, технологічних розривів або дрейфу споживчих преференцій. Ключовими дескрипторами ситуативного підходу є:

- динамічність: перманентна трансформація середовища під тиском глобальних та локальних шоків (війна, пандемія, цифрова експансія);
- контекстуальність: залежність інтенсивності впливу середовища від галузевої приналежності, фази життєвого циклу підприємства та регіонального ландшафту;
- адаптивність: здатність системи до превентивної або реактивної модифікації стратегії;
- стохастичність (непередбачуваність): висока амплітуда невизначеності наслідків зовнішніх збурень.

Аналіз вітчизняного підприємництва останніх років свідчить про домінування ситуативного характеру його розвитку. Українські бізнес-структури змушені здійснювати ітераційну перебудову бізнес-моделей у відповідь на критичні ризики та вікна можливостей, що систематизовано нами у таблиці А.3 (додаток А).

Досвід 2020–2025 рр. підтверджує, що саме ситуативний підхід є найбільш адекватним інструментарієм для експлікації та прогнозування траєкторій розвитку в турбулентних умовах [208].

Водночас, системний підхід дозволяє синтезувати ці розрізнені впливи, розглядаючи підприємницьке середовище як цілісну екосистему зі складними внутрішніми зв'язками. Відповідно до цього підходу, середовище постає не як механічна сукупність чинників, а як інтегрована багаторівнева система з власними закономірностями самоорганізації. Як наголошується у [208], системна

ідентифікація кореляційних зв'язків між елементами є фундаментом для побудови ефективної стратегії розвитку, здатної протистояти системній ентропії.

Фундаментальними імперативами системного підходу в межах нашого дослідження виступають цілісність, ієрархічність, інтердепенденція та адаптивність. Принцип цілісності передбачає трактування середовища як інтегрованого утворення, де деструкція або трансформація окремого елемента неминуче ініціює ланцюгову реакцію в усій системі. Ієрархічність відображає наявність супідрядних підсистем макро-, мезо- та мікрорівнів, що перебувають у стані перманентної взаємодії, тоді як інтердепенденція, або взаємозалежність, зумовлює синергетичний ефект впливу кожного окремого компонента на агреговані результати діяльності бізнес-структур. Важливою характеристикою є також адаптивність, яка визначає здатність системи до динамічної реконфігурації та підтримання гомеостазу в мінливих екзогенних умовах.

Застосування системного підходу вимагає чіткої декомпозиції середовища на відповідні рівні та функціональні елементи, характер взаємодії між якими детально систематизовано нами у таблиці А.4 (додаток А).

Релевантними прикладами практичної імплементації системної методології в сучасних реаліях України є розробка Державної стратегії цифрової економіки до 2030 року [124], яка формує цілісне інституційне поле для цифровізації бізнес-процесів та подальшої інтеграції в єдиний цифровий ринок ЄС. На мікрорівні проявом системної адаптації стала масштабна трансформація операційних моделей малого та середнього бізнесу, зокрема перехід до омніканальних продажів та дистанційних форм управління, що стало комплексною відповіддю на кумулятивний вплив пандемічних обмежень та воєнних викликів [59].

При цьому українська практика доводить, що саме системний підхід є найбільш продуктивним для розробки довгострокових стратегій розвитку підприємництва в умовах високої турбулентності. Процесний підхід, у свою чергу, розглядає підприємницьке середовище не як статичну сукупність факторів, а як динамічну послідовність процесів взаємодії бізнесу та зовнішнього

середовища, де бізнес-процеси стають ключовим інструментом адаптації та трансформації. Цей підхід є характерним для сучасних теорій менеджменту бізнес-процесів та підприємницьких екосистем; зокрема, у праці [205] представлено процесну теорію, що відображає часову еволюцію екосистемних компонентів.

Основними компонентами процесного підходу в контексті нашого дослідження є:

1. Вхід – формуючі фактори (державні, економічні, технологічні);
2. Процеси – бізнес-процеси адаптації (цифровізація, релокація, інновації);
3. Вихід – результати (нові моделі, продукти, ринки);
4. Зворотний зв'язок – зміни у бізнес-середовищі через отримані результати.

Слід зауважити, що наведена структура, крім іншого, відображає властивості кібернетичного підходу, який широко використовується в управлінні складними соціально-економічними системами. Отже, процесний підхід як наукова парадигма дозволяє перейти від пасивного опису бізнес-середовища до динамічного моделювання його інтерактивної взаємодії з підприємством.

Нарешті, комплексний підхід передбачає розгляд підприємницького середовища як багатогранного феномену, який інтегрує в собі фундаментальні елементи системного, факторного, процесного та ситуативного підходів. У цьому контексті середовище трактується як динамічна сукупність взаємопов'язаних факторів, процесів і ситуаційних змін, що детермінують функціонування та вектор розвитку бізнес-структур. Комплексний підхід забезпечує можливість багатовимірної аналізу підприємницького середовища, поєднуючи кількісні та якісні методи оцінки. Його ключовими характеристиками є:

- інтегративність – всебічне врахування всіх рівнів середовища (макро-, мезо-, мікро-);
- мультидисциплінарність – використання економічних, соціологічних, управлінських та правових підходів;
- синергійність – акцентування уваги на взаємодії між факторами, які у

поєднанні генерують значно більший ефект, ніж їхня проста арифметична сума;

- гнучкість – здатність до адаптивного поєднання елементів різних моделей (наприклад, факторного та ситуативного аналізу) залежно від конкретних умов функціонування.

Відзначимо, що комплексний підхід до трактування підприємницького середовища забезпечує найбільш повну та багатовимірну картину взаємодії бізнесу та зовнішніх умов. Його стратегічна перевага полягає у синергії різних дослідницьких моделей та можливості їхньої адаптації під конкретні прикладні завдання [139].

У таблиці А.5 (додаток А) наведено розгорнутий порівняльний аналіз вищезазначених підходів до трактування дефініції «підприємницьке середовище», що дозволяє ідентифікувати їхні специфічні особливості, переваги та сфери застосування. При цьому, на нашу думку, процесний підхід доцільно розглядати як інтегральну динамічну складову системного підходу, оскільки саме процеси забезпечують функціональну життєдіяльність та адаптацію складових елементів системи.

Таке методологічне припущення зумовило перелік та змістовне наповнення підходів, у межах яких систематизовано авторські трактування поняття «підприємницьке середовище», представлені у таблиці А.6 (додаток А).

Здійснений аналіз дефініцій поняття «підприємницьке середовище», систематизований у таблиці А.6 (додаток А), дозволяє констатувати, що стратегічно важливим вектором є визначення пріоритетних напрямів розвитку підприємництва.

Одним із таких фундаментальних напрямів виступає цілеспрямоване проектування умов та генерація можливостей для якісної трансформації самого підприємницького середовища [44]. При цьому результати дослідження свідчать, що найбільш повно та багатогранно зміст досліджуваної категорії розкривається саме через імплементацію системного підходу [1;10;60]. Такий підхід дозволяє розглядати середовище не як статичний набір зовнішніх чинників, а як динамічну цілісність, де кожен елемент та зв'язок між ними стає ресурсом або обмеженням

для процесів розвитку бізнес-структур.

Домінування системного підходу в межах представленого дослідження пояснюється нагальною потребою у формалізації складної мережі взаємозв'язків між суб'єктами підприємництва, елементами інфраструктурного забезпечення, а також державними та недержавними інститутами на національному й регіональному рівнях управління [44].

Отже, можна констатувати, що підприємницьке середовище постає як динамічна сфера формування підприємницької активності, цілісність якої досягається шляхом інституціоналізації взаємозв'язків між бізнес-структурами, інфраструктурним комплексом та органами управління міжнародного, національного і регіонального рівнів. Функціонування цієї системи під кумулятивним впливом екзогенних та ендегенних факторів створює необхідні передумови для генезису нових інфраструктурних елементів та сталого розвитку підприємництва в цілому [20].

Сформульоване узагальнення повною мірою узгоджується з положеннями інституціональної теорії в розрізі досліджень впливу варіативних інституційних умов на динаміку підприємництва. Зокрема, у праці [194] обґрунтовано існування продуктивного, непродуктивного та деструктивного видів підприємницької діяльності. Автори наголошують, що інститути виступають фундаментальним елементом економічної системи, оскільки саме вони генерують стимули для конкретних форм економічної активності. Відтак, домінування того чи іншого типу підприємництва безпосередньо детермінується характером інституційного ландшафту, що сформувався у суспільстві.

У свою чергу, інфраструктура підприємництва, реалізуючи забезпечувальну та регулювальну функції, виступає інструментом підвищення ефективності функціонування підприємницького середовища. Це досягається за допомогою розгалуженої системи інститутів – сукупності формальних і неформальних правил, організаційних структур, а також механізмів і способів їхнього забезпечення, що в сукупності оптимізують трансакційні витрати та стимулюють розвиток бізнес-структур [1].

Характерною особливістю зарубіжної економічної думки є домінування таких категорій, як «ділове середовище» (business environment), «оточення підприємницької організації», «середовище організації» та «бізнес-середовище» [128;150;161], які використовуються значно частіше за дефініцію «підприємницьке середовище». Така термінологічна варіативність пояснюється широким фокусом іноземних досліджень на загальних умовах функціонування ринків.

Водночас, прикладом релевантного застосування категорії «підприємницьке середовище» у зарубіжній літературі є праця [131], де воно трактується як специфічна комбінація факторів, що безпосередньо зумовлюють розвиток підприємства. Це підтверджує нашу тезу про те, що навіть у межах факторного підходу зарубіжні науковці вбачають у підприємницькому середовищі не просто статичне оточення, а активний чинник детермінації динаміки бізнес-структур.

Узагальнення представлених концепцій та їхня адаптація до специфіки функціонування сучасних складних економічних систем дозволили виробити власну наукову позицію щодо сутності об'єкта дослідження, яку ми дефінуємо наступним чином:

Середовище бізнес-структури – це складна, динамічна, багаторівнева система зовнішніх та внутрішніх умов, інституційних обмежень та інформаційно-ресурсних потоків, що перебувають у стані постійної інтерактивної взаємодії. У межах системно-кібернетичного підходу воно постає як адаптивний простір формування та реалізації потенціалу підприємства, де синергія різнорівневих факторів визначає траєкторію трансформації бізнес-моделі та забезпечує її стійкість у мінливому, турбулентному оточенні.

У межах представленого дослідження свідомо відмова від уточнюючого прикметника «підприємницьке» на користь категорії «середовище бізнес-структури» зумовлена низкою методологічних та прагматичних чинників.

По-перше, з погляду об'єктно-суб'єктної визначеності, у системному моделюванні термін «бізнес-структура» виступає чітко окресленим об'єктом із

визначеними межами, входами та виходами. На відміну від «підприємницького середовища», яке часто трактується як абстрактне інституційне макрополе можливостей, категорія «середовище бізнес-структури» фокусує увагу на конкретній архітектурі зв'язків навколо суб'єкта. Це дозволяє чітко розмежувати ендогенні та екзогенні параметри саме для структурної одиниці, уникаючи надмірного узагальнення.

По-друге, використання обраного терміна забезпечує необхідну масштабованість та універсальність. Слово «підприємницьке» етимологічно тяжіє до етапу створення та ризику (start-up фаза), тоді як «бізнес-структура» охоплює значно ширший спектр об'єктів: від малих інноваційних підприємств до великих сталих корпорацій, промислових груп чи цифрових платформ.

По-третє, якщо прикметник «підприємницьке» лише описує характер діяльності, то його відсутність зміщує акцент безпосередньо на архітектоніку системи. Таким чином, середовище досліджується як простір, у якому функціонує та трансформується конкретна організаційна структура.

Додатковим аргументом є відповідність міжнародним науковим стандартам. Застосування терміна «середовище бізнес-структури» робить дослідження конвергентним із глобальним науковим простором, розширюючи фокус від «поля для підприємців» до цілісної «екосистеми бізнес-одиниць».

Нарешті, обрана термінологія враховує інституційну конкретику українських реалій. Сучасний розвиток вітчизняного бізнесу відбувається не лише через підприємницький хист, а через виживання та трансформацію складних структур – релокованих підприємств, енергетичних вузлів та логістичних мереж. Категорія «середовище бізнес-структури» дозволяє врахувати в моделі не тільки ринкові стимули, а й технологічні зв'язки, складні корпоративні ієрархії та державне партнерство, що виходять за межі класичного аналізу підприємництва.

Використання системного підходу дозволяє декомпонувати середовище розвитку бізнес-структур на п'ять взаємопов'язаних рівнів, що розрізняються за ступенем контрольованості та характером впливу на процеси трансформації (рис.

Б.1, додаток Б):

1) глобальний (мега-рівень): Світові економічні тренди, геополітична ситуація та міжнародні інституційні стандарти. Для вітчизняних бізнес-структур цей рівень визначається процесами євроінтеграції та глобальними логістичними трансформаціями;

2) макрорівень (національний): державна політика, законодавство, податкова система та національна інфраструктура. Це зовнішнє середовище, яке формує «загальні правила гри» та є спільним для всіх суб'єктів господарювання;

3) мезо-рівень (регіональний/галузевий): специфіка регіональних ринків праці, локальна логістика та галузеві особливості;

4) мікрорівень (ринкове оточення): безпосередні взаємозв'язки з контрагентами, клієнтами та конкурентами. Рівень опосередкованого впливу бізнес-структури;

5) нанорівень (рівень індивідуальних рішень та когнітивних моделей): Внутрішнє ядро бізнес-структури, яке формується безпосередньо підприємцями. Він охоплює когнітивні карти менеджменту, корпоративну культуру, системи мотивації, цифрові компетенції персоналу та алгоритми прийняття рішень. Саме нанорівень є першоджерелом адаптаційних імпульсів та трансформації бізнес-моделі.

Запропонована п'ятирівнева ієрархічна структура середовища бізнес-структури володіє низкою методологічних переваг над традиційними моделями різного ступеня складності. На відміну від більшості чотирирівневих моделей, де внутрішнє середовище розглядається як статична та монолітна сукупність ресурсів (матеріальних, фінансових та кадрових), авторський підхід здійснює стратегічне «розщеплення» внутрішнього контуру. Виокремлення нанорівня як самостійного управлінського сегмента, що охоплює індивідуальний інтелект та когнітивні моделі, створює особливий кібернетичний ефект. Це дозволяє математично формалізувати «джерело волі» системи: якщо в класичних схемах причини трансформації залишаються неявними, то в нашій структурі саме нанорівень виступає «генератором стратегій», який ініціює та спрямовує

процеси розвитку всієї бізнес-структури.

У порівнянні з іншими п'ятирівневими схемами, які зазвичай переобтяжені проміжними класифікаціями (наприклад, окремими «технологічними» чи «інституційними» шарами), дана модель вибудовує чітку ієрархію за критерієм ступеня керованості. У такій інтерпретації глобальний та макрорівні визначаються як зовнішні параметри, тоді як нанорівень описується через методи та функції об'єкта, що безпосередньо детермінують його поведінкові реакції.

Порівняння з шестирівневими та більш складними моделями, які через надмірне розширення факторів часто призводять до дублювання та ускладнення зв'язків, дозволяє стверджувати, що авторська модель є мінімально достатньою для опису повної кібернетичної петлі управління, що створює методологічну перевагу: вона уникає надмірної складності при математичній формалізації, зберігаючи баланс між глибиною охоплення факторів та реалістичністю побудови адекватної економіко-математичної моделі.

1.2 Теоретичні засади формування та функціонування процесів розвитку бізнес-структур

Сучасне середовище функціонування підприємницьких одиниць визначається екстремальним рівнем турбулентності, зумовленим інтенсивною дифузією технологій, глобальною конкурентною напруженістю та високою ентропією макроекономічних параметрів. В українських реаліях періоду ці чинники підсилюються специфічними воєнними викликами та фундаментальною трансформацією моделей споживчої поведінки [15].

У таких умовах бізнес-структури слід розглядати не просто як формалізовані інституції для організації виробництва, а як складні адаптивні соціально-економічні системи, що перебувають у стані постійного інформаційного та ресурсного обміну з ринком, соціумом та державними інститутами.

Це актуалізує наукову проблему формування та функціонування механізмів їхнього розвитку. Системна суперечність полягає у необхідності одночасного підтримання інституційної стабільності (контроль, формалізація) та забезпечення динамічної гнучкості. Остання є критичною для предиктивної адаптації до екзогенних шоків та імплементації інноваційних сценаріїв розвитку.

Емпіричні дані свідчать, що критична частка вітчизняних підприємств демонструє низьку резильєнтність саме через інерційність організаційних контурів та дефіцит ефективних алгоритмів управління розвитком [59]. Аналогічна тенденція спостерігається і в глобальному контексті: закордонні компанії, що ігнорують циклічну адаптацію власних структурних параметрів, ризикують втратити до чверті ринкової вартості протягом п'ятирічного горизонту планування [132].

Отже, комплексне переосмислення категоріального апарату щодо понять «бізнес-структура» та «розвиток» через призму системно-кібернетичного підходу має високу наукову значущість та є необхідною передумовою для побудови адекватних моделей управління в умовах невизначеності.

Генезис концепції «бізнес-структура» в економічній думці демонструє поступову еволюцію від жорстких механістичних моделей до складних адаптивних систем. Фундаментальні засади цього процесу були закладені ще А. Смітом, чия концепція поділу праці [198] визначила первинну структуру як інструмент координації зусиль для максимізації продуктивності, що знаходить відображення і в сучасних дослідженнях операційної ефективності [8]. Якісний стрибок у розумінні природи бізнес-структур відбувся завдяки інституційному підходу Р. Коуза [116], який визначив підприємство як ієрархічну організацію, що виступає альтернативним ринковому механізму інструментом мінімізації транзакційних витрат.

Подальша диверсифікація наукових поглядів дозволила суттєво розширити розуміння об'єкта дослідження. Зокрема, ресурсно-орієнтований підхід Дж. Барні [96] змістив акцент на структуру як конфігурацію унікальних активів, тоді як Г. Мінцберг [167] обґрунтував важливість типологізації організаційних

конфігурацій залежно від факторів середовища. Концепція ланцюга цінності М. Портера [177] дозволила трактувати структуру через архітектуру процесів створення вартості, а праці Т. Барнса і Г. Сталкера [107] довели переваги органічних структур в умовах високої невизначеності. На сучасному етапі наукові пошуки концентруються навколо динамічних бізнес-моделей, мережевих форм та цифрових екосистем [133; 219], де класичні межі структур стають більш дифузними.

У вітчизняній та зарубіжній літературі категорія «бізнес-структура» характеризується багатоаспектністю дефініцій. Класичний підхід описує її як сталу систему взаємозв'язків між підрозділами та персоналом, що забезпечує чіткий розподіл повноважень, відповідальності та стабільність комунікацій для досягнення організаційних цілей. Основними атрибутами такого підходу залишаються жорстка ієрархія, функціональний поділ праці, а також висока ступінь стандартизації та формалізації процесів [107, 167]. Водночас, з позицій кібернетики, такі характеристики забезпечують лише базовий рівень функціонування, тоді як формування процесів розвитку потребує переходу до більш гнучких моделей, що базуються на інтелектуальному потенціалі нанорівня системи.

Системний підхід до трактування категорії «бізнес-структура» дозволяє розглядати її як цілісну множину взаємопов'язаних та взаємозалежних елементів, включаючи бізнес-процеси, інтелектуальні та матеріальні ресурси, а також учасників взаємодії. У межах даної парадигми об'єкт дослідження постає не як сукупність ізольованих компонентів, а як інтегрована архітектура, де елементи перебувають у постійній взаємодії для реалізації стратегічних цілей бізнесу. Ключовою особливістю системного підходу є акцент на ефекті емерджентності: управлінські дії та функціональні зміни на одному рівні безпосередньо або опосередковано впливають на стан інших елементів системи. Це формує єдиний життєздатний організм, що володіє внутрішнім потенціалом до масштабування та демонструє здатність до стійкого функціонування в умовах динамічного оточення [5;41;206].

Таке бачення бізнес-структури, як відкритої системи створює необхідний теоретичний фундамент для подальшої формалізації процесів її розвитку, оскільки дозволяє враховувати не лише прямі, а й опосередковані зв'язки між внутрішнім нанорівнем та зовнішніми макроекономічними контурами.

Мережевий підхід до ідентифікації сутності бізнес-структури інтерпретує її як децентралізовану систему взаємопов'язаних суб'єктів, архітектура якої базується на стабільних партнерських зв'язках, довірі та інтенсивному обміні знаннями й ресурсами. На відміну від класичних ієрархічних моделей, мережева структура характеризується вищою адаптивністю та здатністю до швидкого реагування на виклики зовнішнього середовища. Фундаментальна суть даного підходу полягає у відмові від жорсткої вертикальної ієрархії на користь сукупності гнучких горизонтальних взаємозв'язків між незалежними, проте стратегічно взаємодіючими учасниками. Основними характеристиками такої системи виступають децентралізація управлінського впливу, взаємозалежність між учасниками, а також відкритість, що стимулює інноваційну активність через вільну дифузію інформації. При цьому мережеві відносини дозволяють досягати синергетичного ефекту в межах стратегічних альянсів, кластерів та спільних інноваційних проєктів, суттєво знижуючи рівень трансакційних витрат порівняно з традиційними структурами [74;179].

У наукових дискурсах мережеві форми часто позиціонуються як ефективна альтернатива ринку та ієрархії, що дозволяє визначати бізнес-структуру як специфічну «мережу взаємних зобов'язань» [179]. Подальша формалізація цього підходу привела до розробки методичного інструментарію визначення оптимальної мережевої бізнес-моделі підприємства з урахуванням потенціалу його інтегрованого функціонування. Це дозволяє структурувати компоненти мережевої моделі в процесі інтегрованого розвитку бізнес-структури та науково обґрунтувати методику її формування як цілісного механізму [74].

Цифровий підхід до ідентифікації бізнес-структури передбачає її розгляд як динамічної системи, у якій цифрові технології виступають фундаментальним драйвером трансформацій. У межах цього підходу цифровізація детермінує

формування новітніх бізнес-моделей (платформ, сервісів, екосистем) та спричиняє глибокі функціональні зміни, пов'язані з автоматизацією, інтеграцією даних та впровадженням систем оперативного управління. Важливою складовою цифрового підходу є становлення специфічної інноваційної культури, що базується на принципах Agile, розробці мінімально життєздатних продуктів (MVP) та постійному експериментуванні, а також використанні цифрових індексів і «дорожніх карт» для оцінки та адаптації стратегічного курсу.

Зокрема, аналіз кейсів успішної цифрової трансформації дозволяє акцентувати увагу на системних змінах бізнес-моделі, внутрішньої структури та процесів, що в сукупності формують нову конкурентну стратегію в епоху інновацій [79]. Цифровізація не лише трансформує традиційні архітектурні засади бізнесу, а й актуалізує такі критичні властивості системи, як гнучкість, адаптивність та здатність до експрес-реагування на ринкові флуктуації. Таким чином, цифровий підхід до визначення категорії «бізнес-структура» розглядається через призму глибокої інтеграції цифрових технологій у стратегічне та організаційне ядро компанії, що дозволяє системі еволюціонувати відповідно до викликів глобального інформаційного середовища [219].

Узагальнення результатів аналізу ключових підходів до ідентифікації бізнес-структур дозволило систематизувати їхній змістовний базис у таблиці В.1 (додаток В).

Синтезуючи результати критичного аналізу існуючих підходів та враховуючи трансформацію економічних відносин у цифровому середовищі, під бізнес-структурою пропонуємо розуміти: динамічну, багаторівневу соціально-економічну систему, архітектура якої детермінована взаємодією когнітивного нанорівня (інтелектуального ядра прийняття рішень) з внутрішніми та зовнішніми контурами (мікро-, мезо-, макро- та глобальним рівнями), що функціонує як цілісний механізм трансформації ресурсів та знань у ринкову цінність в умовах високої ентропії середовища.

Запропоноване визначення повністю узгоджується з результатами дослідження [1], де обґрунтовано необхідність чіткого розмежування понять

«підприємство» та «бізнес-структура» як з теоретичних, так і з прикладних позицій. У межах такого підходу підприємство розглядається як базова господарська одиниця (юридично-правовий аспект), тоді як бізнес-структура постає як складна інтегрована система з багаторівневим управлінням, стратегічними функціями та адаптивною архітектурою, що здатна до саморозвитку та трансформації під впливом інтелектуального капіталу.

Такий підхід дозволяє вийти за межі традиційного розгляду організації як набору функцій, акцентуючи увагу на ієрархічній взаємозалежності рівнів управління та пріоритетності інтелектуального ядра в ініціації процесів розвитку.

Подальша декомпозиція об'єкта дослідження потребує звернення до класифікації бізнес-структур за типами організації управління, що мають фундаментальне значення для визначення траєкторій їхнього розвитку.

У межах унітарної системи організації найчастіше виділяють функціональну структуру, де управління сконцентроване навколо ключових сфер діяльності (виробництво, маркетинг, фінанси, персонал), лінійну структуру як класичну модель із моноцентричним прийняттям рішень, що притаманна переважно малим та середнім суб'єктам господарювання, а також лінійно-функціональну (штабну) структуру, яка поєднує централізоване керівництво з експертною підтримкою допоміжних служб [149;175].

Аналіз наведених даних дозволяє говорити про те, що унітарна структура управління є стабільною, централізованою моделлю, орієнтованою на функціональний розподіл підпорядкування та контроль з єдиного центру. Вона є характерною для організацій, яким притаманні висока стандартизація, жорсткий контроль та діяльність без потреби у надмірній автономії підрозділів.

Бізнес-структури дивізійного типу організації управління (multidivision, M-form) характеризуються тим, що підприємство поділяється на окремі дивізіони (підрозділи), кожен з яких відповідає за певний продукт, ринок чи географічний регіон. Ключовими ознаками таких бізнес-структур є [121]:

- автономність підрозділів (кожен дивізіон має власні функціональні

служби (виробництво, маркетинг, фінанси) і певну незалежність у прийнятті операційних рішень);

- централізоване стратегічне управління (хоча дивізіони автономні в операційній діяльності, стратегічне планування і контроль залишаються на рівні головної компанії);

- фокус на результат (кожен дивізіон оцінюється за прибутковістю або ефективністю своєї діяльності);

- масштабованість (структура є оптимальною для великих підприємств з багатьма продуктами, ринками чи регіональними підрозділами).

Прикладами дивізійних структур у світовій бізнес-практиці є такі транснаціональні корпорації, як General Electric, Siemens, Nestlé, Procter & Gamble та інші, чий досвід підтверджує життєздатність даної моделі в умовах глобальної експансії.

Отже, дивізійна організаційна структура демонструє високу ефективність для великих підприємств, що характеризуються значною продуктовою диверсифікацією або розгалуженою географією присутності. Така архітектура дозволяє забезпечити необхідну гнучкість управління, підвищити швидкість прийняття рішень та покращити адаптацію до динамічних змін у зовнішньому середовищі. Водночас, для її результативного функціонування критично важливим є підтримання належного рівня координації між автономними дивізіонами та збереження монолітного стратегічного управління на рівні головної компанії [121].

Окрему категорію становлять бізнес-структури, яким притаманний матричний тип управління. Ця модель синтезує переваги функціональної та дивізійної організації, створюючи складну систему подвійного підпорядкування. Матрична структура впроваджується у випадках, коли підприємство одночасно реалізує декілька високотехнологічних або стратегічно важливих напрямів діяльності (наприклад, інноваційні проєкти, міжнародні програми), що вимагає ефективного розподілу управлінського впливу між функціональними керівниками та керівниками відповідних проєктів [107, 136].

При цьому в [95] підкреслюється, що ефективність матричних структур критично залежить не лише від формальної схеми підпорядкування, а й від відповідної корпоративної культури, що стимулює горизонтальну взаємодію. Водночас у [107] автори доводять, що матричні моделі є найбільш адекватними для інноваційних, динамічних середовищ, де швидкість обміну знаннями є визначальним чинником конкурентоспроможності. Отже, матричний тип бізнес-структури є характерним для великих компаній, які оперують у високотехнологічних галузях, ведуть активну міжнародну діяльність або реалізують масштабні наукомісткі проекти (зокрема, ІТ-компанії, фармацевтичні корпорації, провідні консалтингові агентства) [101].

Окремим вектором еволюції є органічна бізнес-структура, що виникає у наддинамічному середовищі, де ключового значення набувають гнучкість, швидкість реакції та креативний потенціал персоналу. На відміну від консервативних унітарних чи дивізійних моделей, органічна структура характеризується мінімальним рівнем жорсткої ієрархії та формалізації процесів [107]. Її ключові характеристики, що відображають здатність до самоорганізації, наведені в таблиці В.2 (додаток В).

При цьому в дослідженні [107] автори підкреслюють, що органічний тип підходить для динамічного та інноваційного середовища. Саме тому в якості прикладів органічних бізнес-структур доречно наводити сучасні ІТ-компанії та стартапи, яким, замість класичної ієрархії притаманні крос-функціональні команди та науково-дослідні організації, в яких інновації потребують свободи дій та горизонтальної взаємодії.

Крім того, дослідження [122] показує, що органічні структури більш ефективні у мінливих, складних умовах, що пояснює важливість органічних структур для гнучких компаній, що працюють у турбулентному середовищі.

Ще однією перспективною формою організації бізнес-структур є мережева, архітектура якої ґрунтується на домінуванні горизонтальних зв'язків між відносно незалежними підрозділами, окремими компаніями або стратегічними партнерами, що інтегровані у єдину систему задля досягнення

спільної мети. Специфіка мережевої моделі полягає у зміщенні акцентів з адміністративного контролю на координацію та синергію між вузлами системи.

Глибока рефлексія переваг та системних обмежень мережевих структур, представлена в роботі [166], слугувала підґрунтям для систематизації їхніх атрибутивних характеристик (таблиця В.3, додаток В).

Зокрема, гнучкість формування зв'язків та відкритість до обміну ресурсами дозволяють мережевим бізнес-структурам ефективно функціонувати в умовах глобальної турбулентності, трансформуючи традиційні межі організації в адаптивні економічні контури.

Емпіричним підтвердженням життєздатності мережевих моделей є досвід таких лідерів глобального ринку, як компанія Nike, архітектура якої передбачає мінімізацію власних виробничих потужностей на користь розгалуженої системи партнерських взаємодій; корпорація Apple, де стратегічний фокус на проектування та управління життєздатністю продуктів поєднується з делегуванням виробничих функцій мережі контрагентів (зокрема, Foxconn); а також компанія Spotify, чия внутрішня діяльність організована через децентралізовану мережу автономних малих команд.

Таким чином, результати аналізу дозволяють погодитись з висновками [181] щодо того, що мережева бізнес-структура є оптимальною для глобальних гравців, інноваційно-орієнтованих проєктів та організацій, що функціонують у середовищах із високим ступенем турбулентності.

Резюмуючи проведений морфологічний огляд, у таблиці В.4 (додаток 4) представлено результати порівняльного аналізу та узагальнення сильних і слабких сторін розглянутих типів бізнес-структур (унітарних, дивізійних, матричних, органічних та мережевих).

Розмаїття типів бізнес-структур та специфіка їх функціонування (таблиця В4, додаток В) визначають необхідність поглибленого аналізу факторів, що детермінують вибір конкретної організаційної моделі при реалізації бізнес-діяльності.

Згідно з результатами сучасних досліджень [167;132], архітектура бізнес-

структури перебуває у прямій залежності від наступних ключових факторів:

- розмір компанії: масштабування діяльності неминуче призводить до зростання складності структури та потреби у багаторівневій координації;
- сфера діяльності: галузі з високою інтенсивністю інновацій природним чином тяжіють до впровадження органічних та мережових моделей;
- стратегія: реалізація стратегії диференціації потребує глибокої децентралізації, тоді як стратегія мінімізації витрат часто базується на жорсткій централізації та стандартизації;
- культура організації: цінності відкритості та інноваційності найбільш ефективно реалізуються у матричних та органічних формах управління;
- рівень цифровізації: інтенсивне впровадження цифрових платформ виступає каталізатором переходу від традиційних ієрархій до відкритих екосистемних структур.

Таким чином, категорія «бізнес-структура» постає як багатовимірне поняття, що інтегрує формальні елементи (ієрархія, функціональні підрозділи) та неформальні складові (організаційна культура, внутрішні комунікації). Вона є складною динамічною системою, здатною до цілеспрямованої трансформації відповідно до флуктуацій зовнішнього середовища. Її визначальна роль у механізмах розвитку полягає в тому, що саме структура формує стратегічний «каркас», необхідний для практичної реалізації інновацій, управлінських практик та досягнення довгострокової стійкості.

Розглянемо теоретичні підходи до ідентифікації сутності поняття «розвиток» у контексті функціонування бізнес-структур. У фундаментальному філософському тлумаченні розвиток трактується як неперервний, незворотний і спрямований процес кількісних та якісних змін системи. У межах економічної науки цей термін набуває специфічного змісту, відображаючи як зростання масштабів діяльності, так і поглиблення внутрішніх структурно-функціональних трансформацій [135;188].

Для сучасних бізнес-структур розвиток є багатоаспектною категорією, що охоплює:

- зростання масштабів діяльності – екстенсивне розширення виробничих потужностей, збільшення ринкової частки та активний вихід на нові географічні й галузеві сегменти [188];
- поглиблення внутрішніх трансформацій – якісне удосконалення організаційної архітектури, управлінських процесів і корпоративної культури, що детермінує гнучкість та адаптивність системи [217];
- інноваційний розвиток – безперервне впровадження нових технологій, цифровізацію бізнес-моделей та створення інтелектуальних продуктів як ключового джерела конкурентних переваг [141];
- соціально-екологічний вимір – стратегічний перехід до практик сталого розвитку, впровадження принципів корпоративної соціальної відповідальності та стандартів «зеленої» економіки [214].

При цьому системний розвиток бізнес-структур обов'язково передбачає кореляцію між зміною кількісних параметрів (обсяги реалізації, фінансові результати, чисельність персоналу), зміною якісних параметрів (рівень інноваційності, глибина цифровізації, зрілість культури) та структурними перебудовами (процеси диверсифікації, інтеграції чи реорганізації). Таким чином, розвиток бізнес-структур слід розглядати не просто як економічне зростання, а як комплексну еволюцію системи, що спрямована на підвищення її життєздатності в умовах мінливого середовища.

Як наголошують автори [160], розвиток бізнес-структури обов'язково передбачає стратегічні зміни в її компонентах або трансформацію характеру взаємозалежностей між ними. В умовах високої волатильності середовища підприємства прагнуть оновити та синхронізувати ключові маркери своєї діяльності, де динамічний аспект архітектури бізнес-структури слугує ефективним інструментом фіксації траєкторії її розвитку. Для ідентифікації такої динаміки в науковому дискурсі найчастіше використовуються категорії «інновація», «адаптація» та «еволюція» [217], а також термін «реконфігурація», що акцентує увагу на структурній перебудові системи [204].

Оскільки загальна динаміка бізнес-структури детермінована широким

спектром змін усіх її індикаторів [160], типізація цієї динаміки виключно на основі ступеня змін є методологічно обмеженою. У зв'язку з цим, у дослідженні [172] автори пропонують фокусуватися на режимах (моделях поведінки) функціонування системи, що ініціюють трансформації.

Розвиток бізнес-структури може бути результатом «дослідницької поведінки», спрямованої на виявлення та капіталізацію нових можливостей, що зрештою веде до формування принципово нової структури та бізнес-логіки [160]. На противагу цьому, «експлуататорська поведінка» передбачає розвиток через стратегічне вдосконалення наявних елементів без радикальної зміни фундаментальних засад діяльності [217]. Аналіз здатності компаній до ефективного розвитку через поєднання цих моделей (оновлення vs удосконалення) необхідно здійснювати крізь призму складності системи та її ієрархічної побудови.

Узагальнення сучасних науково-практичних підходів до розуміння розвитку бізнес-структури представлено у додатку Г.

Відповідно до підходу, заснованого на аналізі внутрішніх механізмів трансформації, підприємницькі можливості, що виступають тригерами процесів розвитку [172], ініціюються через низку базових когнітивних механізмів. До них належать аналогове мислення та процеси смислоутворення, що дозволяють адаптувати успішні патерни з інших доменів; екстрагенеративне пізнання та евристика парадоксів, що забезпечують здатність системи функціонувати в умовах суперечливих стратегічних цілей [160], а також специфічна підприємницька логіка та механізми прийняття рішень у ситуаціях високої невизначеності.

Саме ці мікромеханізми формують первинний інтелектуальний імпульс на індивідуальному рівні, який через систему ієрархічних зв'язків трансформується у масштабні системні зміни архітектури бізнес-структури.

Таким чином, «каркас» організації (структура) та «енергія» змін (когнітивні механізми розвитку) перебувають у стані постійної діалектичної взаємодії, визначаючи загальну траєкторію еволюції бізнесу.

Отже, розвиток бізнес-структур слід трактувати не лише як кількісне збільшення масштабів діяльності, а передусім як глибоку трансформацію організаційної форми, внутрішніх процесів та цільових моделей управління. Зокрема, саме обрана організаційна форма виступає ключовим драйвером для інновацій та адаптації [217], визначаючи межі та швидкість реагування системи на виклики динамічного середовища.

У цей же час інтегровані та відкриті інновації [141] і цифровізація стимулюють структурну трансформацію та розвиток, а концепції, які ґрунтуються на ресурсному підході та аналізі динамічних можливостей (RBV) поглиблюють розуміння росту як системного процесу.

Говорячи про процеси розвитку бізнес-структур, відзначимо, що вони являють собою цілеспрямовану та незворотну послідовність трансформацій, які забезпечують перехід системи до вищих рівнів складності та адаптивності. На відміну від простого функціонування, процес розвитку передбачає зміну самої архітектури зв'язків та оновлення внутрішньої логіки прийняття рішень.

З позицій системного підходу, процес розвитку бізнес-структур характеризується такими ключовими ознаками:

- нелінійність та багатовекторність – розвиток не завжди відбувається рівномірно; він може включати періоди кумулятивного накопичення потенціалу та фази радикальної реконфігурації (точки біфуркації);
- емерджентність – поява нових системних властивостей бізнес-структури (наприклад, цифрової зрілості), які не притаманні її окремим підрозділам чи працівникам;
- циклічність – проходження через певні стадії життєвого циклу, де кожна стадія вимагає специфічного набору управлінських інструментів та зміни бізнес-логіки;
- інтелектуалізація – поступове зростання питомої ваги знань та інтелектуальних систем у формуванні доданої вартості та забезпеченні гнучкості «каркасу» організації.

У межах нашого дослідження доцільно виділити такі фундаментальні

характеристики цього процесу:

- ієрархічна детермінованість – імпульс розвитку, що виникає на когнітивному нанорівні (через аналогове мислення та розпізнавання можливостей), проходить крізь мікро- та мезо-рівні, трансформуючись у системні зміни макроструктури;
- стадіальна реконфігурація – процес розвитку поєднує еволюційні фази поступового накопичення знань (експлуататорська поведінка) із революційними фазами радикальної реконфігурації (дослідницька поведінка);
- ентропійна стійкість – розвиток спрямований на зниження внутрішньої ентропії бізнес-структури шляхом підвищення її інтелектуальної місткості та вдосконалення механізмів обробки інформації;
- адаптивна самоорганізація – здатність структури самостійно змінювати конфігурацію ієрархічних та горизонтальних зв'язків у відповідь на флуктуації зовнішнього середовища.

Таким чином, процес розвитку бізнес-структури постає як безперервний цикл «когнітивне розпізнавання – структурна адаптація – системна стабілізація». Це дозволяє розглядати бізнес-структуру не як статичний каркас, а як динамічний організм, життєздатність якого прямо залежить від швидкості та якості проходження цих фаз.

1.3 Формування процесів розвитку бізнес-структур в мінливому середовищі

Сучасний етап функціонування глобальної та національної економік характеризується переходом до стану постійної турбулентності, що докорінно змінює логіку формування процесів розвитку бізнес-структур. У таких умовах мінливість зовнішнього середовища перестає бути епізодичним викликом, стаючи перманентною характеристикою, яка детермінує необхідність переходу від статичних ієрархічних моделей до динамічних адаптивних архітектур. Як було обґрунтовано у попередніх підрозділах, формування розвитку в мінливому

середовищі базується на здатності системи до швидкої реконфігурації свого «каркасу» (структури) під впливом інтелектуальних імпульсів (енергії змін).

Процес формування розвитку в умовах високої ентропії середовища ініціюється на когнітивному нанорівні, де через механізми аналогового мислення та евристику парадоксів відбувається ідентифікація слабких сигналів про майбутні зміни. Саме на цьому етапі виникає «дослідницька поведінка», яка дозволяє бізнес-структурі не просто реагувати на фактичні загрози, а превентивно формувати нові вектори еволюції. При цьому критично важливим є подолання інерційності існуючої структури, що потребує специфічного механізму трансляції індивідуальних когнітивних рішень у системні організаційні трансформації.

Ефективність формування таких процесів безпосередньо залежить від абсорбційної здатності бізнес-структури – її спроможності розпізнавати, засвоювати та комерціалізувати нові знання в умовах дефіциту часу. В мінливому середовищі розвиток перестає бути лінійним накопиченням активів, трансформуючись у складну траєкторію стадіальних реконфігурацій, де кожен крок супроводжується оновленням бізнес-логіки та переглядом мережових взаємодій із зовнішніми партнерами.

В дослідженні [31] наголошується, що сучасне підприємницьке середовище в Україні характеризується поєднанням загальносвітових трендів (динамічні зміни, підвищений рівень конкуренції, глобалізація та технологічні інновації) [20] з унікальними екзогенними викликами. Високий рівень невизначеності, зумовлений воєнними загрозами та радикальною зміною моделей споживчої поведінки, створює умови, за яких традиційні методи стратегічного планування втрачають свою ефективність.

Можна стверджувати [31], що в сучасних умовах ведення бізнесу, яким притаманні висока турбулентність локального і глобального характеру, агресивний вплив цифрової трансформації та геополітичні ризики, особливо актуальним стає питання формування адаптивних механізмів розвитку бізнес-структур. Формування таких процесів у мінливому середовищі потребує

переходу від жорстких ієрархій до гнучких мережових конфігурацій, здатних до миттєвої реконфігурації ресурсів. У цьому контексті «мінливість» виступає не лише як деструктивний фактор, а й як тригер для пошуку нових точок зростання через механізми когнітивного аналізу та цифрову модернізацію управлінських вертикалей.

Аналіз наукового доробку вітчизняних та зарубіжних вчених дозволяє констатувати, що формування процесів розвитку в мінливому середовищі базується на принципах адаптивності та цифровізації.

Так, О. Благодир та О. Лемішківська [6] обґрунтовують, що цифрова трансформація дозволяє підприємствам частково компенсувати втрати фізичної логістики, забезпечуючи домінування на ринку через оптимізацію бізнес-процесів. Гнучкість та технологічна обізнаність у поєднанні із системними рішеннями розглядаються О. Бут-Гусаїм [9] як фундамент інноваційного розвитку в умовах турбулентності.

Сучасні підходи до формування механізмів розвитку все частіше базуються на інтеграції соціальної відповідальності та цифрового розвитку [52], що створює ефект мультиплікації ресурсного потенціалу. В межах адаптивного управління акцент зміщується на роль організаційної культури [70], сценарне планування та проактивні моделі реагування на кризові явища [62;152]. У контексті воєнного стану в Україні критичного значення набувають безпекові механізми, зокрема системи страхування від воєнних ризиків [58;152].

Особливий інтерес для нашого дослідження становить концепція «антикрихкості» [98;210;211], згідно з якою бізнес-структури можуть не лише витримувати кризи, а й використовувати їх як імпульс для зміцнення. Стійкість у такому контексті забезпечується через інноваційну амбідекстерність (здатність одночасно вдосконалювати поточні процеси та шукати нові ніші), технологічні можливості та накопичений запас знань [85].

Систематизація факторів, що визначають формування механізмів розвитку бізнес-структур у мінливому середовищі, дозволяє виокремити три ключові групи:

- макрофактори: економіко-політичний та техніко-екологічний фон діяльності;
- мезофактори: галузева специфіка, регіональні ресурси та інфраструктурні мережі;
- мікрофактори: внутрішні компетенції, ресурсна база та здатність до інновацій.

Слід зауважити, що запропонована декомпозиція факторів (рис. Д1, додаток Д) не суперечить, а деталізує представлену п'ятирівневу структуру середовища бізнес-структури (додаток Б). Вона дозволяє точніше ідентифікувати точки прикладання управлінських впливів при формуванні процесів розвитку, враховуючи багатовимірність та мультиплікативність викликів, з якими стикаються українські підприємства [31].

Функціональна логіка такої моделі розгортається через три взаємопов'язані елементи, що формують цілісну динаміку трансформації системи. Першочергово ідентифікується суворі ієрархія зовнішнього впливу, де домінуючий верхній контур глобальних та макроекономічних детермінант, обтяжений воєнними викликами та інтенсивним цифровим переходом, генерує потужний низхідний тиск, що призводить до об'єктивного звуження «коридору можливостей» для функціонування бізнес-структури.

Цій зовнішній детермінації протиставляється діалектична відповідь, що локалізується в епіцентрі моделі – «ядрі когнітивної ініціації та амбідекстерності». У свою чергу комплекс «Вертикальна індукція та синергія» демонструє, що розвиток починає формуватись на когнітивному нанорівні [160] через механізми аналогового мислення та управлінської амбідекстерності, що згодом трансформується у системні структурні зміни мікрорівневого «каркасу» організації.

Кінцевим етапом даного процесу постає формування емерджентного результату в точці конвергенції всіх ієрархічних рівнів та горизонтальних факторів – процеси розвитку бізнес-структури, де результатом взаємодії екзогенного тиску та ендогенної ініціативи є перехід системи до нової

фундаментальної якості – антикрихкості [210]. Це забезпечує здатність бізнес-структури не лише нівелювати деструктивний вплив хаосу, а й використовувати енергію середовищних шоків як стратегічний ресурс для власного зміцнення та якісної еволюції.

При цьому розвиток як цілеспрямований процес системної активізації детермінується специфічним феноменом просторового ущільнення. У межах такого процесу структурні елементи мега- та макрорівнів глобального підприємницького середовища концентруються у релевантну множину екзогенних макрофакторів, тоді як функціональні складники мікро- та нанорівнів формують гомогенну сукупність ендегенних чинників ініціації механізмів розвитку бізнес-структур у контурі мінливого середовища.

Теоретична валідація та емпірична верифікація існуючих підходів доводять, що саме збалансована інтерференція зазначених факторів виступає базисом адаптивності, конкурентної резильєнтності та стратегічної стійкості суб'єктів господарювання до системних шоків [205]. У контексті прогресуючої стохастичності та кумулятивної швидкості трансформацій середовища критичної актуальності набуває імплементація гібридних управлінських стратегій, архітектура яких передбачає конвергенцію прецизійного ситуативного реагування на екзогенні виклики з парадигмою довгострокового архітектонічного проектування та системного планування.

Вагомим інструментарієм забезпечення системної пластичності в умовах невизначеності постають високотехнологічні ІТ-ресурси [94,162], які підвищують сензитивність організації до зовнішніх сигналів. Важливим доповненням виступають архітепи сталих бізнес-моделей (Sustainable Business Models – SBM), здатні забезпечити стійкість у періоди турбулентності за умови органічного структурування операційної гнучкості з імперативами соціальної відповідальності [104].

Водночас, дескриптивний аналіз інституційних аспектів функціонування ринку виявляє суттєві бар'єри для адаптивної трансформації малого та середнього підприємництва. Зокрема, високий рівень концентрації ресурсного

потенціалу в межах олігархічних конгломератів [151] визначає нерівноправний доступ до фінансових інструментів та ринкових важелів, що суттєво обмежує адаптивний потенціал неафілійованих бізнес-структур у порівнянні з монополізованими сегментами економіки.

Практична площина окресленої проблематики знайшла відображення у звітах Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), де акцентується увага на імперативності підвищення системної стійкості суб'єктів господарювання до деструктивних кризових флуктуацій [132].

Ретроспективний аналіз наукового доробку свідчить, що питання функціонування та розвитку бізнес-структур в умовах невизначеності перебувають у центрі уваги широкого кола вітчизняних та зарубіжних дослідників. Попри значний обсяг напрацювань, у сучасному науковому дискурсі все ще не вироблено консенсусного підходу до інтеграції гетерогенних теоретичних концепцій у цілісну, методологічно завершену модель розвитку складних бізнес-структур.

Як було констатовано раніше, актуальні вектори економічної думки зосереджені на пошуку дієвих механізмів адаптації організаційних систем до турбулентного середовища [31]. Фундаментальний зсув управлінської парадигми на початку ХХІ століття призвів до поступової девальвації традиційних концепцій стратегічного менеджменту [168;178], що базувалися на принципах статичності конкурентних переваг. Натомість відбулася докорінна зміна фокусу у бік забезпечення динамічності та високої пластичності управлінських систем, що знайшло своє наукове обґрунтування у фундаментальних дослідженнях трансформаційної гнучкості бізнесу [65].

Одним із головних векторів сучасного наукового пошуку постає концепція динамічних спроможностей [164], яка постулює здатність організаційних систем до переоцінки ресурсних активів, архітектоніки бізнес-моделей та операційних процесів у відповідь на стохастичні трансформації середовища. Фундаментальна сутність даної парадигми ідентифікується через стратегічну тріаду «sensing–seizing–transforming» (сприйняття, захоплення, реорганізація), що визначає

ефективність стратегічного фреймворку в контексті діджитал-трансформації сучасного бізнесу.

Зокрема, фаза сприйняття (*sensing*) розглядається як когнітивна спроможність організації ідентифікувати латентні можливості та екзогенні загрози, що генеруються у зовнішньому контурі; захоплення (*seizing*) характеризується здатністю до оперативної мобілізації внутрішнього потенціалу для релевантного реагування; тоді як реорганізація (*transforming*) передбачає глибоку реконфігурацію ресурсних потоків та адаптацію бізнес-моделей до нових умов функціонування [142]. Введення цифрової компоненти в дану структуру дозволила авторам [81;156] обґрунтувати процесну модель цифрових динамічних спроможностей (*digital sensing, digital seizing, digital reconfiguring*), де синергія технологічного інструментарію поєднується з феноменом цифрового лідерства та відповідною корпоративною культурою.

Паралельно з цим, у межах інтегрованої управлінської парадигми [183], бізнес-структура ідентифікується як складна відкрита система. Її сталий розвиток інтерпретується як емерджентний результат гармонійної конвергенції стратегічних орієнтирів, операційної досконалості та безперервних інноваційних процесів, що формують цілісний механізм адаптації в умовах мінливості.

Фундаментальний інтерес у контексті дослідження нелінійних процесів розвитку викликає теорія антикрихкості (*antifragility*) [210;211], методологічний базис якої виходить за межі розуміння класичної «резильєнтності» або «стійкості». Дана концепція пропонує модель, за якої бізнес-структура не просто нівелює деструктивні удари зовнішнього середовища, а й екстрагує певну вигоду з флуктуацій хаосу та ситуацій критичної невизначеності. Результати емпіричних досліджень, зокрема у сегменті стартапів, доводять, що акумульований інтелектуальний капітал, надлишкові резервні ресурси та висока абсорбтивна спроможність виступають ключовими предикторами підтримки антикрихкості, що демонструє пряму кореляцію з підсумковими фінансовими індикаторами діяльності. Для вітчизняних підприємств, що функціонують у режимі воєнних викликів, зазначений підхід трансформується у стратегічну домінанту

виживання та самовідновлення [142].

Вагомим чинником інтенсифікації динамічних спроможностей виступають стратегічні альянси, які, згідно з існуючими напрацюваннями [138], дозволяють організаційним системам засвоювати нові знання (*absorptive capacity*), посилюючи власну інноваційну пластичність та адаптивну здатність до структурної трансформації. Паралельно з цим, модель інформаційно-динамічних спроможностей обґрунтовує роль цифрових технологій, зокрема предиктивної аналітики та інструментарію *Big Data*, у фасилітації унікальної здатності суб'єктів управління до евристичної, творчої та високооперативної дії у точках біфуркації та тотальної невизначеності [223].

Додатково підтверджено [215], що стратегічна конвергенція ІТ-гнучкості організації з її загальними динамічними спроможностями є визначальним чинником формування стійкої конкурентоспроможності. При цьому сучасна бізнес-практика [202] демонструє ефективність підходу «*technology invisible*» (технологічна невидимість), що передбачає такий рівень безшовної інтеграції цифрових інструментів у бізнес-процеси, за якого вони забезпечують максимальну швидкість, гнучкість та клієнтоцентричність, не створюючи при цьому додаткових операційних бар'єрів чи інерційних зон.

Аналізуючи вплив ключових детермінант на процеси трансформації бізнес-структур у динамічному середовищі, слід констатувати, що домінантними макрорезидентами в сучасних українських реаліях виступають повномасштабна воєнна агресія та прогресуюча економічна турбулентність. Воєнні ризики екзистенційного характеру радикально деформували функціональні контури вітчизняного підприємництва: результати актуальних досліджень [152;209] верифікують масовий характер вимушеної релокації виробничих потужностей, необхідність інкрементної реконфігурації логістичних ланцюгів та одночасну диверсифікацію ринків збуту в умовах високої невизначеності.

Суттєвим обтяжуючим чинником постає системна економічна нестабільність, яка знаходить свій прояв у критичних флуктуаціях валютних курсів, кумулятивних інфляційних ризиках та суттєвому погіршенню

платоспроможного попиту населення. Водночас, у специфічних умовах олігархізованої архітектури національної економіки, суб'єкти господарювання перманентно стикаються з критичною проблемою асиметрії доступу до стратегічних ресурсів та дискримінаційними умовами конкурентної боротьби [104], що суттєво девальвує їхній адаптивний потенціал та створює додаткові інституційні бар'єри на шляху до антикрихкого розвитку.

Аналізуючи особливості формування підприємницького середовища в Україні, слід відзначити, що до початку гібридної фази російської агресії у 2014 році було реалізовано низку вагомих заходів, спрямованих на його системний розвиток. Результати реформування регуляторної політики суттєво покращили сприйняття української юрисдикції на глобальному рівні, що безпосередньо відбилося на позиціях країни у провідних міжнародних рейтингах.

Цей етап став періодом накопичення інституційної міцності, яка згодом виступила демпфером під час подальшої дестабілізації. Проте воєнна агресія, що розпочалася у 2014 році, різко змінила траєкторію цього розвитку, спричинивши зникнення близько 14% малих та середніх підприємств і втрату 20% самозайнятого населення [92]. Таким чином, позитивна динаміка реформ була перервана екзогенним шоком, який трансформував завдання бізнес-структур від стратегічного зростання до виживання та адаптації.

Конфліктні події та масштабні зовнішньополітичні шоки спричинили фундаментальну трансформацію середовища функціонування бізнес-структур в Україні, змусивши їх до переходу в режим радикальної адаптації. Згідно з даними [124], лише за першу половину 2022 року вітчизняна економіка зазнала скорочення активності на 29 %. Таке стрімке падіння було зумовлене кумулятивним ефектом від руйнування критичної інфраструктури, окупації територій та масштабного переміщення ресурсів і виробничих систем. У відповідь на ці виклики підприємства продемонстрували високий рівень операційної гнучкості: стратегічна релокація потужностей, диверсифікація логістичних маршрутів та переорієнтація на потреби оборонного сектору стали тими механізмами, що дозволили стабілізувати виробничу діяльність у

критичних умовах.

Зокрема, наявні статистичні дані [33] показують (рис. Е.1, додаток Е), що станом на травень 2023 року частка підприємств, які повністю зупинили свою діяльність була найвищою у Луганській (33,3%), Донецькій (12,5%) та Запорізькій областях (7,1%), майже зупинили діяльність – у Херсонській (близька 100%), Запорізькій (28,6%) та Донецькій (25%) областях. Частка підприємств, діяльність яких практично не змінилась, була найвищою у Хмельницькій (60%), Львівській (50%), Тернопільській (50%), Житомирській (40%) та Чернігівській (40%) областях. У цей же час спостерігались позитивні тенденції по зростанню обсягу робіт у Тернопільській (50%) та Запорізькій (7,1%) областях.

Ще одним показником відновлення підприємницького середовища в Україні (рис. Е.2, додаток Е) можна вважати те, що у 2023 році відкрилося більш як 300 тис. нових ФОП та майже 40 тис. компаній, а найбільше зростання кількості яких спостерігалось у Києві (43106 од.), Дніпропетровській (27279 од.), Львівській (23517 од.), Київській (22682 од.), Харківській (21059 од.) та Одеській (20510 од.) областях. Основними сферами ФОП були роздрібна та оптова торгівля, ІТ-сектор, надання індивідуальних послуг (зокрема, сфера краси) та сегмент HoReCa (забезпечення стравами та напоями) [13]. Така концентрація свідчить про реалізацію стратегії «операційної мобільності» – здатності мікробізнесу швидко відновлювати роботу в нових локаціях та адаптуватися до змін локального попиту, зокрема в регіонах з високою концентрацією внутрішньо переміщених осіб.

Для компаній (юридичних осіб) пріоритет був зміщений в бік оптової торгівлі, надання соціальної допомоги та активної участі у діяльності громадських організацій. Це вказує на процес «інституційної конвергенції», де бізнес-структури інтегруються у соціальну інфраструктуру країни, поєднуючи комерційні цілі з функціями підтримки національної стійкості [13].

Додатковим індикатором адаптивності вітчизняного бізнес-середовища є ретроспективний аналіз Індексу інвестиційної привабливості України (рис. Ж.1,

додаток Є). Траєкторія даного показника чітко детермінована впливом критичних екзогенних викликів: спочатку гібридною фазою російської агресії у 2014 році (реcesія 2014 року), глобальною пандемією (реcesія 2020 року), а згодом – повномасштабною воєнною агресією (з 2022 року).

При цьому після різких негативних флуктуацій у 2016, 2020 та 2022 роках зафіксовано висхідний тренд. Зокрема, після зниження у 2022 році річного інтегрального показника до граничного значення 2,31 бала, у 2023 році індекс зріс до позначки 2,44 бала (за 5-бальною шкалою). Таке зростання свідчить про вихід бізнес-клімату на нейтральний рівень. У 2025 році індекс зріс до 2,70 бала з 5 можливих, демонструючи поступове відновлення до довоєнного рівня 2021 року, що за умов триваючої військової ескалації є безпрецедентним явищем.

Фундаментальним чинником стабілізації підприємницького макросередовища у 2023 році стала реалізація масштабних програм державної підтримки, спрямованих на подолання дефіциту ліквідності суб'єктів господарювання. Ключовим інструментом виступила програма «Доступні кредити 5-7-9%», у межах якої було видано 25,4 тисячі кредитів на загальну суму 97 млрд грн. Аналіз цільового призначення залучених фінансових ресурсів із урахуванням усіх джерел кредитування дозволяє ідентифікувати пріоритетні вектори адаптації бізнесу, де найвищий обсяг фінансування було спрямовано на антикризові цілі (60 млрд грн) та нейтралізацію антивоєнних викликів (54 млрд грн). Вагому частку також склало поповнення оборотного капіталу (47,8 млрд грн) та рефінансування існуючих заборгованостей (28 млрд грн), що дозволило попередити масові дефолти бізнес-структур. При цьому інвестиційні цілі акумулювали 22,2 млрд грн, що свідчить про збереження потенціалу до модернізації навіть у періоди високої турбулентності. Галузева детермінація кредитування підкреслює стратегічне значення секторів, що забезпечують економічну безпеку держави, оскільки лідируючі позиції посіло сільське господарство (49%), за яким слідують оптова та роздрібна торгівля (26%) і переробна промисловість (16%) [76]. Така структура розподілу ресурсів підтверджує, що державне регулювання виконує функцію фінансового

амортизатора, сприяючи формуванню антикрихкості бізнес-структур через синергію внутрішньої адаптивності та зовнішньої інституційної підтримки.

Поряд із позитивними інвестиційними трендами, критичним детермінантом стану бізнес-середовища залишається фіскальна політика, динаміка якої у 2023–2024 роках вказує на посилення інституційних бар'єрів. Так, оцінка підприємцями податкової системи продемонструвала рецесію з 2,97 бала у 2022 році до 2,85 бала у 2023 році (за п'ятибальною шкалою Податкового індексу) [75]. Загальна динаміка цього показника, представлена на рисунку Ж.2 (додаток Ж), відображає подальший негативний тренд у 2024 році, коли індекс знизився до позначки 2,64 бала. Системний характер погіршення умов господарювання підтверджується деградацією субкомпонентів індексу: оцінка якості податкового обслуговування скоротилася до 2,79 бала порівняно з 3,03 бала у 2023 році, а показник фіскального тиску зазнав суттєвого падіння з 3,07 до 2,7 бала у 2024 році [75]. Такі тенденції свідчать про наростання напруженості у відносинах між державою та бізнес-структурами, що за умов тривалої воєнної дестабілізації може виступати деструктивним чинником, який нівелює ефект від фінансових програм підтримки та уповільнює формування механізмів антикрихкості підприємницького середовища в Україні. При цьому цю тенденцію у 2025 році дещо компенсує зростання Податкового індексу України до рівня 2,94 бала.

Локальна динаміка факторів, які в межах підприємницького середовища можна вважати основними перешкодами підприємництва у воєнний час, наведена на рисунку К.1 (додаток К). При цьому, в умовах таких викликів для ведення бізнесу у воєнний час, як нестабільність попиту, брак кадрів і фінансування, перебої з електро-, водо- та теплопостачанням, зростання цін на товари [58] (рисунок К.1, додаток К), суттєва частка українських підприємств вважала державну або міжнародну допомогу критичною для виживання.

Отже, сукупність макроекономічних шоків, спричинених воєнними діями та енергетичною дестабілізацією, зумовила системну деструкцію бізнес-середовища, що виявилось у скороченні популяції суб'єктів малого та середнього

підприємництва.

Проте екстремальність умов функціонування ініціювала процеси адаптивної трансформації: через механізми релокації, поглиблену цифровізацію та інтеграцію міжнародної допомоги формується принципово нова інституційно-технологічна платформа. Це свідчить про перехід від стратегій виживання до розбудови потенціалу розвитку на засадах антикрихкості

При цьому, при відсутності системного характеру цього тренду, зазначена тенденція може формувати специфічну інституційну пастку: низька інтенсивність репродукційних процесів у бізнес-структурах виступає ключовим обмежувальним детермінантом макроекономічної стабілізації. Це актуалізує необхідність переходу від реактивного управління до проактивних моделей.

Систематизацію деструктивного впливу макроекономічних чинників мінливого підприємницького середовища на функціонування вітчизняних бізнес-структур у сучасних реаліях узагальнено в таблиці К.1 (додаток К).

Аналіз ключових викликів для українського бізнесу в часовому горизонті 2025 року дозволяє констатувати [39,40], що домінуючими проблемами залишаються дефіцит кваліфікованих кадрів, суттєве зниження купівельної спроможності населення, депресивність споживчого попиту та кумулятивний ефект емоційного вигорання людського капіталу.

Підтвердженням глибини зазначених трансформацій є результати дослідження [34], де на основі методів кореляційно-регресійного аналізу було побудовано адекватну економіко-математичну модель. Даний інструментарій дозволив кількісно оцінити щільність зв'язків між індикаторами соціально-економічного розвитку України та інтенсивністю міграційних процесів, що верифікується наявною статистичною базою [40,209].

У контексті аналізу факторів мезорівня особливої актуальності набуває екосистемний підхід. У сучасних наукових дискусіях бізнес-екосистеми дедалі частіше розглядаються як мультиплексні структури, що інтегрують підприємницькі ініціативи, інфраструктурні елементи, інституційні обмеження та когнітивний капітал (знання).

Аналіз вітчизняного досвіду свідчить, що українські бізнес-екосистеми перебувають на етапі інтенсивної трансформації та асинхронної еволюції. Специфічною рисою національного ландшафту є домінування ІТ-кластерів, агропромислових об'єднань, а також локальних партнерств МСБ та регіональних інноваційних платформ. Проте для більшості з них характерна висока ступінь фрагментарності, дефіцит інституційної конвергенції та обмежена здатність до масштабування. Попри ці системні недоліки, вони володіють значним потенціалом розвитку, реалізація якого можлива через форсовану діджиталізацію та впровадження нових стратегій мережевої кооперації [16].

Додатковим аргументом на користь екосистемного розвитку є результати дослідження [87], де модернізація стартап-екосистеми визначається як критичний стимул для реанімації науково-технічного потенціалу України в умовах безпрецедентних людських та інфраструктурних втрат. Автори наголошують, що адаптація успішних кейсів Східної Європи може стати фундаментом для ревіталізації вітчизняної науки та технологій у постконфліктний період. При цьому ключовими детермінантами побудови сталої екосистеми виступають інституційні преференції, культивування підприємницького мислення, активне залучення інвестиційного капіталу та модернізація інформаційно-комунікаційного простору.

Як обґрунтовано у дослідженні [153], системна інституційна трансформація виступає фундаментальним детермінантом розвитку бізнес-структур. Реалізація реформ у банківському, адміністративному та судовому секторах, а також активізація антикорупційних заходів формують необхідні прекурсори для покращення інвестиційного клімату. Проте критичною проблемою залишаються слабкі механізми імплементації прийнятих рішень, що суттєво нівелює їхню потенційну ефективність. Системні бар'єри – надмірна адміністративна інерційність, обмежена інклюзивність фінансового ринку та значна частка тіньового сектору – залишаються рестриктивними чинниками, що стримують розвиток підприємницької ініціативи.

Водночас, інтеграція технологій e-Governance у процеси повоєнної

реконструкції сприяє підвищенню прозорості процедур, забезпечує спрощений доступ до державних сервісів та створює цифровий фундамент для інноваційного розвитку бізнес-структур і національної економіки загалом.

Резюмуючи аналіз факторів впливу, можна стверджувати, що:

- екосистемні фактори зумовлюють необхідність розбудови інтегрованих структур (технопарків, стартап-кластерів), здатних забезпечити синергію між наукою та бізнесом;
- інституційні трансформації визначають архітектуру «правил гри», де якість нормативного регулювання та доступність фінансових ресурсів детермінують адаптивні можливості бізнесу;
- інноваційні фактори стають ключовим вектором розвитку в межах сучасної економічної кон'юнктури України, де стартапи трансформуються у стратегічні драйвери забезпечення стійкості та сталого зростання.

У межах ідентифікації факторів мікрорівня ключову роль відведено внутрішнім ресурсам, управлінським компетенціям, організаційній культурі та архітектурі бізнес-процесів, що сукупно визначають адаптивний потенціал підприємства у динамічному середовищі. Особливої ваги набуває синергетична інтеграція людського капіталу, стратегічного лідерства та інноваційно-орієнтованої культури, що є критичним підґрунтям для забезпечення сталого розвитку бізнес-структур [192].

Емпіричні дані підтверджують, що цифрова грамотність керівництва виступає потужним фасилітатором цифрової трансформації, суттєво підвищуючи ймовірність її успішної реалізації в сегменті малого та середнього підприємництва [120]. Результати новітніх досліджень [120;203] вказують на пряму кореляцію між розвиненими цифровими спроможностями організацій та рівнем їхньої резильєнтності й продуктивності в умовах перманентних криз.

Фундаментальним мікрофактором антикрихкості виступає корпоративна культура, яка детермінує не лише внутрішньоорганізаційний клімат, а й спроможність системи до колективного навчання, оперативного прийняття рішень та мобілізації обмежених ресурсів. Як засвідчив досвід пандемії COVID-

19 [203], екзогенні шоки стають каталізатором трансформації корпоративних цінностей у напрямі більшої гнучкості та впровадження гібридних моделей дистанційної колаборації.

Концептуальним базисом зазначених процесів є теорія «організаційної резильєнтності» [123], згідно з якою життєздатність бізнес-структури трактується як комплексна динамічна спроможність до передбачення, адаптації та навчання. У межах даної моделі корпоративна культура функціонує як основний медіаторний канал, через який реалізуються ці стратегічні здатності

Доповненням до зазначеної концепції є результати дослідження [193], у якому ідентифіковано варіативні «траєкторії резильєнтності» організацій: від радикальної інноваційної адаптації до інкрементального нарощування операційної стабільності. Ключовим висновком автора є те, що культура відкритості та безперервного навчання виступає потужним акселератором відновлення бізнес-структур після кумулятивних кризових шоків.

Організації, що володіють розвиненою цифровою інфраструктурою та високим рівнем внутрішньої координації, демонструють вищу предикативну здатність до адаптації.

У цьому контексті цифрова трансформація розглядається не лише як технологічний апгрейд, а як інструмент посилення організаційної резильєнтності, що мінімізує вразливість бізнес-структур до деструктивних зовнішніх збурень.

Для вітчизняних підприємств зазначений аспект набуває критичного значення, оскільки господарська діяльність здійснюється в умовах полікризовості – одночасного впливу безпекових, політичних та економічних викликів. Відтак, внутрішня гнучкість у поєднанні з якісними ресурсами (інтегровані ІТ-системи, кваліфікований людський капітал, адаптивні управлінські практики) формують «ядро життєздатності», що є передумовою сталого розвитку.

Вищевикладене підтверджує гіпотезу про те, що фактори мікрорівня ініціюють компенсаторні процеси, здатні ефективно нейтралізувати зовнішні

ризика (таблиця К.2, додаток К).

В умовах посилення глобальних викликів (кліматичні зміни, соціальна асиметрія) соціально-екологічні чинники набувають стратегічної ваги для довгострокової життєздатності бізнес-структур. Концепція екологічної відповідальності, соціальної справедливості та прозорого врядування (ESG) трансформується з площини етичних преференцій у площину домінантних стимулів розвитку. Як засвідчують результати метааналізу [143], впровадження екологічних інновацій генерує суттєвий позитивний вплив на операційну ефективність підприємств, що є особливо релевантним для економік перехідного типу.

Результати дослідження [159] ілюструють складний детермінований зв'язок між розвитком «зеленого» фінансування, рівнем економічної невизначеності та показниками ESG. Зокрема, міжнародний досвід підтверджує ефективність політики «зеленого кредитування» як інструменту стимулювання екологічної відповідальності. Крім того, компанії з високими ESG-рейтингами демонструють вищий рівень фінансової ліквідності, що забезпечується жорсткими механізмами внутрішнього контролю.

У сучасному турбулентному середовищі фундаментальним фасилітатором адаптивності стає цифровізація. У роботі [2] доведено, що цифрова трансформація суттєво посилює організаційну резильєнтність через інтенсифікацію інноваційного потенціалу та стратегічної гнучкості. Поєднання технологічної модернізації із внутрішньою стійкістю дозволяє малому та середньому підприємництву ефективніше нівелювати наслідки кризових шоків.

Резюмуючи, можна стверджувати, що мікрофактори формують базис адаптивності бізнес-структури, інтегруючи ресурсні активи, управлінський капітал та організаційну культуру.

При цьому імперативною умовою адаптації виступають цифрові детермінанти: масштабування автоматизації, впровадження систем штучного інтелекту, хмарних обчислень та зміцнення архітектури кіберзахисту [225]. Одночасно з цим, соціально-екологічні фактори (ESG) визначають межі

довгострокової стійкості та відкривають доступ до глобальних ринків капіталу.

У межах системної парадигми розвиток бізнес-структур у турбулентному середовищі розглядається як результат суперпозиції та синергетичної взаємодії факторів трьох ієрархічних рівнів. Згідно з положеннями загальної теорії систем, жоден детермінант не володіє монопольною здатністю визначати вектор розвитку; лише їхня конфігурація та емерджентна синергія формують передумови для стратегічної стійкості та довгострокового зростання [213].

Такий підхід дозволяє трактувати формування збалансованої бізнес-структури як процес досягнення динамічної рівноваги, де деструктивні імпульси макросередовища нівелюються за рахунок адаптивного потенціалу мікрорівня та інституційної підтримки мезоекосистем.

1.4 Трансформація бізнес-структур в умовах цифровізації: економіко-технологічний та соціотехнічний аспекти

У межах сучасного економічного дискурсу концептуалізація штучного інтелекту (ШІ) як специфічного економічного ресурсу актуалізує перегляд класичних теорій факторів виробництва [47]. На відміну від традиційних детермінантів (праця, капітал, земля), ШІ демонструє ознаки «автономного інтелектуального капіталу», здатного до самовдосконалення через механізми машинного навчання (Machine Learning). У фундаментальних працях [82;84] обґрунтовано трактування штучного інтелекту як «мета-ресурсу», який не лише заміщує рутинні людські функції, а й радикально інтенсифікує продуктивність інших факторів виробництва. Це досягається шляхом нівелювання інформаційної асиметрії та оптимізації управлінських циклів, що зумовлює глибоку реконфігурацію соціотехнічних систем та трансформацію архітектури бізнес-структур.

Економічна цінність ШІ в умовах високої волатильності середовища полягає у здатності до конверсії масивів неструктурованих даних (Big Data) у стратегічний актив. Згідно з дослідженнями [118], інтеграція технологій ШІ

дозволяє бізнес-структурам формувати цифрову резильєнтність, за якої ресурсна база підприємства набуває здатності до проактивної адаптації. У цьому контексті ІІІ виступає як ендогенний фактор економічного зростання: його імплементація генерує позитивні екстерналії, а експоненціальне накопичення знань всередині системи забезпечує ефект зростаючої віддачі.

Дана теза знаходить підтвердження у роботах [31], де ІІІ ідентифікується як інновація загального призначення (General Purpose Technology), що фундаментально змінює парадигму економічних відносин

З позицій ресурсної концепції (Resource-Based View), штучний інтелект ідентифікується як стратегічний актив, що відповідає критеріям унікальності, цінності та складності реплікації. У дослідженні [82] акцентується увага на тому, що в умовах цифрової трансформації бізнес-структур саме когнітивні можливості ІІІ формують фундамент для генерування стійких конкурентних переваг.

Концептуалізація ІІІ як економічного ресурсу передбачає його значну роль у мінімізації трансакційних витрат. Автоматизація когнітивних функцій дозволяє підприємствам радикально оптимізувати витрати на пошук релевантної інформації, верифікацію контрагентів та моніторинг виконання контрактних зобов'язань, що є критично важливим у волатильному ринковому середовищі [88]. Таким чином, ІІІ інтегрується в архітектуру бізнес-процесів, створюючи передумови для переходу до інтелектуально-міських моделей господарювання.

Імплементація ІІІ зумовлює трансформацію традиційних ієрархічних структур у складні соціотехнічні системи, де технологічний та людський компоненти функціонують у режимі синергетичної колаборації. Відповідно до підходів [118], цей процес не є лінійною заміною живої праці, а являє собою глибоку реконфігурацію професійних ролей. У мінливому середовищі людський капітал переорієнтується з виконання рутинних операцій на стратегічне управління інтелектуальними системами, де ключовими компетенціями стають критичне мислення та етична експертиза.

Адаптація технологій ІІІ трансформує динаміку прийняття рішень,

формуючи середовище доповненого інтелекту (Augmented Intelligence). Як зазначено у праці [223], у межах таких структур ШІ реалізує функцію предиктивного аналізу великих масивів даних, тоді як людина зберігає пріоритет на контекстуальне розуміння та креативну детермінацію у нестандартних ситуаціях. Такий функціональний розподіл дозволяє бізнес-структурам досягати високого рівня операційної гнучкості: когнітивні технології забезпечують швидкість реакції, а людський капітал – адаптивність до ціннісних та соціокультурних трансформацій ринку

Аналіз, проведений у дослідженні [88], дає підстави стверджувати, що успішність трансформації соціотехнічної системи безпосередньо корелює з рівнем цифрової грамотності персоналу. Резистентність до змін у бізнес-структурах часто зумовлена страхом «технологічного безробіття», що актуалізує стратегічну адаптацію через концепцію навчання впродовж життя (Lifelong Learning). Бізнес-структури, які функціонують у турбулентному середовищі, змушені інвестувати у процеси перекваліфікації (reskilling), трансформуючи працівників у операторів інтелектуальних систем та аналітиків, здатних до верифікації та інтерпретації алгоритмічних висновків.

У праці [82] акцентується увага на зміні парадигми лідерства: управління в умовах мінливості вимагає від менеджменту формування диференційованої довіри між людиною та ШІ, що стає критичним детермінантом організаційної стійкості. Етичні імперативи використання алгоритмів, транспарентність прийняття рішень та індивідуальна відповідальність за результати ШІ-моделювання стають невід’ємними компонентами професійної діяльності. Соціотехнічна трансформація веде до розбудови «інтелектуального підприємства», де людський капітал виступає стратегічним архітектором когнітивного ландшафту організації.

Дослідження впливу ШІ на корпоративну культуру засвідчує її трансформацію з консервативного механізму стабілізації у динамічну інноваційну платформу [46]. Інтеграція когнітивних технологій вимагає переходу до data-driven culture, де об’єктивні аналітичні індикатори домінують над

суб'єктивною ієрархічною думкою. Це стимулює впровадження меритократичних моделей управління, де цінність фахівця визначається його здатністю трансформувати технологічні інсайти у ринкові преференції.

Важливим аспектом є ревізія «психологічного контракту» між організацією та працівником [82], що зумовлює потребу у формуванні цифрової довіри. Корпоративна культура повинна адаптуватися до ролі ІІІ як повноправного суб'єкта робочих процесів. Це вимагає від менеджменту забезпечення високого рівня алгоритмічної прозорості задля нівелювання відчуження персоналу та запобігання деструктивному стресу.

У контексті мінливого середовища [88] ІІІ виступає каталізатором культури безперервних експериментів. Можливість швидкого А/В тестування управлінських гіпотез зміщує організаційну парадигму від «уникнення помилок» до стратегії «швидкого навчання» (fail-fast culture). Це має критичне значення для виживання в турбулентних умовах, дозволяючи мінімізувати вартість хибних стратегічних кроків.

Етичний вимір корпоративної культури також зазнає докорінних змін [223]. Адаптація ІІІ ставить перед компаніями виклики щодо відповідальності за рішення, делеговані машині. Формування етичних кодексів взаємодії з ІІІ стає невід'ємною частиною бренду роботодавця. Таким чином, вплив штучного інтелекту полягає у створенні адаптивного інтелектуального середовища, яке стимулює когнітивну гнучкість та готовність до перманентної трансформації в цифровій екосистемі.

Трансформація архітектури бізнес-процесів у турбулентному середовищі характеризується переходом від статичних лінійних ланцюгів до складних динамічних мережових структур, де штучний інтелект (ІІІ) виступає центральним системним інтегратором. Згідно з концептуальними підходами [84], імплементація інтелектуальних систем дозволяє подолати інертність традиційних ланцюгів доданої вартості, трансформуючи їх у «цифрові нитки». Це забезпечує наскрізну синхронізацію всіх етапів життєвого циклу продукту – від предиктивного проєктування до інтелектуальної дистрибуції, що критично

скорочує часовий лаг та підвищує адаптивність системи.

Екосистемний підхід, заснований на III-технологіях, передбачає нівелювання жорстких інституційних кордонів між контрагентами та споживачами. Як зазначено у праці [82], сучасні бізнес-структури еволюціонують у формат платформної економіки, де домінуючою конкурентною перевагою стає не володіння фізичними активами, а спроможність до оркестрації інформаційних потоків за допомогою алгоритмів машинного навчання. Це формує фундамент «динамічних спроможностей» (dynamic capabilities), які, за результатами дослідження [31], є фундаментальною складовою організаційної резильєнтності в умовах екзогенних шоків.

Важливим вектором реконфігурації є впровадження технології «цифрових двійників» (Digital Twins) для моделювання ланцюгів постачання. У матеріалах [115] акцентується увага на тому, що використання III для симуляції кризових сценаріїв дозволяє підприємствам перейти від реактивного управління ризиками до проактивного конструювання самовідновлюваних логістичних систем. У разі виникнення деструктивних чинників автономні агенти здатні в реальному часі здійснювати перерахунок альтернативних траєкторій на основі багатфакторного аналізу глобальних ринків.

Додатково зауважимо [223], що екосистемний підхід стимулює процеси спільного створення вартості. Інтеграція когнітивних технологій забезпечує безперервну петлю зворотного зв'язку, що дозволяє бізнес-структурам миттєво адаптувати параметри продукту до мінливих пререференцій споживачів. Таким чином, реконфігурація ланцюгів створення вартості під впливом III веде до появи гіперперсоналізованих бізнес-моделей, які демонструють значно вищу фінансову та операційну стійкість порівняно з традиційними моделями масового виробництва.

Одним із найбільш радикальних проявів адаптації бізнес-структур до мінливого середовища виступає перехід до предиктивного ціноутворення. Традиційні статичні моделі прайсингу, що базуються на витратному методі або моніторингу конкурентів, нівелюють свою ефективність в умовах високої

волатильності ринків. Згідно з дослідженнями [97], імплементація ШІ-алгоритмів дозволяє впроваджувати системи динамічного та предиктивного прайсингу, які в режимі реального часу коригують вартість товарів і послуг на основі багатофакторного аналізу. До переліку детермінантів моделі належать не лише паритет попиту та пропозиції, а й мікротренди споживчої поведінки, рівень складських запасів, метеорологічні умови та регуляторні ініціативи [118].

Адаптивні маркетингові стратегії, своєю чергою, трансформуються з інструментів масового впливу у системи персоналізованого супроводу споживача. Як зазначають автори [223], ШІ забезпечує перехід від класичної сегментації аудиторії до «мікросегментації», де кожна інтеракція з клієнтом стає джерелом даних для автоматичної оптимізації маркетингової воронки. Використання технологій обробки природної мови (NLP) та комп'ютерного зору дозволяє бізнес-структурам ідентифікувати емоційні реакції та латентні потреби клієнтів, що критично підвищує конверсію в умовах перенасиченого інформаційного простору [88].

Особливого значення в турбулентному середовищі набуває здатність ШІ до прогнозування життєвого циклу клієнта (Customer Lifecycle Management). Згідно з підходами [169], предиктивна аналітика дозволяє ідентифікувати ознаки ерозії лояльності ще до моменту фактичного відтоку споживачів. Це дає змогу бізнес-структурам проактивно пропонувати персоналізовані умови, що мінімізує трансакційні витрати на залучення нових клієнтів, які в умовах кризи є суттєво вищими за витрати на утримання існуючого клієнтського портфеля.

Узагальнюючи вплив ШІ на маркетингову діяльність, автори [118] наголошують на формуванні концепції когнітивного маркетингу, де алгоритми самостійно оптимізують розподіл бюджетів у режимі реального часу. Поєднання предиктивного ціноутворення та адаптивного маркетингу формує інтелектуальний контур управління доходами, який забезпечує резильєнтність бізнес-структури до інфляційних шоків та агресивного конкурентного тиску.

Трансформація стратегічного управління в умовах сучасного ринкового середовища, що характеризується високим ступенем ентропії та нелінійністю

процесів, зумовлює перехід від традиційних моделей планування до концепції когнітивного менеджменту. В основі цієї парадигми лежить інтеграція штучного інтелекту (ШІ) як фундаментального когнітивного шару організації, що забезпечує безперервну обробку вхідних сигналів зовнішнього середовища. Згідно з дослідженнями [223], когнітивний менеджмент дозволяє подолати обмежену раціональність людського мислення, нівелюючи системні когнітивні упередження та забезпечуючи перехід до стратегічного вибору на основі верифікованих масивів даних.

Предиктивна аналітика в цій системі виступає не просто як інструмент прогнозування, а як механізм забезпечення стратегічної резильєнтності [169]. Використання алгоритмів глибокого навчання (Deep Learning) дозволяє бізнес-структурам ідентифікувати «слабкі сигнали» ринкових трансформацій ще на етапі їх зародження. Це докорінно змінює часову архітектуру управління: здійснюється перехід від ретроспективного аналізу минулих періодів до предиктивного моделювання майбутніх станів. Здатність до передбачення дозволяє мінімізувати стратегічний лаг – часовий розрив між виникненням загрози чи можливості та початком організаційної реакції.

Особливого значення набуває роль ШІ у формуванні антикрихкості бізнес-структур. Спираючись на методологію [118], інтелектуальні системи здійснюють безперервне стрес-тестування обраної стратегії через симуляцію тисяч імовірнісних сценаріїв, включаючи критичні явища з низькою ймовірністю. Це дозволяє менеджменту відмовитися від статичних планів на користь динамічних адаптивних траєкторій, що автоматично корегуються відповідно до змін середовища. Когнітивна архітектура управління створює інтелектуальний запас міцності, де стійкість організації визначається не жорсткістю її структури, а швидкістю та точністю її когнітивної адаптації.

У контексті мінливого середовища когнітивний менеджмент трансформує механізми динамічної алокації стратегічних ресурсів. Згідно з підходами [82], ШІ-моделі дозволяють здійснювати оцінку альтернативних витрат у реальному часі, оптимізуючи інвестиційний портфель компанії відповідно до прогнозової

рентабельності ринкових ніш. Це забезпечує максимальну ефективність використання капіталу та дозволяє бізнес-структурам досягати конкурентного лідерства за рахунок вищої точності стратегічного фокусування.

Парадигма предиктивної стійкості, підсилена інтелектуальними технологіями, перетворює стратегічне управління на процес високотехнологічної навігації у масивах Big Data. Це забезпечує об'єктивність, швидкість та мультисценарність управлінського вибору, що обґрунтовує застосування сучасного апарату моделювання складних систем.

Релевантним методом моделювання стохастичних причинно-наслідкових зв'язків в умовах інформаційної асиметрії виступають Байєсівські мережі довіри [137]. Даний метод дозволяє бізнес-структурам оперувати імовірнісними оцінками стратегічних подій, інтегруючи ретроспективні дані з експертними судженнями. На відміну від ригідних детермінованих моделей, Байєсівські мережі ітераційно оновлюють імовірність настання подій при появі нових свідчень. Це формує динамічну карту ризиків, що дозволяє візуалізувати ланцюгові реакції всередині бізнес-екосистеми та приймати рішення на основі максимізації очікуваної корисності.

Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning) [191] у межах когнітивного менеджменту стає фундаментом для розробки самонавчальних стратегій. На відміну від класичного навчання "з вчителем", RL орієнтоване на послідовну детермінацію рішень, де агент (бізнес-структура) вчиться взаємодіяти з ринком через систему «винагород» та «штрафів». Інтеграція методів теорії ігор у RL-алгоритми дозволяє моделювати «стратегічні ігри», де система ідентифікує оптимальні відповіді на імовірні дії конкурентів. Як зазначається у [56], такий підхід є критично важливим для управління маркетинговими бюджетами та таймінгу капітальних інвестицій, оскільки алгоритм безперервно оптимізує траєкторію розвитку для досягнення довгострокового цільового стану.

Для бізнес-структур, що функціонують у середовищах із високою часовою детермінацією (ритейл, енергетика), нейронні мережі з довгою короткочасною

пам'яттю (LSTM) виступають незамінним інструментом предикції попиту та ресурсних потоків [216]. Архітектура LSTM дозволяє ідентифікувати довгострокові патерни та складні сезонні залежності, які часто нівелюються класичними статистичними методами. Це забезпечує реалізацію концепції «точно вчасно» (Just-in-Time) на стратегічному рівні, мінімізуючи обсяги капіталу, іммобілізованого у неліквідних активах.

Згідно з дослідженнями [82], ансамблеві методи, що синтезують результати декількох алгоритмів, гарантують найвищу прецизійність у класифікації ринкових можливостей та загроз. Зокрема, використання випадкових лісів (Random Forests) [186] у процесах стратегічного скорингу дозволяє здійснювати багатофакторне ранжування інвестиційних проєктів за критеріями стратегічної відповідності та потенційної прибутковості. Такий підхід нівелює ризик «одиночної помилки» окремого алгоритму, забезпечуючи стійкість стратегічного вибору навіть в умовах високої зашумленості вхідних даних. Комбінація зазначених методів формує ешелоновану систему інтелектуальної підтримки рішень, що трансформує стратегічне управління у науково обґрунтований процес мінімізації ентропії бізнес-структури.

Інтеграція систем штучного інтелекту в контури стратегічного управління ініціює фундаментальну ревізію ролі вищого керівного складу. Якщо традиційні моделі менеджменту передбачали значні витрати часового ресурсу на агрегацію та верифікацію даних, то впровадження когнітивних технологій автоматизує аналітичну обробку інформації, трансформуючи її у готові стратегічні інсайти. Відповідно до [118], це зумовлює перехід до концепції «керівника як архітектора інтелектуальної екосистеми», де домінантою діяльності стає не операційний контроль, а проєктування ефективної колаборації між людським капіталом та алгоритмічними агентами.

Дослідження [82] демонструє, що алгоритмізація інсайтів виступає каталізатором радикальної децентралізації управлінських функцій. Завдяки розгортанню хмарних ІІІ-платформ, керівники середньої ланки отримують доступ до предиктивної аналітики в режимі реального часу, що трансформує

бізнес-структуру в розподілену мережу прийняття рішень. Така архітектура забезпечує високу швидкість адаптації: локальні підрозділи коригують тактичні плани на основі глобальних стратегічних векторів, генерованих системою, нівелюючи потребу в інертному вертикальному узгодженні.

Відповідно до [88], такий підхід розв'язує проблему інформаційного перевантаження вищого керівництва, фокусуючи увагу топменеджменту виключно на критичних аномаліях та стратегічних вікнах можливостей.

Реконфігурація управлінських ієрархій під впливом ІІІ зумовлює трансформацію ключових компетенцій лідера. Як зазначають [223], у середовищі, де аналітична функція делегована алгоритмам, пріоритетними стають «м'які» навички (soft skills): етична експертиза, емоційний інтелект та здатність до візіонерства. Лідерство в інтелектуалізованих структурах полягає у валідації висновків ІІІ через призму корпоративних цінностей. Це формує модель «доповненого лідерства» (augmented leadership), де ІІІ гарантує об'єктивність та швидкість, а людина – контекстуальну глибину та моральну відповідальність за стратегічний вибір.

Згідно з [118], перерозподіл функцій охоплює і сферу ризик-менеджменту. ІІІ-системи автономно здійснюють моніторинг комплаєнсу та ідентифікують загрози фінансовій стабільності, що дозволяє менеджменту перейти до режиму «управління за відхиленнями» (management by exception). Таким чином, стратегічне управління в умовах мінливості стає синтезом прецизійної алгоритмічної логіки та творчої інтуїції.

Для конверсії теоретичних моделей у прикладний інструментарій, практичні рекомендації щодо впровадження ІІІ мають базуватися на етапній інтеграції предиктивних методів у контури прийняття рішень.

При цьому першочерговим кроком алгоритму є розгортання архітектури інженерії даних (Data Engineering). Оскільки Байєсівські мережі та LSTM-моделі є критично чутливими до релевантності вхідних параметрів, бізнес-структурам необхідно впровадити наскрізну систему моніторингу ендегенних процесів та екзогенних факторів. Рекомендується формування єдиного «озера

даних», що забезпечує безшовну інтеграцію показників CRM, ERP та зовнішніх ринкових індикаторів. Такий підхід дозволяє нівелювати ризики принципу «garbage in, garbage out», гарантуючи високу предиктивну точність подальшого моделювання [27].

Другим етапом визначено імплементацію імовірнісного моделювання ризиків на основі Байєсівських мереж. Практична реалізація цього методу дозволяє менеджменту трансформувати бінарне сприйняття загроз («настане/не настане») у парадигму динамічного управління ймовірностями. Рекомендується інтеграція Байєсівських мереж у когнітивні дашборди вищого керівництва: зміна одиничного параметра (наприклад, облікової ставки або індексу інфляції) має запускати автоматичний перерахунок імовірності успіху стратегічних проєктів. Це забезпечує візуалізацію «ефекту доміно» та дозволяє формувати превентивні контрзаходи.

Третій етап передбачає розгортання симуляційних середовищ на базі навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning). Для масштабованих бізнес-структур доцільним є створення «цифрового пісочника» (Digital Sandbox), де RL-агенти ітераційно тестують сценарії конкурентної взаємодії. У прикладній площині це означає автоматизацію маркетингових експериментів та динамічного прайсингу. Алгоритм автономно ідентифікує оптимальні точки рівноваги, мінімізуючи суб'єктивні управлінські помилки при виборі тактики реагування на агресивну експансію конкурентів [27].

Четвертим етапом є інтеграція ансамблевих методів у контури інвестиційного планування. Застосування випадкових лісів (Random Forests) для оцінки капітальних інвестицій дозволяє об'єктивувати процес селекції проєктів. Рекомендується впровадження системи автоматичного скорингу, що ранжує потенційні інновації за ступенем їхньої стійкості до різних станів ринкової кон'юнктури. Це нівелює ієрархічний суб'єктивізм при розподілі обмежених ресурсів та фокусує капітал на векторах із найвищою математичною очікуваною корисністю.

Імперативною умовою успішної реалізації алгоритму є формування крос-

функціональних команд, до складу яких входять як фахівці з Data Science, так і галузеві експерти. Такий синергетичний підхід необхідний для коректної інтерпретації результатів моделювання та калібрування функцій винагороди у RL-алгоритмах. Організаційна трансформація має базуватися на ітеративній парадигмі «тестуй та масштабуй», за якої пілотні ШІ-проекти впроваджуються у найменш ризикових сегментах із наступною експансією на стратегічний рівень [27].

Для завершення стратегічного контуру адаптації необхідно врахувати критичні бар'єри та етичні дилеми практичної імплементації інтелектуальних методів. Згідно з дослідженнями [223], ключовим технологічним бар'єром є проблема «чорної скриньки», коли складні моделі (LSTM або глибокі нейронні мережі) генерують високоточні прогнози, проте не надають експліцитного логічного обґрунтування. У стратегічному управлінні це створює суттєві ризики для відповідальності менеджменту, оскільки критичні інвестиційні рішення не можуть базуватися на неінтерпретованих виходах алгоритму.

Економічні бар'єри, як зазначають в [82], часто зумовлені високою вартістю підтримки валідності даних та дефіцитом кваліфікованих кадрів, здатних забезпечити симбіоз бізнес-логіки та математичного моделювання. Для подолання цих перешкод доцільним є впровадження концепції Explainable AI (XAI) – роз'яснювального штучного інтелекту. Практичне застосування XAI дозволяє візуалізувати вагові коефіцієнти факторів (наприклад, волатильність ринків сировини або зміну споживчих настроїв у Байєсівській мережі), що мали найбільший вплив на формування стратегічної рекомендації. Це підвищує рівень «цифрової довіри» та дозволяє менеджменту валідувати алгоритмічні інсайти.

Етичні обмеження [118] стосуються насамперед алгоритмічного упередження, яке може виникати при навчанні з підкріпленням. Якщо ретроспективні дані містять латентні викривлення, ШІ-агент може автоматично інтегрувати їх у нову стратегію. Відтак, практичною рекомендацією є впровадження «етичного аудиту» алгоритмів у межах «цифрового пісочника». Згідно з матеріалами [88], такий аудит має базуватися на принципах

справедливості, підзвітності та прозорості (FAT – Fairness, Accountability, Transparency).

Додатково слід наголосити на ризику надмірної автоматизації, що може спричинити атрофію організаційної інтуїції. Практична імплементація ІІІ має супроводжуватися дотриманням принципу «людини в контурі», де прерогатива вето на стратегічні рішення залишається за лідером. Це дозволяє поєднувати обчислювальну потужність Байєсівських мереж та LSTM-архітектур із людською здатністю до етичного судження та візіонерства в умовах появи «чорних лебедів», предикція яких неможлива навіть за допомогою найдосконаліших алгоритмів. Таким чином, успішна адаптація ІІІ в турбулентному середовищі є не лише технологічною модернізацією, а й генезисом нової етико-правової культури в економіці.

Висновки до розділу 1

У розділі 1 сформовано теоретичний базис дослідження процесів функціонування бізнес-структур у мінливому середовищі. Проведений аналіз дозволяє відзначити наступні результати:

1. Сформульовано авторську інтерпретацію сутності підприємницького середовища та введено дефініцію «середовище бізнес-структури». При цьому підприємницьке середовище визначається як глобальна сфера формування активності, що базується на системі взаємозв'язків між суб'єктами, інфраструктурою та інститутами різних рівнів управління. Натомість середовище бізнес-структури визначено як динамічний багатофакторний простір безпосередньої та опосередкованої взаємодії конкретної організації з екзогенними та ендегенними чинниками, що визначають межі її адаптивності та потенціал розвитку. Запропонований підхід узгоджується з інституціональною теорією та дозволяє розглядати середовище не як статичний фон, а як активний компонент механізму стратегічного управління.

2. Обґрунтовано п'ятирівневу структуру підприємницького середовища в

межах системного підходу. Запропонована архітектура дозволяє чітко розмежувати екзогенний контур, що охоплює мегарівень (міжнародні інституції), макрорівень (державна влада) та мезорівень (регіональне управління), від ендогенного контуру. Останній представлено нанорівнем (персонал, власники) та мікрорівнем (безпосередні контрагенти), якому притаманні гібридні характеристики. Така декомпозиція дозволяє ідентифікувати специфічні точки впливу для мінімізації ентропії та підвищення антикрихкості конкретної бізнес-структури.

3. Визначено, що еволюція бізнес-структури ініціюється на когнітивному нанорівні через ідентифікацію «слабких сигналів» та дослідницьку поведінку, успіх якої залежить від спроможності системи розпізнавати й комерціалізувати нові знання в умовах дефіциту часу. Встановлено, що для вітчизняних підприємств критичним фактором антикрихкості є синергія внутрішніх динамічних спроможностей (*sensing–seizing–transforming*) із зовнішньою інституційною підтримкою, що дозволяє долати воєнні та економічні шоки через релокацію, цифровізацію та екосистемну взаємодію.

4. Розкрито багатовимірну природу поняття «бізнес-структура», яка в умовах мінливості розглядається як складна динамічна система, що інтегрує формальну архітектуру (ієрархія, підрозділи) та неформальні когнітивні елементи (корпоративна культура, комунікації). Встановлено, що бізнес-структура виступає фундаментальним «каркасом» для реалізації інноваційних стратегій та управлінських практик. Доведено, що саме здатність структури до реконфігурації під впливом зовнішніх шоків детермінує її життєздатність та конкурентоспроможність.

5. Підкреслено ефективність дослідницького підходу до розвитку бізнес-структури, який передбачає, що сприйняття та відчуття можливостей як критичних рушійних сил посилюються активними формами дій/моделей поведінки. З дослідницьким підходом та концепцією динамічних можливостей узгоджуються таке поняття, як асиміляція, що передбачає наявність процесів вбирання підприємством в себе нових знань, ідей, практик або технологій,

прийняття норм та цінностей зовнішнього середовища, що й сприяє ефективному розвитку бізнес-структур.

6. Встановлено, що в умовах постійної турбулентності негативний вплив зовнішнього середовища трансформується з епізодичного шоку на перманентну характеристику, що вимагає впровадження адаптивних архітектур. Доведено, що формування розвитку за таких умов має базуватись на здатності системи до швидкої реконфігурації свого «каркасу» під впливом інформаційних імпульсів, де мінливість виступає не лише деструктивним чинником, а й тригером для пошуку нових напрямків зростання через механізми когнітивного аналізу та цифрову модернізацію.

7. Обґрунтовано, що в умовах системної турбулентності штучний інтелект трансформується з допоміжного інструментарію в автономний інтелектуальний «мета-ресурс», який стає фундаментом стратегічної антикрихкості бізнес-структур. Встановлено, що інтеграція ІІІ-технологій (байєсівських мереж, алгоритмів навчання з підкріпленням та предиктивної аналітики) ініціює глибоку соціотехнічну реконфігурацію організацій: відхід від жорстких ієрархій на користь адаптивних мережевих екосистем, де рутинні когнітивні функції автоматизуються, а роль менеджменту зміщується в бік етичного візіонерства та архітектури «доповненого інтелекту» (Augmented Intelligence). Це дозволяє підприємствам не лише нівелювати екзогенні шоки за рахунок мінімізації трансакційних витрат і усунення інформаційної асиметрії, а й використовувати енергію середовищного хаосу для ініціації самонавчальних процесів розвитку та формування гіперперсоналізованих бізнес-моделей.

Основні положення розділу викладено у працях: [20; 27; 28; 29; 30; 31].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ БІЗНЕС-СТРУКТУР В УМОВАХ МІНЛИВОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Принципи кібернетики як теоретико-методична основа процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища

Сучасний етап розвитку глобальної економічної системи характеризується парадигмальним переходом до стану перманентної нестабільності, що в науковому дискурсі концептуалізується терміном BANI-світ (Brittle – крихкий, Anxious – тривожний, Nonlinear – нелінійний, Incomprehensible – незрозумілий) [165]. Відтак, сучасний ландшафт бізнес-середовища визначається не лише інтенсифікацією ринкової конвергенції та стрімким технологічним оновленням [15], а й екстремальним рівнем непередбачуваності. В українських реаліях цей стан критично посилюється безпековими загрозами воєнного часу.

Можна констатувати, що за умов домінування глобальної та територіальної турбулентності, масштабної діджиталізації та геополітичної напруженості, пріоритетного значення набуває розробка адаптивного інструментарію стимулювання розвитку бізнес-структур. Вітчизняний підприємницький простір перебуває під безперервним тиском кумулятивного впливу факторів: прямих наслідків збройної агресії, рецесійних трендів світової економіки, кліматичних викликів та експансивного впровадження технологій штучного інтелекту й Big Data [36].

У таких обставинах традиційні методи організаційного проектування, засновані на засадах жорсткої ієрархії та лінійного детермінізму, виявляють свою інституційну неспроможність. Ключова деструкція полягає у виникненні "розриву складності", коли динаміка та варіативність змін екзогенного середовища значно перевищують когнітивну та структурну здатність підприємства опрацьовувати ці сигнали й генерувати релевантні відповіді. Наслідком цього є критична деградація управлінських контурів та втрата

стратегічної керованості системою [19].

Фундаментальне теоретичне осмислення зазначених процесів є критично важливим, оскільки воно формує когнітивну базу для розробки прикладних механізмів антикризового управління. Виникає об'єктивна необхідність у формуванні цілісного наукового підходу, що інтегрує класичні закони кібернетики з унікальним контекстом функціонування українських підприємств у надзвичайних умовах.

Пошук інструментів нівелювання "розриву складності" зумовлює об'єктивну необхідність звернення до фундаментальних законів кібернетики, насамперед до закону необхідної різноманітності В. Ешбі [91]. Попри те, що цей принцип був сформульований ще у середині XX століття, у сучасних умовах він трансформується з теоретичної абстракції у прикладний алгоритм стратегічного виживання бізнесу.

Фундамент дослідження адаптивності систем через призму закону Ешбі був розвинутий С. Біром у його моделі життєздатної системи (Viable System Model – VSM) [100], яка досі залишається еталоном кібернетичного менеджменту. VSM розглядає організацію як динамічну структуру з адаптивною зв'язністю елементів, що дозволяє системі не просто виживати, а самоорганізовуватися у мінливому середовищі. Використання VSM як діагностичного інструментарію дозволяє ідентифікувати інституційні розриви та проектувати архітектуру бізнесу на засадах оптимальної варіативності [100]. Водночас критичний аналіз моделі [127] вказує на її функціоналістську природу, яка, попри певну жорсткість, ефективно допомагає долати соціальні та політичні виклики.

У межах концепції системного мислення питання управління складністю набуває нових когнітивних рис. Зокрема, М. Джексон [148] акцентує увагу на розвитку "навчальних систем", де внутрішня різноманітність реакцій забезпечується через безперервний розвиток інтелектуального капіталу. Ця ідея корелює з підходом Н. Талеба [211] щодо "антикрихкості", де надлишковість та варіативність розглядаються як необхідні умови розвитку системи під впливом

стресорів.

Особливого значення в сучасній літературі набуває подолання "ентропії управління" в умовах цифрової трансформації. Дослідження Е. Макафі та Е. Бріньолфссона [106] доводять, що алгоритмізація прийняття рішень на основі машинного навчання дозволяє компаніям радикально нарощувати свою "контрольовану різноманітність" без розширення бюрократичного апарату. Це є прямою реалізацією принципу В. Ешбі щодо підсилення потужності керуючого каналу за допомогою технологічних інновацій.

В українському науковому дискурсі питання адаптивних структур ґрунтовно досліджуються у працях В. Гейця (механізми самоорганізації) [14], Т. Черкасової та І. Єпіфанова (комплексна економічна діагностика в умовах невизначеності) [72].

В дослідженнях П. Бобринцева [7] проаналізовано вплив ентропії економічного середовища на резильєнтність промислових підприємств та встановлено, що зростання ентропії зовнішнього середовища негативно впливає на рівень резильєнтності підприємства, знижуючи його здатність до ефективного функціонування в умовах невизначеності.

В статті [77] запропоновано динамічну інтегральну модель розвитку, яка ґрунтується на поєднанні стратегічного планування, системного моніторингу та адаптивного управління ресурсами. Її відмінною рисою є поєднання кількісних показників із механізмами оперативного реагування на зміни зовнішнього середовища.

Окремої уваги заслуговує модельний підхід [145], що базується на застосуванні закону Вебера-Фехнера для оцінки інформаційної насиченості ендогенного та екзогенного середовищ.

Проте, попри фундаментальність існуючих розробок, відкритим залишається питання практичної реалізації бізнес-моделей та екосистем в умовах екстремального зростання ентропії. Коли межі між внутрішнім та зовнішнім середовищами стають розмитими, виникає потреба у переосмисленні принципів закону Ешбі для управління мережевими структурами, що і визначає вектор

нашого подальшого дослідження.

Отже, методологічне обґрунтування процесів розвитку бізнес-структур у турбулентних умовах потребує звернення до фундаментального апарату, який розглядає їх як складну, динамічну та синергетичну систему. У кібернетичному розумінні взаємодія бізнес-структури із середовищем постає як процес управління інформаційними та ресурсними потоками в умовах високої ентропії.

При цьому ієрархічний вплив факторів середовища доцільно інтерпретувати як багаторівневу систему входних сигналів: макрофактори (економічні кризи, воєнна агресія, глобалізація) формують загальну ентропійну напруженість або «загальний фон» функціонування; мезофактори (галузева кластеризація, регіональна інфраструктура) виступають каналами передачі та посилення/послаблення цих сигналів; тоді як мікрофактори визначають внутрішню складність (різноманітність) системи – її ресурси, компетенції та цифрову зрілість. Суттєвим є зауваження, що такий комплексний вплив має нелінійний характер: макроструктурні «правила гри» лише задають граничні параметри системи, тоді як мезо- та мікрорівневі характеристики визначають її здатність до гомеостазу та переходу на нову траєкторію розвитку.

Таким чином, кібернетична стійкість бізнес-структури забезпечується через інтеграцію адаптивних стратегій на всіх рівнях, що гарантує гнучкість системи та її довготривале зростання попри зовнішні шоки.

У науковому дискурсі адаптивне управління розглядається як ключовий кібернетичний механізм, що забезпечує здатність бізнесу замикати петлі зворотного зв'язку та корегувати власну поведінку [62]. Зокрема, концептуалізація місця адаптивного управління у взаємодії із зовнішнім середовищем дозволяє виокремити процес асиміляції як специфічний акт «всмоктування» системою негентропійного ресурсу – нових знань, технологій та цінностей. У такому контексті асиміляція є не просто пасивним пристосуванням, а проактивним втіленням концепції динамічних можливостей [142], що узгоджується із дослідницьким підходом до ініціації процесів розвитку на когнітивному рівні [160;172].

В умовах граничної турбулентності бізнес-структура змушена еволюціонувати від простої адаптації до стратегічної гнучкості, де здатність до трансформації бізнес-моделей стає головним чинником зниження системної ентропії. Це дозволяє поєднати інноваційність із соціальною орієнтацією, формуючи цілісну модель розвитку, що здатна не лише виживати, а й нарощувати потенціал у мінливому середовищі [31] (рисунк 2.1).

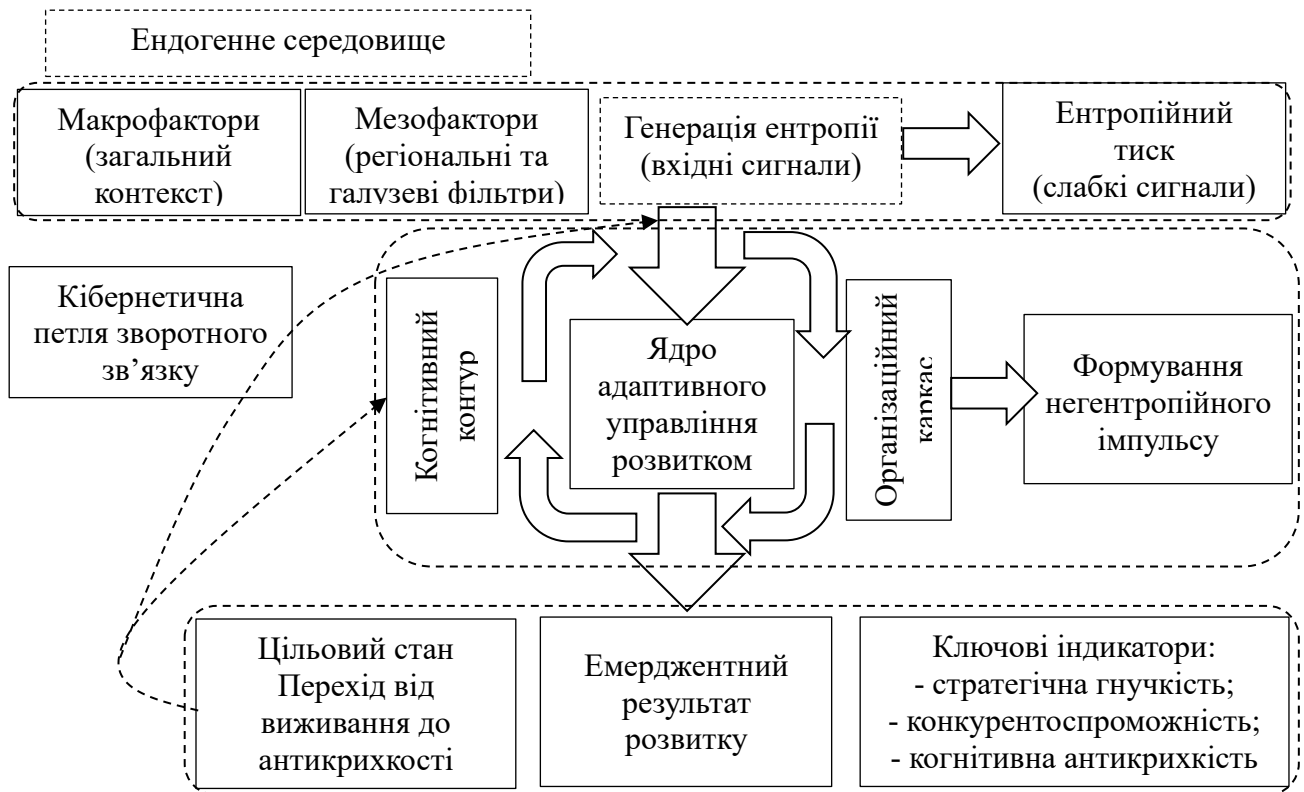


Рис. 2.1. Концептуальна модель розвитку бізнес-структур у мінливому середовищі

Джерело: побудовано автором

При цьому для реалізації таких принципів розвитку, як адаптивність (екстремне реагування на зміни), інноваційність (перманентний пошук нових рішень), антикрихкість (видобування переваг із хаосу) та цифровізація (інтеграція високих технологій у бізнес-процеси) (див. рис. 2.1), доцільно впроваджувати комплекс інструментарію. До нього належать: цифрові платформи управління процесами, системи бізнес-аналітики (Business Intelligence), Agile-методології та партнерські бізнес-екосистеми. Застосування

зазначених інструментів спрямоване на зміцнення стійкості до кризових явищ, інтенсифікацію інноваційної активності та підвищення рівня конкурентоспроможності структури на внутрішньому і зовнішньому ринках.

На основі визначених підходів та розробленої концепції сформуємо структуру алгоритму розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища (див. рис. 2.2).

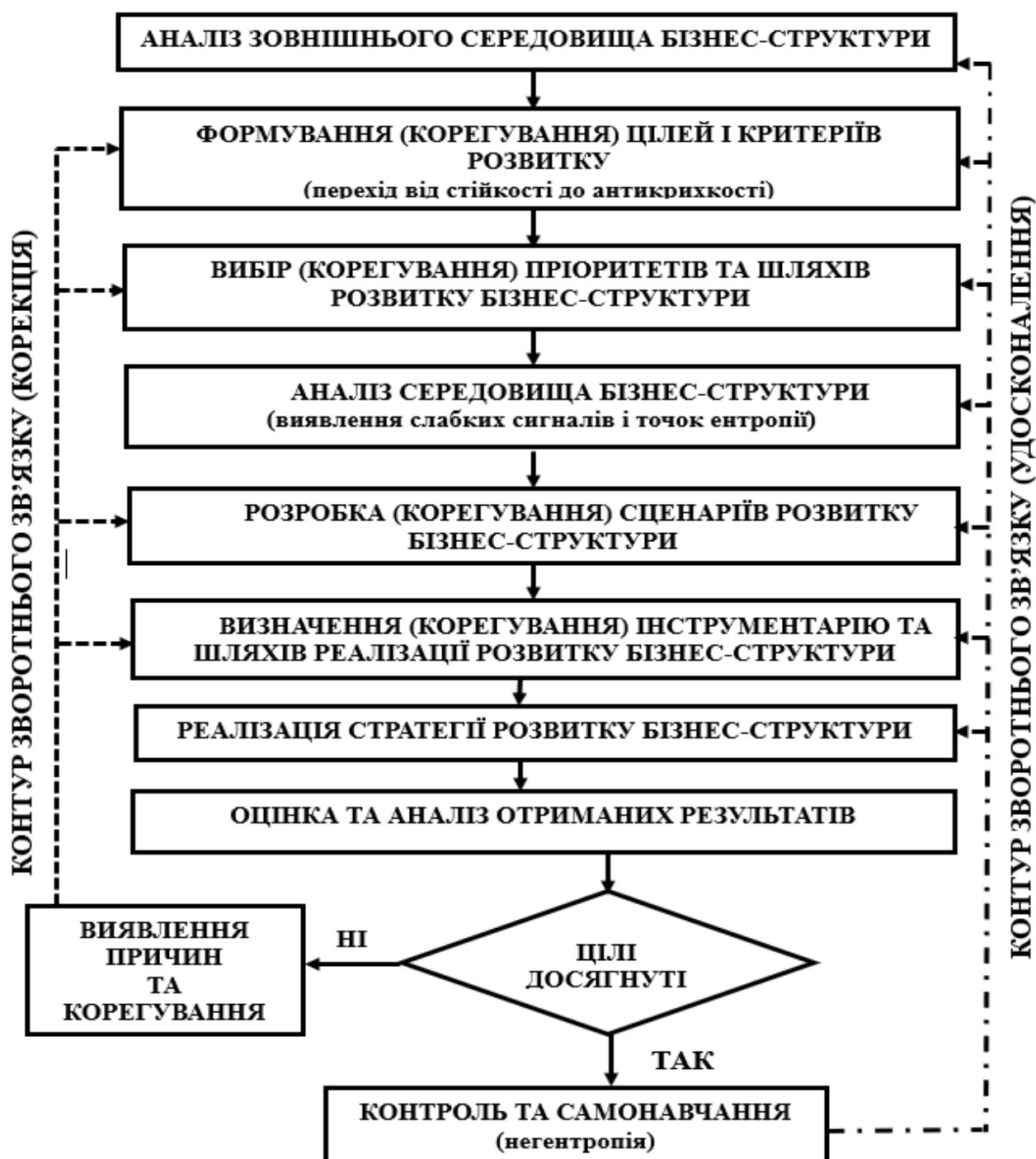


Рис. 2.2. Алгоритм розвитку бізнес-структур у мінливому середовищі

Джерело: побудовано в [31]

Обґрунтування структури алгоритму розвитку бізнес-структур (рис. 2.2) базується на послідовній реалізації трьох функціональних зон, що утворюють цілісний кібернетичний цикл.

Перша зона стратегічного цілепокладання, що виконує роль входу в систему, розпочинається з блоку формування та корегування цілей, який символізує стратегічний перехід від статичної стійкості до динаміки антикрихкості. Ця фаза доповнюється визначенням пріоритетів через призму адаптивності та інноваційності, а також аналізом середовища для ідентифікації слабких сигналів та точок ентропії. Друга зона, що відповідає за когнітивне планування та впровадження, утворює центральну частину процесу, де здійснюється розробка сценаріїв перетворення невизначеності в ресурс на основі динамічних спроможностей та визначається інструментарій їх реалізації. Завершальна зона оцінки та зворотного зв'язку на виході алгоритму передбачає реконфігурацію ресурсів з подальшою оцінкою рівня негентропії та стратегічної гнучкості. Центральним керуючим елементом тут виступає вузол рішення щодо досягнення цілей антикрихкості, де негативна відповідь спрямовує систему до блоку виявлення причин когнітивних помилок для корекції стратегії, а позитивна – до блоку контролю та самонавчання для фіксації знань і переходу до нового циклу, що замикає когнітивний контур стратегічного саморозвитку всієї структури.

Побудований алгоритм відображає синергетичну взаємодію стратегічного бачення, динамічних спроможностей та оперативних інструментів, що в сукупності забезпечують кінцевий результат – стійкий розвиток у турбулентному середовищі. Він наочно демонструє процеси адаптації системи до коливань ключових показників діяльності бізнес-структури [31].

Варто наголосити, що як концептуальна модель (рис. 2.1), так і розроблений алгоритм (рис. 2.2) виступають функціональною деталізацією процесів, що протікають у "ядрі" системи. Вони розкривають механізми трансформації зовнішніх впливів макро-, мезо- та мікрофакторів у траєкторію збалансованого розвитку бізнес-структури (додаток Д). При цьому центральний

елемент цього механізму постає одночасно і в ролі детермінованого джерела розвитку, і в ролі головного бенефіціара ("споживача") отриманих результатів.

Обґрунтована вище концептуальна модель та алгоритм розвитку бізнес-структур базуються на адаптації фундаментальних законів кібернетики до специфіки сучасного мінливого середовища.

Так, в основі кібернетичного підходу до управління розвитком бізнес-структур лежить фундаментальна теза про те, що будь-яка організація є відкритою динамічною системою, життєздатність якої визначається здатністю протидіяти ентропії зовнішнього середовища [189]. Згідно з концепцією В. Ешбі [91], процес управління інтерпретується як безперервна взаємодія між «Регулятором» (R) та «Об'єктом» (S), що перебуває під постійним тиском «Зовнішніх збурень» (D).

Закон необхідної різноманітності математично доводить, що для стабілізації вихідних показників системи у заданих цільових межах, внутрішня різноманітність регулятора має бути не меншою за різноманітність зовнішніх збурень, які він покликаний нейтралізувати. У термінах теорії інформації цей зв'язок описується через показники ентропії:

$$H(E) \geq H(D) + H(E|R) - H(R), \quad (2.1)$$

де: $H(E)$ – ентропія результатів (вихідних станів системи); $H(D)$ – ентропія зовнішніх збурень (складність середовища); $H(R)$ – ентропія (різноманітність) регулятора; $H(E|R)$ – умовна ентропія (невизначеність регулятора).

Оскільки стратегічне управління розвитком передбачає мінімізацію небажаних станів системи ($H(E) \rightarrow 0$), закон трансформується у фундаментальний принцип: тільки різноманітність може поглинути (компенсувати) різноманітність [19].

У контексті архітекtonіки бізнес-структур закон Ешбі трансформується у жорстку вимогу відповідності «управлінського потенціалу» динамічній ринковій, соціальній та геополітичній складності. Якщо екзогенне середовище генерує N варіантів критичних ситуацій (волютаристська зміна курсу валют, експансія конкурентів, логістичні деструкції, безпекові загрози та ін.), а бізнес-

структура володіє лише M варіантами релевантних реакцій, за умови $M < N$ система неминуче втрачає керованість щодо $(N - M)$ чинників.

Для відновлення кібернетичного балансу сучасна бізнес-архітектура має використовувати дворівневу систему регулятивних важелів [19]:

1. Підсилювачі різноманітності (Variety Amplifiers):

- технологічні: інтеграція алгоритмів штучного інтелекту та систем інтелектуального аналізу даних для експоненційного нарощування потужності регулятора $H(R)$;

- організаційні: децентралізація та делегування повноважень, що дозволяє локальним підрозділам генерувати автономні реакції на специфічні виклики без часових лагів, характерних для вертикальних ієрархій [106].

2. Фільтри різноманітності (Variety Reducers):

- стратегічні: цілеспрямоване звуження вектору зовнішнього впливу та фокусування на ключових компетенціях (мінімізація вхідної ентропії $H(D)$);

- процесні: глибока стандартизація та автоматизація рутинних операцій, що дозволяє «відсікати» несуттєві шуми середовища, зосереджуючи ресурс регулятора на критичних відхиленнях.

Таким чином, формування адаптивної бізнес-структури слід інтерпретувати як процес безперервного «інжинірингу різноманітності». Якщо в умовах стабільної економіки успіх бізнес-структури залежав від статичної міцності її структури, то в епоху перманентної турбулентності він визначається динамічною складністю регулятивних механізмів. Саме вони дозволяють утримувати стан гомеостазу (стабільності цільових показників) навіть у центрі геополітичного та економічного хаосу [19].

У класичній кібернетиці проблема обмеженої раціональності суб'єкта управління вирішується через концепцію "підсилювачів потужності інтелекту". В. Ешбі [90] акцентує увагу на тому, що оскільки швидкість обробки інформації людиною є біологічно лімітованою, виникає об'єктивна потреба у зовнішніх механізмах для експансії власної "необхідної різноманітності".

У сучасних архітектоніках бізнес-систем роль таких підсилювачів

перебирають на себе технології штучного інтелекту (AI) та Big Data. Проте, як свідчать дослідження [163], аспект різноманітності у тріаді характеристик великих даних (обсяг, швидкість, різноманітність) найменше враховується стандартними аналітичними архітектурами. У цьому контексті критичного значення набувають семантичні метадані, які дозволяють описувати та структурувати різноманітність за походженням, видимістю та легітимністю використання, перетворюючи "сирий" масив даних на стратегічний актив.

Важливим теоретичним внеском є виявлений взаємозв'язок [158] між гіпотезою Л. Флоріді про фундаментальний компроміс між визначеністю і обсягом інформації в системах ШІ [130] та законом необхідної різноманітності В. Ешбі. Хоча обидва принципи детермінують граничні обмеження складних систем, аналіз виявляє суттєву філософську дивергенцію. Формалізація Л. Флоріді, що базується на теоріях К. Шеннона та А. Колмогорова, попри свою математичну елегантність, значною мірою абстрагується від контекстуальних та смислових вимірів інформації.

Натомість реляційна та адаптивна структура Ешбі пропонує більш нюансоване розуміння інформації. Вона доводить, що для ефективного регулювання бізнес-структури необхідне врахування семантичного розмаїття, а не лише синтаксичної складності. Це дозволяє стверджувати, що інтеграція ШІ в систему управління розвитком має відбуватися не лише через нарощування обчислювальної потужності, а через створення семантичних контурів, здатних інтерпретувати значення сигналів середовища в контексті стратегічних цілей підприємства [19].

Згідно з концепцією С. Біра [99], життєздатність організації детермінується наявністю інтелектуальних сенсорних каналів, здатних до селективної фільтрації колосальних масивів даних і їх трансформації у релевантну інформацію для прийняття стратегічних рішень. У цифрову епоху цей процес зазнає якісної трансформації, автоматизуючись за допомогою алгоритмів машинного навчання.

Застосування інструментарію штучного інтелекту дозволяє радикально змінити математичне співвідношення між ентропією середовища $H(D)$ та

різноманітністю регулятора $H(R)$. Дослідження Е. Брін'юлфссона та Е. Макафі [106] підтверджують, що цифрові системи забезпечують масштабування управлінських рішень без пропорційного нарощування адміністративного апарату. Це явище можна визначити як «масштабовану різноманітність», де когнітивна потужність регулятора зростає експоненційно відносно лінійних витрат ресурсів.

Механізм підсилення управлінського потенціалу за такої архітектури функціонує через наступні аналітичні вектори [19]:

- опрацювання багатовимірності: алгоритми Big Data здатні до симультанного аналізу тисяч гетерогенних змінних (від патернів поведінки у соціальних мережах до деструкцій у логістичних ланцюгах та валютних флуктуацій), що повною мірою відповідає високій ентропії сучасного ринкового середовища;
- генерація предиктивних сценаріїв: ШІ забезпечує створення «цифрових двійників» (Digital Twins) бізнес-процесів, що дозволяє менеджменту здійснювати превентивне тестування варіативних реакцій ще до моменту фактичної появи кризового збурення.

Такий підхід повністю узгоджується з фундаментальною теорією Н. Вінера [218], згідно з якою ефективне управління іманентно базується на передбаченні майбутнього стану системи. Таким чином, цифрова трансформація бізнес-структури є нічим іншим, як реалізацією кібернетичного ідеалу «передбачувального регулятора», здатного поглинати складність середовища через випереджальну складність власних алгоритмічних моделей.

Сучасні бізнес-моделі, зокрема цифрові платформи та екосистеми, забезпечують практичну реалізацію закону Ешбі через механізми розподілу управлінської складності. Дослідження [223] демонструє, що провідні платформи делегують функцію операційного регулювання алгоритмам та безпосереднім учасникам системи. Це дозволяє центральному управлінському апарату зберігати стратегічний контроль та стабільність навіть за умов експоненціального зростання кількості транзакцій та агентів.

Отримані результати корелюють із моделлю інформаційних динамічних спроможностей (DITS), яка доводить, що інтеграція AI та Big Data створює умови для досягнення «достатньої різноманітності», необхідної для предиктивного реагування на високу ентропію екзогенного середовища. Відтак, цифрова трансформація бізнес-структур має трактуватися не як автоматизація окремих функцій, а як стратегічне нарощування алгоритмічної варіативності, що забезпечує адекватність складним викликам глобального середовища [19].

Для практичної імплементації кібернетичних принципів у діяльність сучасних підприємств можна рекомендувати [19]:

- впровадження механізмів «алгоритмічного підсилення»: використання систем предиктивної аналітики на засадах ШІ для моніторингу «слабких сигналів» середовища. Це дозволяє розширити горизонт передбачення, фактично збільшуючи потужність регулятора $H(R)$ без екстенсивного розширення штату;
- децентралізація на засадах субсидіарності: згідно з моделлю С. Біра, кожен автономний підрозділ має володіти власною локальною різноманітністю. Це мінімізує навантаження на центральний канал управління та запобігає інформаційному колапсу системи;
- реалізація стратегії «фільтрації складності»: замість спроб тотального контролю середовища, бізнесу слід фокусуватися на створенні екосистемних зв'язків, де частина управлінських ризиків делегується партнерам або алгоритмічним платформам.

Важливим напрямком досліджень слід вважати кількісне вимірювання «корисної різноманітності» та розробка математичних моделей для визначення порогу ентропії, за яким цифрова трансформація починає генерувати надлишкову складність («технологічний шум»), що суперечить принципу ощадливості.

При цьому окремої уваги потребують етичні аспекти передачі регуляторних функцій алгоритмам у контексті збереження суб'єктності управління.

2.2 Математична формалізація та моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на засадах нелінійної дискретної динаміки

Логічним продовженням визначених у попередньому розділі кібернетичних принципів є їхня конвергенція у строгий математичний інструментарій, здатний відобразити складність процесів розвитку в умовах глобальної нестабільності. Якщо теоретико-методологічною основою нашого дослідження виступили концепції самоорганізації та адаптивності, то етап методичної формалізації вимагає переходу до операційних моделей, що здатні кількісно описати поведінку бізнес-структур у координатах BANI-світу.

У контексті воєнної агресії та радикальних технологічних зрушень, українські бізнес-структури стикаються з критичним «розривом складності». Цей феномен підтверджує раніше розглянутий закон необхідної різноманітності В. Ешбі: динаміка екзогенної ентропії сьогодні значно випереджає інерційні управлінські контури, засновані на лінійному детермінізмі [90]. Відтак, розвиток ідей С. Біра щодо життєздатності систем [100] та Н. Талеба щодо їхньої антикрихкості [211] у межах даного пункту трансформується з абстрактних стратегем у конкретну задачу моделювання ентропійного балансу.

Виходячи з постулатів В. Гейця щодо ролі внутрішніх механізмів самоорганізації [14], ми стверджуємо, що ключовою перешкодою для їхньої реалізації є ігнорування ітераційної природи менеджменту. Більшість існуючих моделей, побудованих на неперервних диференціальних рівняннях, створюють ілюзію миттєвої реакції на збурення. Проте, зважаючи на засади цифрової трансформації (за Е. Бріньолфссоном та Е. Макафі [106]), сучасне управління є послідовністю дискретних актів, що містять неминучі інформаційні лаги.

Саме тому, базуючись на кібернетичному підході, ми пропонуємо використовувати апарат нелінійної дискретної динаміки. Це дозволяє формалізувати «розрив складності» через інтеграцію кроку дискретизації управлінського циклу безпосередньо у рівняння стану системи. Такий методичний підхід дає змогу не лише верифікувати теоретичні принципи

стійкості, а й ідентифікувати точки біфуркації – критичні моменти, де накопичена ентропія середовища перетворює впорядкований розвиток бізнес-структури на детермінований хаос. Таким чином, математична формалізація стає мостом між кібернетичною теорією та практичною інженерією різноманітності в управлінні.

Глибокий аналіз сучасного наукового ландшафту виявляє суттєві методологічні розриви між дескриптивною кібернетикою та прикладним апаратом нелінійної динаміки. Зокрема, фундаментальний закон необхідної різноманітності В. Ешбі [90] у новітніх дослідженнях [197] інтерпретується через призму оцінки ентропії в системах із дискретним часом. Ключовим вектором такої інтерпретації є можливість кількісного визначення ентропії через інваріантні міри рекурентності орбіт. Це доводить, що профіль складності багатокомпонентних бізнес-екосистем підпорядковується як правилу суми, так і багатомасштабній версії закону Ешбі. Проте, отримані у такий спосіб результати мають переважно констатуючий характер: вони фіксують кореляції між станами, але залишають поза увагою механізми причинно-наслідкового впливу та динаміку еволюційної адаптивності структур у часі.

Схожий дескриптивний підхід простежується у праці [212], де пропонується концептуалізація міжорганізаційного середовища через систематизацію механізмів контролю. Хоча робота й акцентує увагу на адаптивності, вона не пропонує динамічної моделі, здатної прогнозувати фазові переходи системи. Аналогічно, стратегія «соціотехнічного охоплення» складного штучного інтелекту [89], попри апеляцію до закону В. Ешбі, обмежується встановленням жорстких фільтрів вхідних та вихідних даних. Такі дослідження зберігають якісну природу і не забезпечують аналітичних розв'язків для інтеграції показників ентропії безпосередньо у параметри динамічних моделей.

Центральний математичний конфлікт у моделюванні розвитку бізнес-структур полягає у формі репрезентації динаміки. Більшість відомих нам моделей [35,145] базуються на апараті неперервних диференціальних рівнянь. Їхня природна «гладкість» стає методологічним обмеженням: вони не здатні генерувати детермінований хаос та ігнорують часові лаги, що призводить до

ілюзії «хибної стабільності». У таких випадках хаос розглядається як зовнішній адитивний шум, а не як закономірний ендogenous результат порушення закону Ешбі в дискретному часі. Важливим кроком до подолання цієї ілюзії є формалізація ентропійних порогів чутливості систем до інформаційного навантаження через закон Вебера-Фехнера [145], що закладає підґрунтя для нашого подальшого аналізу.

Сучасні дослідження [207;222] справедливо доводять дискретну природу управлінських систем, проте їхня формалізація через різниці рівняння часто нівелює кібернетичну змістовність коефіцієнтів, перетворюючи їх на абстрактні змінні.

Отже, ідентифікований науковий розрив полягає у відсутності формалізованої аналітичної залежності, де параметри дискретного відображення є прямими похідними від ентропійного балансу регулятора та середовища. Саме цей вакуум зумовлює необхідність розробки математичного апарату, де потенціал розвитку та ресурсні межі системи стають функціями її кібернетичної різноманітності. Виходячи з ідентифікованих методологічних розривів, завдання полягає в розробці та науковому обґрунтуванні математичного апарату аналізу динамічної стійкості бізнес-структур на засадах нелінійної дискретної динаміки, що передбачає здійснення кількісної верифікації впливу управлінських лагів та активної «інженерії різноманітності» на траєкторію гомеостазу системи.

Реалізація цієї мети передбачає формалізацію переходу від дескриптивного опису ентропійних флуктуацій до предиктивного моделювання станів бізнес-структури в умовах мінливого середовища, забезпечуючи ідентифікацію критичних порогів керованості та умов виникнення детермінованого хаосу.

Траєкторія розвитку будь-якої бізнес-структури у міжорганізаційному середовищі визначається діалектичною взаємодією двох векторних сил: ендogenous прагнення до масштабування та екзогенних обмежень (ресурсних, ринкових, інституційних та безпекових). Класичні лінійні моделі експоненціального росту, що базуються на припущенні про нескінченність ресурсного базису, виявляються неспроможними в умовах динамічної

складності, оскільки ігнорують механізми зворотного зв'язку.

Найбільш адекватним математичним фундаментом для формалізації цих процесів є рівняння Ферхюльста [201], яке описує нелінійний процес самообмеженого росту. Вибір логістичної моделі зумовлений її здатністю адекватно відображати стан динамічної рівноваги, де інтенсивність розвитку системи саморегулюється залежно від ступеня її наближення до граничного стану.

Розглянемо базову форму неперервного логістичного рівняння:

$$\frac{dN(t)}{dt} = r \cdot N(t) \cdot \left(1 - \frac{N(t)}{K}\right), \quad (2.2)$$

де $N(t)$ – інтегральний індикатор рівня розвитку бізнес-структури, що може бути верифікований через консолідований капітал, частку ринку тощо; r (intrinsic growth rate) – коефіцієнт внутрішнього потенціалу зростання. У контексті нашого дослідження параметр r репрезентує «генетичну» здатність структури до самоорганізації, ефективність її внутрішніх бізнес-процесів та швидкість перетворення ресурсів у додану вартість; K (carrying capacity) – гранична ємність середовища. Це критичний поріг, за яким подальше екстенсивне розширення структури стає неможливим без докорінної якісної трансформації.

Аналіз структури рівняння (2.2) дозволяє виявити фундаментальний діалектичний конфлікт, що визначає життєздатність бізнес-структури. Траєкторія розвитку у цьому випадку розглядається як результуюча взаємодії двох різноспрямованих векторів.

Так, вектор $r \cdot N(t)$ відображає негентропійні зусилля структури. Це сукупна енергія інтелектуального капіталу, технологічних інновацій та управлінської волі, спрямована на подолання хаосу, розширення впливу та зростання. У термінах В. Ешбі – це здатність регулятора генерувати достатню різноманітність $H(R)$ для підпорядкування ресурсів середовища.

Вектор $\left(1 - \frac{N(t)}{K}\right)$ відображає логістичне гальмування, спричинене як тиском ентропії зовнішнього середовища $H(D)$, так і внутрішньою обмеженістю управлінського ресурсу. Чим ближче система підходить до межі K , тим вищою

стає «ціна» кожної наступної одиниці росту, оскільки ентропійний опір середовища починає поглинати всю негентропію, що генерується структурою.

У класичних моделях екологічної та економічної кінетики (зокрема, у логістичному рівнянні Ферхюльста [201] типу (2.2)) коефіцієнт внутрішнього темпу зростання r традиційно розглядається як екзогенна константа, що фіксує статичну спроможність системи до самовідтворення за ідеальних умов. Проте в умовах перманентної макроекономічної турбулентності та дифузії цифрових платформ такий детерміністський підхід втрачає свою адекватність, оскільки ігнорує внутрішній синергетичний потенціал організації.

Спираючись на фундаментальний кібернетичний закон необхідної різноманітності В. Ешбі [90], можна стверджувати, що граничний потенціал еволюційного розгортання та стійкість будь-якої бізнес-структури прямо лімітуються її здатністю абсорбувати та нівелювати зовнішню ентропію ринкового середовища. За умови, коли складність оточення перевищує внутрішню складність системи, остання неминуче деградує.

В епоху глобальної цифровізації архітектурне та алгоритмічне підсилення операційних контурів дозволяє подолати цю системну обмеженість, трансформувавши параметр r із фіксованої константи у складну ендогенну функцію від рівня розвитку інтелектуального капіталу підприємства та потужності його цифрових інтерфейсів. Впровадження в контур адміністрування технологій штучного інтелекту, предиктивної аналітики та інструментарію Big Data радикально підвищує швидкість та пропускну здатність каналів обробки інформаційних масивів. Це забезпечує бізнес-структурі унікальні конкурентні переваги, дозволяючи ідентифікувати слабкі ринкові сигнали й освоювати дефіцитні ресурси середовища з вищим темпом, ніж це здійснюють аналогічні суб'єкти господарювання. Математично цей ефект кібернетичної адаптації формалізується через цілеспрямоване нарощування різноманітності регулятора $H(R)$.

В дослідженні [21] для кількісного виміру спроможності бізнес-структури протистояти деструктивним дестабілізаційним чинникам ринкового оточення

вводиться коефіцієнт кібернетичної адаптивності (ентропійний коефіцієнт), який відображає пропорційне співвідношення між внутрішньою складністю системи адміністрування та хаотичністю зовнішнього контуру:

$$\alpha = \frac{H(R)}{H(D)}, \quad (2.3)$$

де $H(R)$ – інформаційна ентропія регулятора, що визначає різноманітність та потужність алгоритмічних механізмів управління (фінансових, організаційних, технологічних тощо), предиктивних ШІ-моделей та технологічних рішень, накопичених у сховищах знань і цифрових активах організації; $H(D)$ – інформаційна ентропія середовища, яка характеризує різноманітність, амплітуду та частоту появи екзогенних збурювальних впливів і макроекономічних шоків.

Динамічний аналіз коефіцієнта α дозволяє ідентифікувати два кардинально протилежні режими існування бізнес-структури в екосистемному просторі.

За умови, коли $\alpha \geq 1$ фундаментальний закон необхідної різноманітності В. Ешбі виконується в повному обсязі. Це свідчить про те, що внутрішній інтелектуальний та алгоритмічний інструментарій підприємства є релевантним або перевищує рівень невизначеності ринку. За такого кібернетичного режиму організація здатна повністю компенсувати зовнішні деструктивні флуктуації, підтримувати гранично високий внутрішній темп росту та стабільно розширювати межі власної екосистемної присутності.

Навпаки, у ситуації, коли $\alpha < 1$, тобто за умови жорсткого дефіциту внутрішніх керуючих дій ($H(R) < H(D)$), виникає критичний «розрив складності». У цьому стані цифрова та організаційна архітектура підприємства втрачає здатність коректно розпізнавати й предиктивно обробляти потоки вхідних ринкових сигналів. Як наслідок, некомпенсована зовнішня ентропія імпортується всередину організації, спричиняючи стрімке зростання хаотизації внутрішніх бізнес-процесів, яке починає випереджати темпи еволюційного розвитку та провокувати деградацію ($N \rightarrow 0$).

Зважаючи на це, фактичний показник темпу розвитку бізнес-структури r_{fact} доцільно описати як функціональну залежність від її кібернетичної

адаптивності:

$$r_{fact} = r \cdot \Phi(\alpha), \quad (2.4)$$

де $\Phi(\alpha)$ виступає нелінійним корегуючим оператором. Ця регулююча функція покликана враховувати, що за умов порушення закону В. Ешбі, коли $H(R) < H(D)$, виникає «дефіцит різноманітності». Вказаний дисбаланс математично транслюється у деградацію базового параметра r та призводить до передчасної стагнації і гальмування життєдіяльності системи суттєво раніше, ніж буде досягнуто її природний ліміт екологічної чи ринкової місткості K .

Запропоновану залежність (2.4) доцільно специфікувати у вигляді [21]:

$$r_{fact} = r_0 \cdot (1 + \ln(\alpha)) = r_0 \cdot \left(1 + \ln \frac{H(R)}{H(D)}\right). \quad (2.5)$$

Графік залежності r_{fact} від коефіцієнту кібернетичної адаптивності α при умовно-модельному значенні базового рівня $r_0 = 0,1$ наведено на рисунку 2.3.

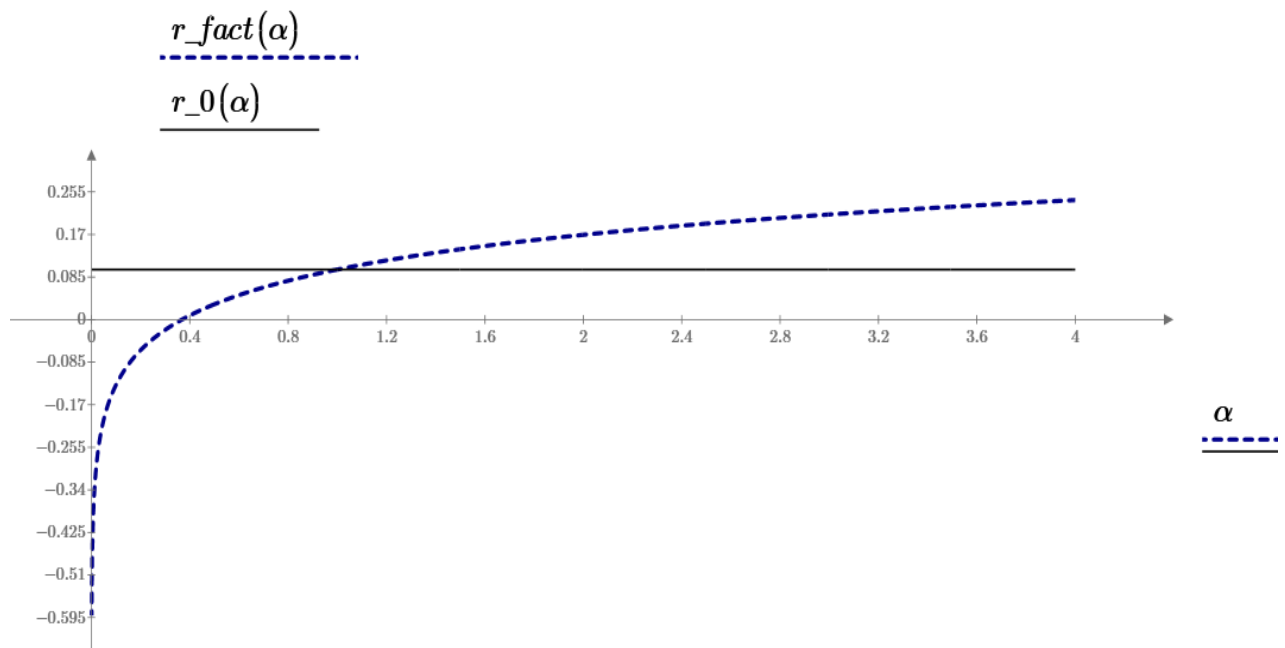


Рис. 2.3. Графік залежності фактичного показника темпу розвитку бізнес-структури r_{fact} від коефіцієнту кібернетичної адаптивності α при $r_0 = 0,1$

Джерело: побудовано автором

Його характер відображає властивості логарифмічної складової $\ln(\alpha) = \ln\left(\frac{H(R)}{H(D)}\right)$, який доречно інтерпретувати, як логарифмічний регулятор динамічного маневру.

Слід відзначити, що використання натурального логарифма забезпечує нелінійну корекцію базового темпу розвитку. Оскільки $\ln(1) = 0$, та стан ентропійної рівноваги ($H(R) = H(D)$) не спотворює базовий темп розвитку, залишаючи $r_{fact} = r_0$.

При цьому залежно від значення співвідношення $\alpha = \frac{H(R)}{H(D)}$, модель формує три класичні кібернетичні режими розвитку бізнес-структури.

Так, при $\alpha > 1$ ($H(R) > H(D)$) спостерігається режим екосистемного резонансу, при якому здатність бізнес-структури до самоорганізації та регулювання перевищує деструктивний тиск хаосу. Зокрема, внутрішня впорядкованість та накопичений потенціал (наприклад, завдяки цифровим платформам та еко-модернізації) дозволяють компанії не просто нейтралізувати зовнішній хаос, а використовувати турбулентність ринку як точку зростання (ефект антикрихкості), а фактичний темп розвитку перевищує розрахунковий базовий ($\ln(\alpha) > 0 \Rightarrow (1 + \ln(\alpha)) > 1 \Rightarrow r_{fact} > r_0$).

В режимі пасивної гомеостатичної рівноваги ($\alpha = 1$; $H(R) = H(D)$) ресурсні можливості регулювання та впорядкування точно відповідають рівню деструктивних процесів. Бізнес-структура повністю покриває деструктивний тиск середовища за рахунок наявних ресурсів, а розвиток відбувається суворо в межах планового потенціалу без додаткових синергетичних ефектів або втрат ($\ln(1) = 0 \Rightarrow (1 + \ln(\alpha)) = 1 \Rightarrow r_{fact} = r_0$).

У свою чергу режим деструктивного гальмування та атрофії, при якому $\alpha < 1$ ($H(R) < H(D)$), рівень дезорганізації та хаосу перевищує здатності системи до саморегулювання ($\ln(\alpha) < 0 \Rightarrow (1 + \ln(\alpha)) < 1 \Rightarrow r_{fact} < r_0$).

Критичною межею (порогом руйнації) є значення $\alpha < e^{-1} \approx 0,368$, при якому $(1 + \ln(\alpha)) < 0$, що призводить до $r_{fact} < 0$. В економічному контексті це означає перехід від гальмування розвитку до прямої деградації та втрати життєздатності бізнес-структури.

У контексті архітекtonіки моделі (2.2) також пропонується інтерпретувати параметр K не як статичну межу, а як динамічний інформаційно-ресурсний

горизонт організації, параметри якого здатні гнучко варіюватися під прямим впливом стратегічних управлінських рішень. Внаслідок цілеспрямованого накопичення інтелектуального капіталу та розгортання цифрових підсилювачів системи адміністрування, бізнес-структура набуває спроможності предиктивно розпізнавати й ефективно капіталізувати приховані резерви та латентні ресурси ринкового середовища, які за умов традиційного менеджменту залишалися для неї повністю недоступними.

З іншого боку, недоліки в управлінні та неефективність використання наявних ресурсів масштабуються через їх фактичне зменшення.

У математичному вираженні це означає, що параметр K трансформується у динамічну функцію, яку, з огляду на (2.3)-(2.5), можна представити у формі

$$K_{fact} = K_0 \cdot (1 + \ln(\alpha)) = K_0 \cdot \left(1 + \ln \frac{H(R)}{H(D)}\right), \quad (2.6)$$

де K_{fact} – фактичний (диференційований) рівень ресурсів, який бізнес-структура змушена залучати або мобілізувати для адаптації до поточного стану середовища; K_0 – базовий рівень ресурсного забезпечення (ресурсний потенціал, можливий для підтримки операційного контуру за умови повної відсутності деструктивних коливань (сміність середовища)).

За такого підходу цілеспрямована «інженерія різноманітності» та алгоритмічне підсилення менеджменту дозволяють організації фактично розсувати традиційні межі ринкового оточення або радикально підвищувати продуктивність залучення наявних ресурсів, суттєво відсуваючи момент настання стагнації бізнес-структури у часі.

З іншого боку, в умовах високотурбулентного ринкового оточення екзогенна ентропія $H(D)$ здатна чинити деструктивний тиск, різко звужуючи місткість доступної економічної ніші.

Так, глобальні геополітичні кризи, критичні розриви логістичних ланцюгів або раптові трансформації інституційних правил гри діють як специфічний «ентропійний прес», що примусово мінімізує значення параметра K (див. таблицю 2.1).

Режими ресурсного забезпечення бізнес-структур

Значення α	Значення $\ln(\alpha)$	Рівень ресурсів K_{fact}	Стан ресурсного контуру бізнес-структури
$\alpha > 1$	$\ln(\alpha) > 0$	$K_{fact} > K_0$	Ресурсне розширення (накопичення): система генерує надлишковий ресурс, зокрема, за рахунок синергії цифровізації та еко-модернізації, спрямовуючи його в інвестиційний потенціал
$\alpha = 1$ (Баланс ентропій)	$\ln(1) = 0$	$K_{fact} = K_0$	Стійка ресурсна рівновага: задіяний рівень ресурсів точно відповідає планам розвитку бізнес-структури
$e^{-1} < \alpha < 1$	$-1 < \ln(\alpha) < 0$	$0 < K_{fact} < K_0$	Ресурсний дефіцит (компресія): погашення хаосу вимагає компенсаційних витрат, що обмежує ресурсні можливості для поточного зростання
$\alpha \leq e^{-1} \approx 0,368$	$\ln(\alpha) \leq -1$	$K_{fact} \leq 0$	Повна втрата ресурсності (криза): деструкція повністю блокує відтворення капіталу; загроза зупинки операційного циклу

Джерело: розроблено автором

У випадку, коли динаміка падіння ресурсного горизонту K починає випереджати швидкість кібернетичної адаптації підприємства, виникає небезпечна ситуація структурного перенасичення ($N > K$). Такий дисбаланс, коли фактичний масштаб організації штучно перевищує стиснуту місткість середовища, неминуче провокує стрімку деградацію та хаотизацію всієї бізнес-структури.

Отже, приймемо, що в загальному випадку

$$r_{fact} = r_{fact}(H(R), H(D)); K_{fact} = K_{fact}(H(R), H(D)).$$

Таким чином, рівняння (2.2), з урахуванням (2.5), (2.6) можна перетворити до форми

$$\frac{dN(t)}{dt} = r_{fact}(H(R), H(D)) \cdot N(t) \cdot \left(1 - \frac{N(t)}{K_{fact}(H(R), H(D))}\right). \quad (2.7)$$

Взаємодія обох векторів динаміки згідно з цією моделлю формує ключові

сценарії поведінки бізнес-структури, перелічені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Синергетичні сценарії поведінки бізнес-структури згідно моделі (2.7)

Назва сценарію	Стан ентропійного коефіцієнта α	Математичний та фазовий ефект у моделі	Економічна інтерпретація для бізнес-структури
Антикрихкий прорив (резонанс)	$\alpha > 1$	$1 + \ln(\alpha) > 1$. Прискорене зростання зі зсувом K_{fact} вгору	Екосистемна синергія: внутрішня самоорганізація повністю перекриває зовнішній хаос
Класичний гомеостаз	$\alpha = 1$	$1 + \ln(\alpha) = 1$ $r_{fact} = r, K_{fact} = K$. Стандартна S-подібна крива	Повний паритет між регулюванням та деструкцією. Розвиток строго за базовим планом
Повільна компресія	$e^{-1} < \alpha < 1$	$0 < 1 + \ln(\alpha) < 1$. Гальмування швидкості приросту	Ринковий хаос та інфляція придушують ємність ніші, витісняючи компанію в режим виживання
Системний колапс	$\alpha \leq e^{-1} \approx 0,368$	$1 + \ln(\alpha) \leq 0$. Траєкторія розвертається до нуля	Деструкція повністю блокує відтворення капіталу. Руйнація системи

Джерело: розроблено автором

Візуалізація виявлених сценаріїв (рисунок 2.4) для різних значень ентропійного коефіцієнта α проводилась в межах припущення, що K_0 відображає загальний обсяг доступного для реалізації діяльності бізнес-структури ринку, який доречно виразити як одиницю або 100%. Відповідно величина $N(t)$ відображає частку ринку, яка охоплена діяльністю бізнес-структури, а K_{fact} – фактичну ємність середовища.

Очевидно, що при $\alpha > 1$ (зона антикрихкого прориву) висхідна крива перетинає базову «стелю» K_0 і продовжує стрімко підніматися вгору, виходячи на нове, більш високе динамічне плато $K_{fact} > K_0$ (рисунок 2.4а). Така динаміка відображає стрімке прискорене зростання. Регуляторний потенціал перевищує деструктивний хаос ($H(R) > H(D)$). Множник $(1 + \ln(\alpha)) > 1$ забезпечує ефект екосистемного резонансу та розширення ринкових меж бізнес-структури.

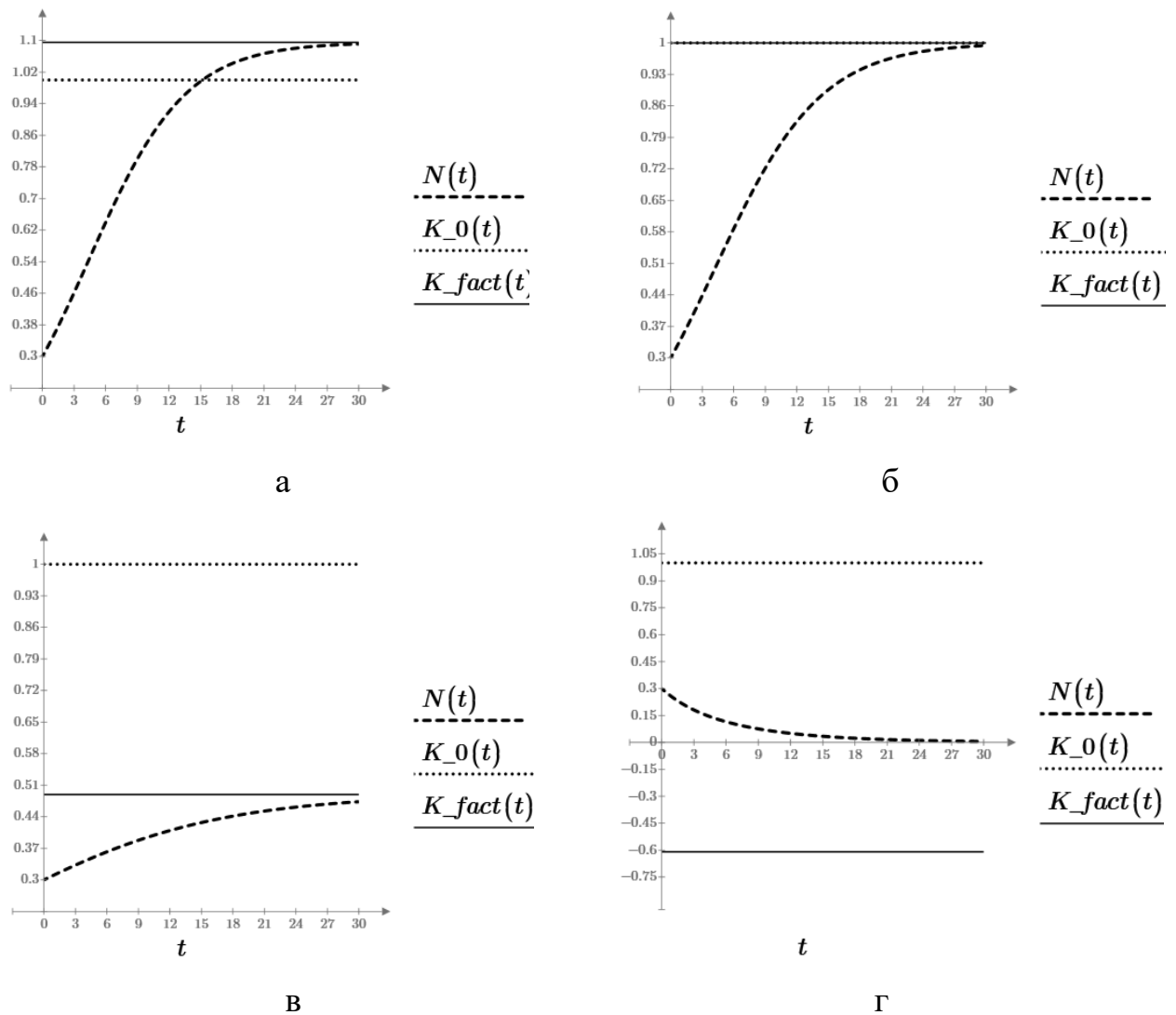


Рис. 2.4. Графічна інтерпретація режимів функціонування бізнес-структури залежно від коефіцієнта ентропійного співвідношення α при $r_0 = 0,2$; $K_0 = 1$; $N(0) = 0,3$: а) при $\alpha = 1,1$; б) при $\alpha = 1$; в) при $\alpha = 0,6$; г) при $\alpha = 0,2$

Джерело: побудовано автором

В точці гомеостазу $\alpha = 1$ (баланс ентропій) спостерігається класична логістична крива Ферхюльста, яка плавно виходить на горизонтальну асимптоту, яка збігається з базовою лінією K_0 (рисунок 2.4б). Це є траєкторія стабільного розвитку, який забезпечується кібернетичною рівновагою ($H(R) = H(D)$) та супроводжується рівністю фактичного та базового потенціалів:

$$r_{fact} = r_0, K_{fact} = K_0.$$

В ситуації $e^{-1} < \alpha < 1$ (зона згасання та помірної компресії) (рисунок 2.4в) полога висхідна крива не досягає базової лінії K_0 і передчасно виходить на

занижене плато $K_{fact} < K_0$, що пов'язано з неефективністю регулятора в умовах підвищеного екзогенного тиску ($H(R) < H(D)$). Така деструкція частково пригнічує самоорганізацію, викликає дефіцит ресурсного забезпечення та знижує граничну місткість бізнес-структури.

В зоні системного колапсу ($\alpha \leq e^{-1} \approx 0,368$) (рисунок 2.4г) крива $N(t)$ стрімко спадає до осі абсцис ($N(t) \rightarrow 0$). Такий перехід системи у стан неконтрольованої деградації пов'язаний із тим, що рівень деструкції перевищує адаптаційні можливості більш ніж у $e \approx 2,718$ разів, що призводить до втрати життєздатності бізнес-структури.

На рисунку 2.4 відображаються чотири ключові кібернетичні режими: від екосистемного прориву ($\alpha > 1$) до повної деградації системи ($\alpha \leq 0,368$). Точка $\alpha = 1$ виступає природним вододілом (межею нормального гомеостазу), тоді як перетин значення $\alpha_{crit} = e^{-1}$ позначає критичний поріг, за яким настає інверсія вектора розвитку та системний колапс підприємства.

Отриману неперервну модель (2.7) використаємо у якості основи для подальшої дискретизації, шляхом введення фактору часового лагу Δt прийняття рішень.

Дискретизація за методом Ейлера передбачає представлення

$$\frac{dN(t)}{dt} \approx \frac{N_{t+\Delta t} - N_t}{\Delta t},$$

яке, у припущенні, що ендегенний та екзогенний ентропійні показники залежать від моменту часу, дозволяє звести (2.7) до форми

$$N_{t+1} = N_t + \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) \cdot N_t \cdot \left(1 - \frac{N_t}{K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))}\right). \quad (2.8)$$

Співвідношення (2.8) є дискретним нелінійним відображенням, параметри стійкості якого безпосередньо визначаються композицією внутрішніх кінетичних характеристик (r_{fact} , K_{fact}) та величиною кроку часової дискретизації Δt . Здійснемо його детальний математичний аналіз.

Так, для пошуку точок рівноваги прирівняємо $N_{t+1} = N_t = N^*$. З огляду на (2.8) отримуємо рівняння:

$$\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) \cdot N_t \cdot \left(1 - \frac{N_t}{K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))}\right) = 0,$$

розв'язки якого мають наступні кількісні та якісні характеристики: $N_1^* = 0$ – точка тривіальної рівноваги (деградація структури); $N_2^* = K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ – точка цільового гомеостазу, де система повністю освоєє доступну ємність середовища [21].

У неперервному представленні моделі (2.2) рівноважний стан $N^*=K$ характеризується абсолютною асимптотичною стійкістю. Натомість у дискретному аналогу стабільність цієї фіксованої точки вже детермінується «енергетикою» відповідного управлінського циклу.

Для того, щоб точка рівноваги $N_2^* = K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ була стійкою, необхідно, щоб значення похідної функції

$$f(N_t) = N_t + \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) \cdot N_t \cdot \left(1 - \frac{N_t}{K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))}\right) \quad (2.9)$$

в цій точці за модулем не перевищувало одиницю ($|f'(N_2^*)| < 1$) [125]. Відповідно, випадок $|f'(N_2^*)| = 1$ відображає межу стійкості.

Після диференціювання рівняння (2.9) маємо

$$f'(N_t) = 1 + \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) - \frac{2 \cdot \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) \cdot N_t}{K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))} \quad (2.10)$$

та отримуємо умову стабільності:

$$|1 - \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))| < 1,$$

яка відображає фундаментальне обмеження для менеджменту:

$$0 < \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) < 2. \quad (2.11)$$

Здійснимо інтерпретацію виразу (2.11) стосовно розвитку бізнес-структур з урахуванням аналітичних умов монотонності [125]. У першу чергу розглянемо ситуацію стабільного співвідношення між зовнішнім середовищем та регулюючим контуром бізнес-структури, що відповідає усталеному значенню коефіцієнта ентропійного співвідношення $\alpha = Const$. У цьому випадку у контурі монотонної конвергенції ($0 < \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) < 1$) траєкторія розвитку підприємства характеризується плавним асимптотичним наближенням до

граничної межі $K_{fact,t}$, рівень якої залежить від коефіцієнта ентропійного співвідношення α (таблиця 2.2, рисунок 2.4).

Зокрема, в межах реалізації концепції «ощадливого управління» ($\alpha = 1$) стійкість розвитку бізнес-структури залежить, крім іншого, від кроку координації управлінських процесів Δt .

У контурі затухаючих осциляцій ($1 < \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) < 2$) спостерігається ефект динамічного «перельоту» системи за межу $K_{fact,t}$ з її подальшим поверненням у рівноважний стан, що генерує локальні циклічні стрибки, які нівелюються за рахунок внутрішніх ресурсів бізнес-структури (рисунок 2.5). При цьому виникнення та інтенсивність затухання безпосередньо залежить від управлінського кроку Δt .

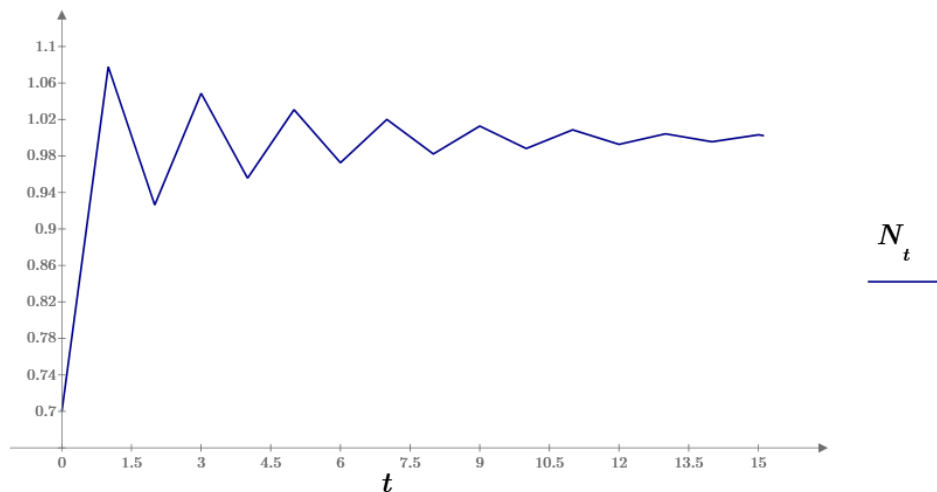


Рис. 2.5. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі

затухаючих осциляцій при $r_0 = 0,2$; $K_0 = 1$; $N(0) = 0,7$; $\alpha = 1$; $\Delta t = 6$

Джерело: побудовано автором

Точка $\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) = 2$ є точкою втрати стійкості. В ній система втрачає здатність підтримувати (повертатись) у стаціонарний стан (рисунок 2.6).

З огляду на те, що величина $r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ є функцією від поточного ентропійного балансу, це дозволяє детально простежити можливі сценарії деструктивного розпаду системи.

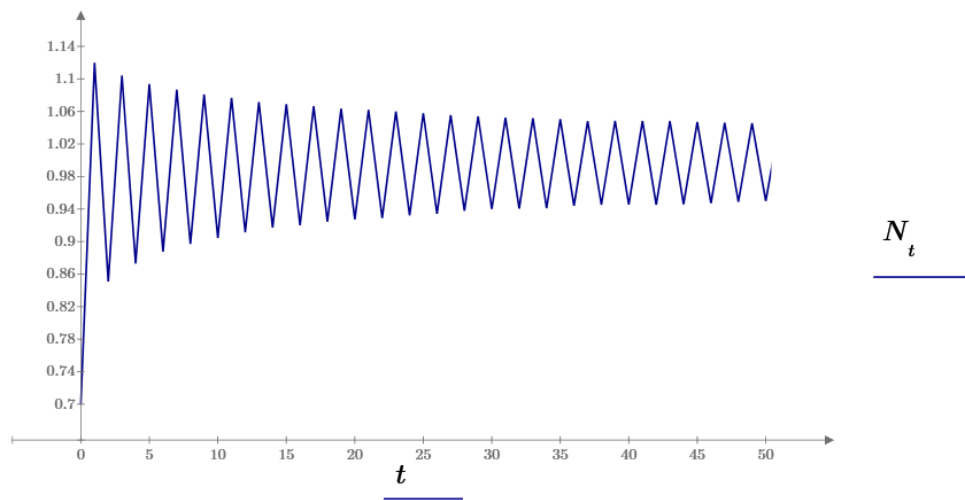


Рис. 2.6. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі затухаючих осциляцій при $r_0 = 0,2$; $K_0 = 1$; $N(0) = 0,7$; $\alpha = 1$; $\Delta t = 10$

Джерело: побудовано автором

Так, невизначеність ендегенного середовища супроводжується ескалацією його складності ($H(D) \uparrow$). За умови низької ефективності інструментарію «інженерії різноманітності» ($H(R) \ll H(D)$) фактичний темп розвитку r_{fact} і ємність середовища K_{fact} стрімко знижується.

Парадоксально, але це може тимчасово стабілізувати систему, проте така стабілізація відбувається на гранично низькому, регресивному рівні траєкторії N (рисунок 2.7).

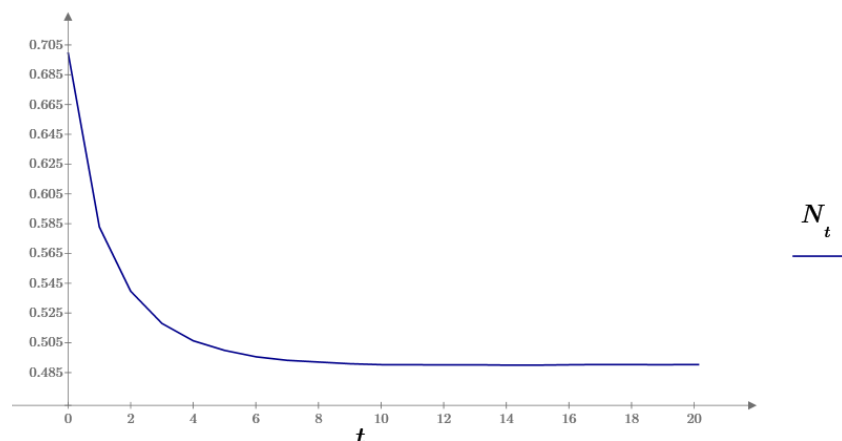


Рис. 2.7. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі $H(R) \ll H(D)$ при $r_0 = 0,2$; $K_0 = 1$; $N(0) = 0,7$; $\alpha = 0,6$; $\Delta t = 4$

Джерело: побудовано автор

При цьому значна затримка прийняття рішення може супроводжуватись масштабування управлінської кризи та її наслідків (рисуюнок 2.8).

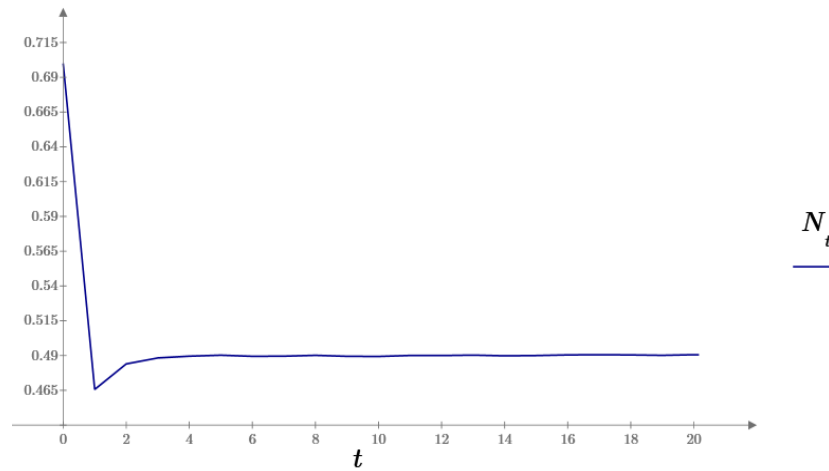


Рис. 2.8. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі

$$H(R) \ll H(D) \text{ при } r_0 = 0,2; K_0 = 1; N(0) = 0,7; \alpha = 0,6; \Delta t = 8$$

Джерело: побудовано автором

У свою чергу, якщо бізнес-структура намагається форсувати темпи власного зростання без належної швидкості координації управлінських процесів (гіперактивне управління $H(R) \gg H(D)$ при великій тривалості циклу Δt), інтегральний добуток $\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ долає критичний пороговий ліміт, що дорівнює 2. Зокрема, у діапазоні $2 < \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) < 2,449$, система потрапляє у режим автоколивань (цикл періоду 2) (рисуюнок 2.9).

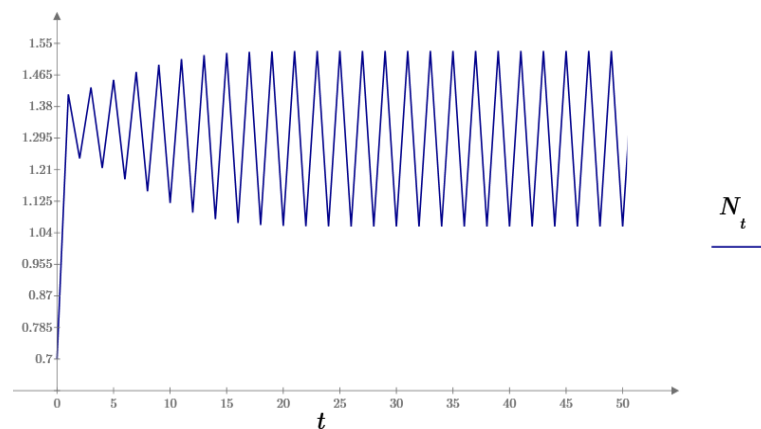


Рис. 2.9. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі

$$H(R) \gg H(D) \text{ при } r_0 = 0,2; K_0 = 1; N(0) = 0,7; \alpha = 1,4; \Delta t = 8$$

Джерело: побудовано автором

Подальше підвищення $\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ за рахунок збільшення коефіцієнта ентропійного співвідношення α або тривалості циклу Δt призводить до суттєвих структурних змін. Так, при $\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) \approx 2,449$ настає наступна біфуркація (цикл розпадається на 4 стабільні точки); за умови $\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) > 2,57$ (межа Фейгенбаума) система входить у режим детермінованого хаосу (рисунок 2.10).

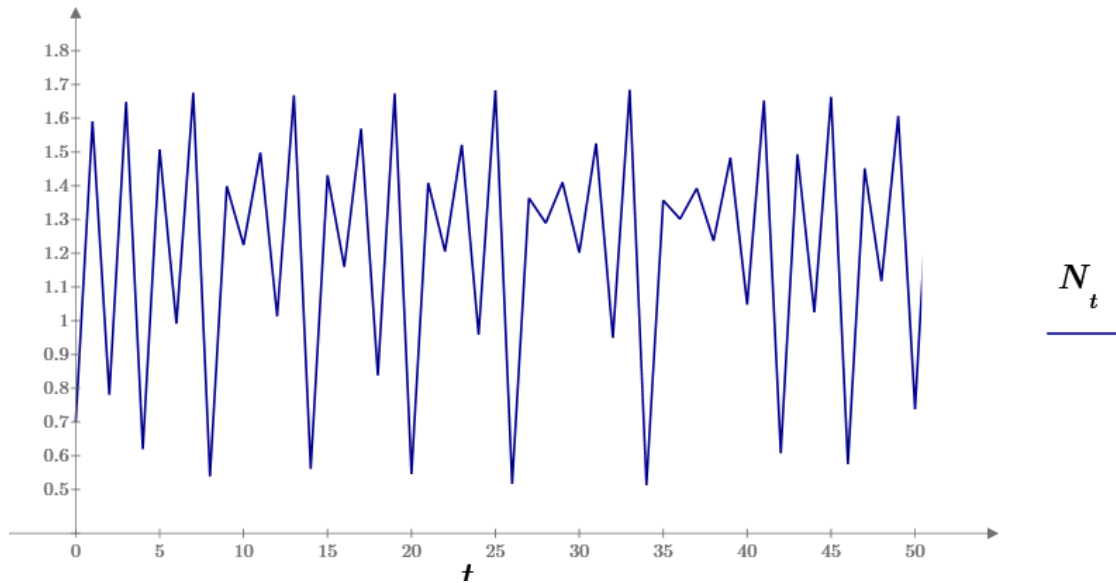


Рис. 2.10. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі

$$H(R) \gg H(D) \text{ при } r_0 = 0,2; K_0 = 1; N(0) = 0,7; \alpha = 1,4; \Delta t = 10$$

Джерело: побудовано автором

Якщо параметр росту перевищує значення 3 ($r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) > 3$), то гальмівна сила нелінійного члена стає занадто потужною і викликає колапс системи [125].

Отже, за умов успішної капіталізації механізмів із наявної бази управлінських рішень ($H(R) \uparrow$), інституційний ліміт $K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ починає динамічно розширюватися. Проте якщо темпи приросту $K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ стають надмірно високими, бізнес-структура ризикує не встигнути сформувати достатній рівень «інерції» (акумулювати необхідні ресурси).

Це зумовлює виникнення ефекту «розриву тканини» організації через

критичну невідповідність параметрів внутрішньої структури новим масштабам ринкової присутності.

Розглянемо особливості розвитку бізнес-структури в умовах екзогенних шоків, запинившись на випадку $0 < \Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D)) < 1$. Траєкторія розвитку у цьому випадку безпосередньо залежить від реакції менеджменту на кризове явище.

При цьому у випадку своєчасного реагування динамічний сценарій ентропійного шоку розгортається як послідовний процес дестабілізації, уповільнення та відновлення системного балансу (рисунк 2.11).

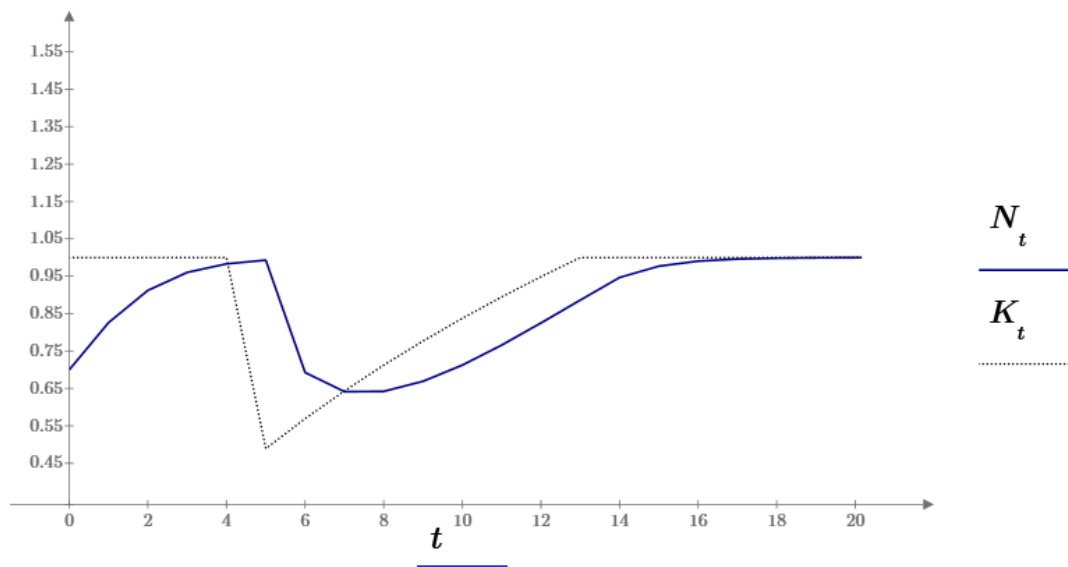


Рис. 2.11. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі послідовного відновлення показника α при $r_0 = 0,2$; $K_0 = 1$; $N(0) = 0,7$;

$$\alpha_{ш} = 0,6; \alpha_0 = 1,0; \Delta t = 3$$

Джерело: побудовано автором

У початковому стані, коли ентропійний коефіцієнт дорівнює $\alpha_0 = 1,0$, система перебуває у стабільному режимі, оскільки різноманітність регуляторних механізмів відповідає деструктивному тиску середовища ($H(R) = H(D)$). Логарифмічний регулятор дорівнює $f(1,0) = 1 + \ln(1,0) = 1,0$, завдяки чому фактична ємність відповідає вихідному рівню $K_{fact} = K_0$, а внутрішній темп зростання становить $r_{fact} = r_0$. Рівноважний стан системи $N^* = K_0$ є

асимптотично стійким із базовим часом релаксації $T_{rel} = \frac{1}{r_0} \cdot \alpha$

Стрибкоподібне падіння показника до рівня $\alpha_{ш} = 0,6$ знаменує фазу гострого системного шоку, спричиненого збоями інфраструктури або втратою керованості, коли $H(D) > H(R)$. Регулятор миттєво падає до $f(0,6) = 1 + \ln(0,6) \approx 0,49$, що скорочує фактичну ємність до $K_{fact} \approx 0,49K_0$ та уповільнює внутрішню реакцію до $r_{fact} \approx 0,49r_0$.

Наслідки для стійкості є двоїстими: з одного боку, точка рівноваги зсувається вниз до $N^*(0,6) \approx 0,49K_0$, змушуючи поточну величину $N(t)$ стрімко скорочуватися через ресурсно-технологічний дефіцит. З іншого боку, час релаксації збільшується у два рази $T_{rel} \approx \frac{2}{r_0}$. Це свідчить про те, що під час шоку система не лише втрачає масштаб, а й стає вдвічі повільнішою у здатності адаптуватися до будь-яких подальших збурень.

Подальше повільне повернення коефіцієнта до вихідного рівня $\alpha \rightarrow 1,0$ за законом $\alpha(t) = 1 - 0,4e^{-\mu t}$ відображає процес відновлення впорядкованості та цифровізації. Упродовж цієї фази регулятор $f(\alpha(t))$ поступово зростає від 0,49 до 1,0, розширюючи граничну ємність $K_{fact}(t)$ до K_0 , підвищуючи швидкість системної реакції $r_{fact}(t)$ до r_0 . та скорочуючи час релаксації до $T_{rel} = \frac{1}{r_0}$. Загальна тривалість виходу з кризи визначається кумулятивним ефектом від власного часу релаксації системи та темпу відновлення її ентропійного потенціалу μ .

Динамічний сценарій, у якому після стрибкоподібного падіння ентропійний коефіцієнт «застрягає» навколо зниженого рівня ($\alpha = 0,6$) і довго не відновлюється, описує перехід бізнес-структури у стан хронічної системної кризи та депресивного статусу-кво.

У момент самого шоку регулятор нелінійно скорочується до значення $f(0,6) = 1 + \ln(0,6) \approx 0,49$. Це спричиняє миттєве падіння фактичної граничної ємності до $K_{fact} \approx 0,49K_0$ та скорочення потенціалу внутрішнього зростання до $r_{fact} \approx 0,49r_0$. Поточний показник діяльності підприємства $N(t)$, який на момент

шоку знаходився на рівні K_0 , раптово опиняється в умовах дворазового перевищення нових граничних меж системи (рисунок 2.12).

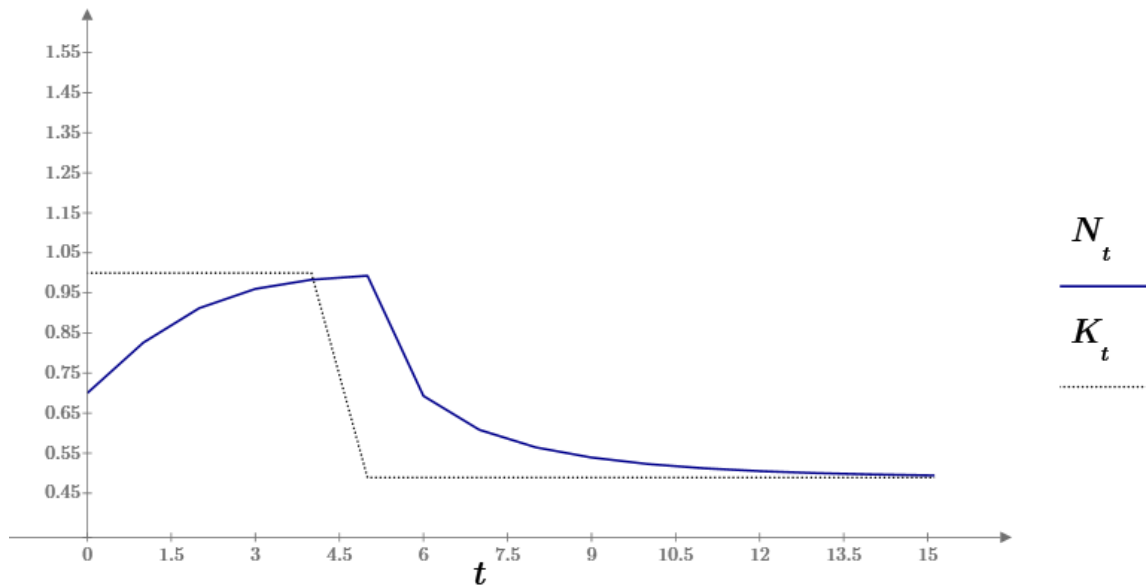


Рис. 2.12. Графічна інтерпретація функціонування бізнес-структури в режимі затримки відновлення показника α при $r_0 = 0,2$; $K_0 = 1$;

$$N(0) = 0,7; \alpha_{ш} = 0,6; \alpha_0 = 1,0; \Delta t = 3$$

Джерело: побудовано автором

Затримка (фіксація) значення $\alpha = 0,6$ призводить до того, що система позбавляється імпульсу до автоматичного відновлення і починає примусово адаптуватися до заниженого атрактора $N^*(0,6) = 0,49K_0$. Процес даунсайзингу супроводжується стрімким вимушеним скиданням активів, скороченням штату та втратою частки ринку, оскільки система не спроможна утримувати попередній масштаб за наявного рівня ентропійної дезорганізації $H(D) > H(R)$.

Головний наслідок тривалої затримки полягає у деградації динамічної стійкості, через що характеристичний час релаксації зростає приблизно у два рази: $T_{rel} = \frac{1}{0,49r_0} \approx \frac{2}{r_0}$. Підприємство втрачає гнучкість і стає надзвичайно вразливим: будь-яке нове, навіть незначне зовнішнє збурення або ринковий коливальний імпульс викликає тривалу та болісну реакцію, оскільки швидкість демпфування шоків скоротилася вдвічі.

Економічний зміст цієї затримки полягає у виникненні «пастки низької

ефективності». Бізнес-структура стабілізується у новій точці рівноваги $N^*(0,6)$, проте цей стан є депресивним: підприємство виживає, але функціонує на половину своєї базової потужності K_0 , володіючи слабким потенціалом адаптивності та високою чутливістю до ринкових загроз. Вихід із цієї пастки є неможливим лише за рахунок внутрішніх резервів логістичного зростання r_{fact} і вимагає цілеспрямованих інвестицій у цифровізацію та систему менеджменту для підйому показника α вгору.

Таким чином, побудована модель математично доводить, що стійкість бізнес-структури не є її статичною характеристикою. Вона постає як динамічний баланс між ентропійною потужністю (швидкістю та якістю опрацювання вхідної складності) та інституційною інерцією (частотою і релевантністю прийняття управлінських рішень).

Отримані результати дозволяють обґрунтувати теоретичну концепцію «інженерії різноманітності» як цілеспрямованого, активного процесу формування та диверсифікації внутрішньої бази алгоритмічних і цифрових механізмів адміністрування підприємства. Зокрема встановлено, що ключові кінетичні параметри моделі – внутрішній потенціал зростання та динамічна місткість екологічної ніші – не є константними величинами, а постають як нелінійні функції від поточного ентропійного балансу. Вказаний підхід дозволяє здійснити кількісний моніторинг та операційне вимірювання ступеня виконання фундаментального закону необхідної різноманітності В. Ешбі в режимі реального часу.

У свою чергу математичний аналіз розробленого рекурентного рівняння (дискретного нелінійного відображення) продемонстрував, що параметрична стійкість гомеостазу сучасної бізнес-структури критично залежить від безрозмірного інтегрального індикатора $\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$. Характер коливань та амплітудний діапазон змін цього показника безпосередньо зумовлюють напрямок еволюційної траєкторії підприємства, визначаючи режими від монотонної конвергенції до детермінованого хаосу.

При цьому аналіз архітектури логістичних моделей та інтеграції

кібернетичних законів із апаратом нелінійної динаміки дозволило ідентифікувати й формалізувати крок часової дискретизації управління Δt як критичний параметр системної стійкості бізнес-структур.

У межах запропонованої концепції доведено, що стрімке екзогенне стиснення ресурсного обсягу ринкового середовища під впливом «ентропійного преса» вимагає миттєвої синхронізації та стиснення тривалості управлінського циклу Δt . Навпаки, надмірний часовий лаг у прийнятті рішень трансформується у самостійне ендегенне джерело хаотизації, що деструктивно впливає на загальний стан організації. Отже, для збереження системної стійкості в умовах перманентного хаосу (BANI-середовища) інструментарій інженерії різноманітності має бути орієнтований не стільки на ізольовану максимізацію темпу зростання $r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$, скільки на цілеспрямовану мінімізацію інтегрального добутку $\Delta t \cdot r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$. Вказана задача вирішується шляхом радикального зменшення кроку часової дискретизації Δt , зокрема, за рахунок розгортання та впровадження високошвидкісних цифрових двійників (digital twins) підприємства.

Практична цінність одержаних наукових результатів полягає у формуванні інструментарію для предиктивного екосистемного менеджменту. Адже розроблений математичний апарат надає можливість аналітично розраховувати «горизонт передбачуваності» для складноструктурованих міжорганізаційних проєктів, а також обчислювати оптимальну швидкість генерування та впровадження керуючих дій, що дозволяє упереджувати входження бізнес-структури у фази некерованих біфуркацій і структурного розпаду.

Перспективними напрямками подальших наукових пошуків у цьому проблемному полі є дослідження специфічних ефектів інформаційного та операційного резонансу в межах міжорганізаційних мереж.

Окремої уваги потребує подальша аналітична деталізація структурних параметрів функцій $r_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ та $K_{fact,t}(H_t(R), H_t(D))$ із залученням математичного апарату психофізичних законів сприйняття. Це дозволить коректно врахувати та формалізувати вплив людського фактора в контурі

цифрового адміністрування, чітко визначивши той критичний поріг, за яким топменеджмент втрачає здатність адекватно та предиктивно реагувати на експоненціальне зростання складності середовища [21].

2.3 Моделювання коеволюції та групової динаміки бізнес-структур

Сучасний вектор макроекономічної еволюції світового та національного господарського простору визначається суттєвим загостренням процесів перманентної турбулентності, що знаходить своє теоретичне відображення у концептуальних положеннях парадигми BANI-світу [108]. За таких обставин динаміка ринкового оточення трансформується у площину екстремальних нелінійних проявів, які супроводжуються імпульсними флуктуаціями ресурсного забезпечення, критичними безпековими шоками та системно форсованою індустріальною цифровізацією.

Попередні наукові пошуки авторів цього дослідження, спрямовані на математичну формалізацію параметрів індивідуальної стійкості окремих підприємств, наочно підтвердили наявність стійкого «розриву складності» та дозволили обґрунтувати, що ізольовані мікроекономічні системи за умов виникнення критичних управлінських лагів є високодеструктивними та схильними до незворотної втрати гомеостазу [21]. Водночас у реальному ринковому середовищі жоден економічний суб'єкт не здійснює життєдіяльність у повній ізоляції. Масштабна мінливість екзогенного ландшафту не просто чинить тиск на поодинокі ринкові одиниці, а й докорінно перебудовує внутрішню архітектуру та еволюційні траєкторії процесів розвитку складних інтегрованих конгломератів і багатокомпонентних бізнес-структур у межах їхньої сумісної групової динаміки [22].

У кібернетичному вимірі еволюційні процеси розвитку груп бізнес-структур постають як результат складної нелінійної взаємодії множини контурів прямого та зворотного зв'язку. При цьому фундаментальний закон необхідної різноманітності В. Ешбі [90] постулює, що для забезпечення тривалого й

життєздатного функціонування у високотурбулентному середовищі система зобов'язана безперервно нарощувати власну внутрішню складність та регуляторний потенціал. Коли темпи екзогенних трансформацій зростають експоненціально, традиційні імперативи розвитку (зокрема, масштабування діяльності, ринкова експансія чи внутрішня оптимізація) починають критично залежати від специфіки та характеру міжорганізаційних взаємозв'язків – від жорсткої прямої конкуренції за обмежену місткість ринкової ніші до мутуалістичного симбіозу в межах сучасних цифрових платформ та мережевих екосистем.

Класичні підходи до моделювання групової динаміки розглядають зазначені процеси розвитку або у вигляді ізольованих лінійних трендів, або як статичні стани рівноваги (наприклад, у межах концепцій екологічних ніш чи промислових кластерів) [176], де параметри взаємодії компаній трактуються як незмінні величини, що й досі часто практикується в сучасних наукових дослідженнях [119]. Насправді ж, під кумулятивним тиском мінливого макрооточення, самі процеси розвитку та інтенсивність взаємовпливу бізнес-структур трансформуються у динамічні функції, параметризовані рівнем накопиченої екзогенної та ендогенної ентропії.

Коректним математичним базисом для адекватного відображення таких еволюційних процесів може виступати конкурентна модель Лотки-Вольтерри [126] або її різноманітні теоретичні модифікації [105]. Проте її традиційне практичне застосування у формі системи неперервних диференціальних рівнянь повністю ігнорує реальну дискретну природу прийняття управлінських рішень та наявність часових інформаційних лагів. В умовах високої нестабільності це призводить до викривлених теоретичних висновків про нібито «хибну стабільність» та квазірівновагу ринку. Відтак, постає об'єктивна та гостра наукова потреба у розробці й обґрунтуванні дискретного математичного інструментарію, який дозволяє формалізувати процеси спільного розвитку та групову динаміку бізнес-структур як функцію від параметрів мінливості середовища, чітко ідентифікуючи аналітичні умови збереження коаліційної

стійкості та критичні точки переходу системи до режимів детермінованого хаосу.

Проблематика математичного моделювання міжорганізаційної взаємодії та еволюційного розвитку складних систем тривалий час перебуває у центрі уваги фундаментальних кібернетичних та економічних досліджень. Першооснови аналізу групової динаміки крізь призму концепції ринкових ніш та системної архітектури взаємозв'язків було закладено у теорії організаційної екології М. Хеннана та Дж. Фрімана [140], а також у межах класичної кластерної парадигми М. Портера [176]. Проте у зазначених канонічних працях еволюційні процеси, що протікають у групах компаній, аналізуються переважно у статичному інституційному контексті, за якого адаптивні коефіцієнти та параметри середовища інтерпретуються як незмінні в часі величини.

Новий імпульс розвитку цього напрямку, пов'язаний із застосуванням нелінійного апарату біологічної кібернетики (зокрема, систем рівнянь Лотки-Вольтерри) для моделювання макро- та мікроекономічних процесів, було сформовано у працях Дж. Біші, К. Чіарелли та М. Копеля. Автори переконливо довели імманентну схильність олігополістичних ринків та взаємодіючих сукупностей бізнес-структур до генерації складних нелінійних коливань, флуктуацій та виникнення критичних точок біфуркації [103].

Паралельно з цим, питання інформаційного й кумулятивного навантаження на економічні системи, а також оцінювання їхнього адаптаційного потенціалу на основі термодинамічних аналогій та ентропійних балансів, активно досліджувалися крізь призму концепцій керованої самоорганізації у фундаментальних роботах М. Прокопенка [180].

Сучасний етап еволюції наукової думки демонструє виразний вектор на адаптацію інструментарію моделювання групової динаміки бізнес-структур до специфіки функціонування у високотехнологічних та гіпермінливих бізнес-ландшафтах.

Так, у науковому дослідженні Р. Іванова та Н. Максишко [147] отримала подальший розвиток теорія динамічних систем; авторами було запропоновано ефективний числовий метод розв'язання задачі оцінювання результатів

коаліційної взаємодії між банківськими установами та страховими компаніями на базі системи диференціальних рівнянь. У роботі детально розглянуто адитивний та мультиплікативний типи міжорганізаційного впливу, що дозволило комплексно дослідити та проаналізувати групову динаміку для різноманітних варіацій і сценаріїв взаємного детермінування діяльності досліджуваних суб'єктів.

У дослідженні Б. Ши, У. Лі, Т. Ляна та їхніх співавторів [195], за допомогою залучення модифікованих рівнянь Лотки-Вольтерри, було успішно формалізовано складні процеси коеволюції та спільного розвитку сервісних екосистем під безпосереднім впливом екзогенних технологічних драйверів.

Водночас у праці У. Озділека [173] класична модель Лотки-Вольтерри оригінально інтегрується з ентропійно-максимізуючими моделями (зокрема, із залученням теорії просторової гравітації А. Вільсона). Такий підхід відкрив можливість ефективно враховувати просторову зв'язність і жорсткі ресурсні обмеження ринкового оточення під час прогнозування групових траєкторій еволюції підприємств.

Окреме місце у цьому дослідницькому полі посідає стаття О. Михайловської та О. Ляшенко [170], де запропоновано трикомпонентну модель взаємодії різних типів економічних агентів: стратегічних реформаторів, інерційних акторів та кооператорів у контурі забезпечення інституційної стійкості. Методологічний каркас зазначеного дослідження сформовано на основі глибокої модифікації нелінійного апарату Лотки-Вольтерри, інструментарію якісного фазового аналізу, а також концептуальних положень системної динаміки у поєднанні з компаративним моделюванням адаптивних реакцій та оцінюванням параметрів інституційної резильєнтності. У межах моделювання авторами було чітко ідентифіковано критичні зони вразливості архітекτονіки міжгрупової кооперації, а також аналітично розраховано біфуркаційні пороги інституційного стимулювання, які є необхідними для утримання і пролонгації загальної групової стійкості системи.

Проте, попри наявність значного масиву фундаментальних наукових

результатів, існуючі моделі групової динаміки зберігають вагоме методологічне обмеження. Зокрема, у більшості з них коефіцієнти внутрішньогрупової та міжорганізаційної взаємодії трактуються як детерміновані, статичні константи. Питання про те, яким саме чином екзогенна мінливість ринкового середовища та інформаційні лаги в контурах адміністрування трансформують базові параметри конкуренції чи симбіозу бізнес-структур, перетворюючи їх на динамічні функції від рівня накопиченої ентропії, наразі залишається концептуально нерозв'язаним. Вказана обставина суттєво актуалізує об'єктивну потребу в переході від традиційних неперервних моделей до нелінійних дискретних моделей групового розвитку під впливом чинників хаотизації зовнішнього простору [26].

Отже, завданням подальшого дослідження є математична формалізація, теоретичне обґрунтування та практична верифікація нелінійного дискретного інструментарію моделювання спільного розвитку та групової динаміки бізнес-структур. Адже цей інструментарій інтегрує базові кібернетичні закони адаптації та регулювання у систему різницевих рівнянь типу Лотки-Вольтерри, що дозволить предиктивно ідентифікувати критичні параметри, біфуркаційні пороги та аналітичні умови збереження коаліційної стійкості міжорганізаційних систем за умов руйнівного впливу мінливості й хаотизації.

Перехід від аналізу індивідуальної траєкторії стійкості окремого економічного суб'єкта до комплексного моделювання еволюційних процесів розвитку взаємодіючих груп бізнес-структур об'єктивно вимагає принципової зміни самого модельного базису. Якщо специфіка внутрішньої динаміки ізольованого економічного суб'єкта може бути адекватно й несуперечливо описана за допомогою класичного нелінійного логістичного рівняння [35], то її безпосередня інтеграція у складне міжорганізаційне середовище неминуче породжує ефекти синергетичної коеволюції та взаємного детермінування. За таких обставин, одним із найбільш релевантних та аналітично потужних інструментів для коректного математичного відображення і дослідження подібних процесів постає апарат нелінійних звичайних диференціальних рівнянь [147].

Розглянемо процес динамічної взаємодії двох бізнес-структур (або двох інтегрованих груп), де змінні $N_1(t), N_2(t)$ виступають як базові інтегральні показники рівня їхнього еволюційного розвитку, що змінюються в часі (наприклад, величина консолідованого капіталу, контрольована частка профільного ринку або акумульований когнітивно-цифровий потенціал відповідної бізнес-структури).

На відміну від традиційних ортодоксальних економічних моделей, які штучно спрощують аналіз шляхом лінеаризації залежностей, концептуальний базис моделі Лотки-Вольтерри оперує перехресними множниками нелінійного типу $N_1(t) \cdot N_2(t)$. Це дозволяє математично коректно й несуперечливо описати як ефекти сумісної міжорганізаційної синергії, так і прояви зворотного взаємного тиску чи конкурентного витіснення. За такої специфікації миттєва швидкість розвитку кожної окремої групи бізнесу стає безпосередньо залежною від частоти, інтенсивності та щільності її операційних і стратегічних контактів із контрагентом. У неперервному часовому просторі зазначену закономірність можна відобразити у вигляді такої розширеної системи диференціальних рівнянь Лотки-Вольтерри [105]:

$$\begin{cases} \frac{dN_1(t)}{dt} = r_1 \cdot N_1(t) \cdot \left(1 - \frac{N_1(t)}{K_1} - a_{12} \frac{N_2(t)}{K_1}\right) \\ \frac{dN_2(t)}{dt} = r_2 \cdot N_2(t) \cdot \left(1 - \frac{N_2(t)}{K_2} - a_{21} \frac{N_1(t)}{K_2}\right) \end{cases} \quad (2.12)$$

де r_i – ендегенний потенціал зростання i -ї групи (бізнес-структури); K_i – гранична ємність ринкової ніші для відповідної групи; a_{ij} – коефіцієнт міжгрупової взаємодії, що відображає ступінь впливу j -ї групи на процеси розвитку i -ї групи.

Так, перше рівняння системи (2.12) безпосередньо відображає миттєву швидкість $\frac{dN_1(t)}{dt}$ зміни стану першої групи бізнес-структур у неперервному часовому просторі. При цьому результуючий процес розвитку аналітично декомпонується на два базові елементи.

Перший елемент відображає додатну емпіричну акселерацію $r_1 \cdot N_1(t)$, яка визначає потенціал автономного експоненціального зростання організації (тобто,

чим вищою є внутрішня операційна ефективність r_1 та поточні масштаби діяльності групи $N_1(t)$, тим вищу динаміку розвитку вона демонструє). У межах економічної теорії цей контур описує класичний «ефект масштабу», процеси капіталізації або закон саморепродукування складних систем.

Другий елемент постає як узагальнений контур від'ємного зворотного зв'язку, що виконує функцію інституційного та ресурсного гальмування процесів розвитку під впливом двох ключових чинників [26]:

- $\left(-r_1 \cdot \frac{N_1^2}{K_1}\right)$ – внутрішньогрупова конкуренція (класичний ефект Ферхюльста), яка відображає затухання динаміки зростання через механізми самообмеження: виникнення дефіциту внутрішніх ресурсів, організаційне бюрократизування або локальне перенасичення власної ринкової ніші;

яка відображає затухання динаміки зростання через механізми самообмеження: виникнення дефіциту внутрішніх ресурсів, організаційне бюрократизування або локальне перенасичення власної ринкової ніші;

- $\left(-r_1 \cdot a_{12} \cdot \frac{N_1(t)N_2(t)}{K_1}\right)$ – міжгруповий пресинг (ефект Лотки-Вольтерри)

описує, яку саме частку інтегральної місткості ринку першої групи поглинає (або блокує) друга група. При цьому коефіцієнт a_{12} виступає в ролі специфічного масштабатора, який кількісно показує, скільки умовних одиниць дефіцитного ресурсу першої групи безпосередньо споживає чи нейтралізує одна одиниця системного потенціалу другої групи.

Аналогічні кінетичні властивості, з відповідним дзеркальним відображенням внутрішньосистемних та міжгрупових зв'язків, характеризують і друге рівняння системи (2.12), яке описує динаміку швидкості зміни стану другої групи бізнес-структур у неперервному часовому просторі.

Особливість запропонованого підходу полягає в тому, що коефіцієнти міжгрупової взаємодії a_{ij} (їхні кількісні та якісні параметричні характеристики) не є статичними константами, а здатні динамічно трансформуватися під безпосереднім впливом мінливості екзогенного середовища та рівня накопиченої інформаційної ентропії.

Залежно від знаків, амплітуди та траєкторії змін цих коефіцієнтів, процеси сумісного розвитку груп бізнес-структур можуть набувати трьох базових стратегічних режимів [26]:

- режим чистої (симетричної) конкуренції $a_{12} > 0$; $a_{21} > 0$: у цьому стані групи бізнес-структур здійснюють агресивну, взаємопригнічуючу боротьбу за обмежений обсяг платоспроможного попиту та дефіцитні інвестиційні ресурси. Ескалація мінливості зовнішнього середовища змушує бізнес-структури нерационально витрачати свій негентропійний потенціал на конкурентне протистояння та захист ринкових позицій, а не на інноваційний розвиток;

- режим мутуалістичного симбіозу $a_{12} < 0$; $a_{21} < 0$: за таких умов еволюційний розвиток однієї групи кореляційно розширює інформаційний «горизонт видимості», генерує мережеві синергії та штучно піднімає ефективну місткість ринкової ніші для іншої групи. Це призводить до радикального зниження загального рівня ентропії інтегрованої системи, що є фундаментальною ознакою функціонування сучасних цифрових платформ, бізнес-мереж та багатовузлових екосистем;

- асиметричний режим комерційного домінування «платформа–агент» $a_{12} < 0$; $a_{21} > 0$ або $a_{12} > 0$; $a_{21} < 0$: цей стан постає як точний економічний аналог кібернетичної системи «хижак–жертва», де одна (домінуюча або ядерна) група масштабує свій розвиток, максимізує капіталізацію та поглинає ринкову владу за рахунок прямого вилучення вільних ресурсів, експлуатації та інформаційного асиметричного контролю над іншою (периферійною) групою акторів.

Аналіз стійкості системи (2.12) є ключовим елементом моделювання взаємодії двох бізнес-структур (або двох сегментів/контурів).

Точки рівноваги системи (2.12) знаходяться з умови $\frac{dN_1}{dt} = 0$ та $\frac{dN_2}{dt} = 0$ [125]. Тобто

$$\begin{cases} r_1 \cdot N_1(t) \cdot \left(1 - \frac{N_1(t)}{K_1} - a_{12} \frac{N_2(t)}{K_1}\right) = 0; \\ r_2 \cdot N_2(t) \cdot \left(1 - \frac{N_2(t)}{K_2} - a_{21} \frac{N_1(t)}{K_2}\right) = 0. \end{cases} \quad (2.13)$$

Існують чотири можливі розв'язки системи (2.13) (стаціонарні точки) $E(N_1^*, N_2^*)$: $E_0(0,0)$ – тривіальна точка (повна відсутність бізнес-структур); $E_1(K_1, 0)$ – монополія першої бізнес-структури (друга витіснена); $E_2(0, K_2)$ –

монополія другої бізнес-структури (перша витіснена); $E_3(N_1^*, N_2^*)$ – точка внутрішньої стаціонарності співіснування (ненульова рівновага), координати якої задані виразами:

$$N_1^* = \frac{K_1 - a_{12}K_2}{1 - a_{12}a_{21}}; N_2^* = \frac{K_2 - a_{21}K_1}{1 - a_{12}a_{21}}, \quad (2.14)$$

яку можна охарактеризувати, як стан, що відображає режим сталого довгострокового сумісного розвитку, за якого обидва суб'єкти утримують певні частки ринкового простору (кoeволюційне співіснування).

З економічної точки зору, саме точка (2.14) є найбільш значущою для моделювання екосистем, оскільки вона описує баланс сил у міжорганізаційному середовищі. Залежно від знаків динамічних коефіцієнтів взаємодії, деформованих інформаційною ентропією, ця точка може характеризувати як хиткий компроміс у контрольованій конкуренції, так і стійке, високорентабельне процвітання партнерів.

Аналіз асимптотичної стійкості локалізованих точок рівноваги (тобто визначення здатності системи взаємодіючих груп бізнес-структур самостійно повертатися до стану динамічного гомеостазу після руйнівного впливу зовнішніх шоків хаотичного макросередовища) здійснювався на основі методу Ляпунова [125], який передбачає проведення процедури лінеаризації вихідної нелінійної системи співвідношень в околі кожної стаціонарної точки шляхом побудови відповідної матриці Якобі для системи (2.12)

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial N_1} & \frac{\partial f_1}{\partial N_2} \\ \frac{\partial f_2}{\partial N_1} & \frac{\partial f_2}{\partial N_2} \end{pmatrix},$$

$$\text{де } f_1 = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1} - a_{12} \frac{N_2}{K_1}\right) \text{ та } f_2 = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2} - a_{21} \frac{N_1}{K_2}\right).$$

Елементи матриці Якобі у даному випадку набувають вигляду:

$$\frac{\partial f_1}{\partial N_1} = r_1 \left(1 - \frac{2N_1}{K_1} - a_{12} \frac{N_2}{K_1}\right);$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial N_2} = -r_1 a_{12} \frac{N_1}{K_1};$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial N_1} = -r_2 a_{21} \frac{N_2}{K_2};$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial N_2} = r_2 \left(1 - \frac{2N_2}{K_2} - a_{21} \frac{N_1}{K_2} \right),$$

а відповідне характеристичне рівняння:

$$\det \begin{pmatrix} r_1 \left(1 - \frac{2N_1}{K_1} - a_{12} \frac{N_2}{K_1} \right) - \mu & -r_1 a_{12} \frac{N_1}{K_1} \\ -r_2 a_{21} \frac{N_2}{K_2} & r_2 \left(1 - \frac{2N_2}{K_2} - a_{21} \frac{N_1}{K_2} \right) - \mu \end{pmatrix} = 0. \quad (2.15)$$

Стійкість тривіальної стаціонарної точки $(N_1^*; N_2^*) = (0; 0)$ визначається власними значеннями характеристичного рівняння (2.15), які дорівнюють $\mu_1 = r_1$; $\mu_2 = r_2$.

Підстановка в систему (2.12) логарифмічного ентропійного регулятора (2.5) у формі

$$r_{i, fact} = r_{i0} \cdot (1 + \ln(\alpha_i)) \quad (2.16)$$

зводить власні числа до вигляду: $\mu_1 = r_{10} \cdot (1 + \ln(\alpha_1))$; $\mu_2 = r_{20} \cdot (1 + \ln(\alpha_2))$.

Врахування їх властивостей (див. рисунок 2.3) дозволяє стверджувати, що при $\alpha_1 < e^{-1}$; $\alpha_2 < e^{-1}$ досліджувана стаціонарна точка є стійким вузлом, що відображає відсутність життєздатності бізнес-структур в процесі їх взаємодії (див. рисунок 2.13).

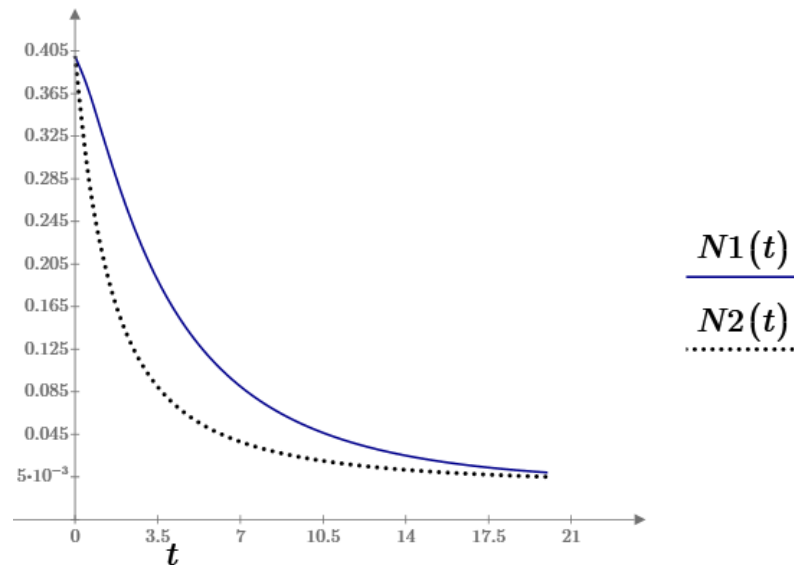


Рис. 2.13. Динаміка взаємодії бізнес-структури в режимі $\alpha_1 = 0,3$; $\alpha_2 = 0,3$:

$$r_{01} = 0,8; r_{02} = 0,6; K_{01} = 1; K_{02} = 1; N_1(0) = 0,4; N_2(0) = 0,4$$

Джерело: побудовано автором

В околі точки $(N_1^*; N_2^*) = (0; 0)$ характер взаємодії бізнес-структур є

нестійким, якщо $\alpha_1 > e^{-1}$; $\alpha_2 < e^{-1}$ або $\alpha_1 < e^{-1}$; $\alpha_2 > e^{-1}$. У цьому випадку сідлова точка відображає повну руйнацію однієї бізнес-структури та необмежене зростання показників іншої (рисунок 2.14).

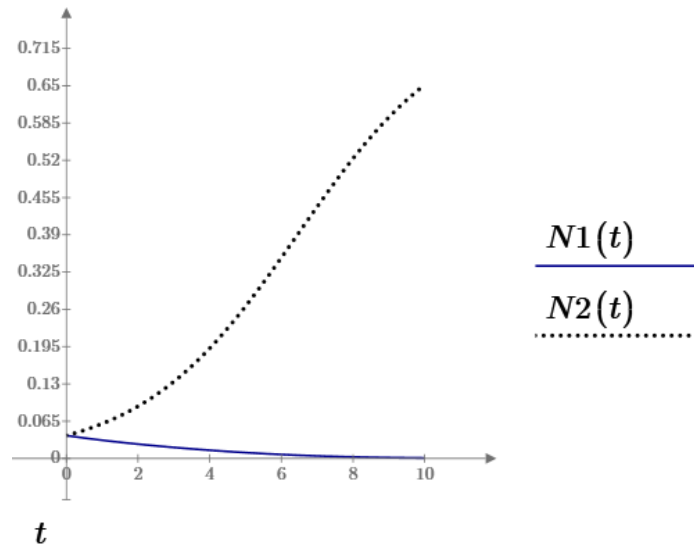


Рис. 2.14. Динаміка взаємодії бізнес-структур в околі точки $(N_1^*; N_2^*) = (0; 0)$ в режимі $\alpha_1 = 0,3$; $\alpha_2 = 0,8$; $r_{01} = 0,8$; $r_{02} = 0,6$; $K_{01} = 1$; $K_{02} = 1$;
 $N_1(0) = 0,04$; $N_2(0) = 0,04$;

Джерело: побудовано автором

При цьому в обох випадках початкові значення параметрів моделі та коефіцієнти міжгрупової взаємодії a_{ij} не впливають на загальний характер динаміки процесу в околі точки $(N_1^*; N_2^*) = (0; 0)$.

Якщо ж $\alpha_1 > e^{-1}$; $\alpha_2 > e^{-1}$ ($r_1 > 0$; $r_2 > 0$), то стаціонарна точка $(N_1^*; N_2^*) = (0; 0)$ є нестійким вузлом. З економіко-кібернетичної точки зору це означає, що за наявності бодай мінімального стартового результату чи появи базового операційного ресурсу, траєкторія системи миттєво відштовхується від нульового стану. Вона починає фазовий рух у напрямку стрімкого експоненціального зростання. Повне, абсолютне обнулення ринкового ландшафту у цьому випадку є динамічно та інституційно нестійким станом, адже економічний простір має властивість високої флуктуаційної чутливості й за наявності підприємницької ініціативи завжди прагне до самоорганізації та заповнення вакууму. З цієї точки зору у подальших дослідженнях зупинимось на

ситуації $r_{i, fact} > 0$.

Критичне значення $\alpha_i \leq e^{-1} \approx 0,368$ будемо вважати індикатором життєздатності ринкового контуру. Адже набуття коефіцієнтом ентропійного співвідношення відповідного значення перетворює стан $E_0(0,0)$ на «ресурсну ліквідаційну пастку», усунення якої можливе лише шляхом кардинальної екосистемної реорганізації управління.

Аналіз стійкості точок монопольного домінування та витіснення E_1, E_2 $((N_1^*; N_2^*) = (K_1; 0)$ або $(N_1^*; N_2^*) = (0; K_2)$), з огляду на симетрію їх координат та моделі (2.12), проведемо відносно точки E_1 , прийнявши тезу про аналогічний характер поведінки системи навколо стаціонарної точки E_2 .

Так, характеристичне рівняння (2.15) в точці E_1 набуває вигляду

$$\det \begin{pmatrix} -r_1 - \mu & -r_1 a_{12} \\ 0 & r_2 \left(1 - a_{21} \frac{K_1}{K_2}\right) - \mu \end{pmatrix} = 0,$$

а його власні значення дорівнюють $\mu_1 = -r_1$; $\mu_2 = r_2 \left(1 - a_{21} \frac{K_1}{K_2}\right)$.

З огляду на введені вище обмеження базовий (або фактичний) темп зростання $r_1 > 0$. Отже перший корінь завжди є від'ємним: $\mu_1 = -r_1 < 0$.

При цьому знак μ_2 при $r_2 > 0$ повністю залежить від співвідношення параметрів у виразі $1 - a_{21} \frac{K_1}{K_2}$. В залежності від знаку цього виразу формуються три ключові економіко-математичні сценарії.

Так, при $a_{21} > \frac{K_2}{K_1}$ маємо $\mu_1 < 0, \mu_2 < 0$ точка $E_1(K_1; 0)$ є стійким вузлом.

Економічний зміст отриманого результату можна інтерпретувати, як «захищену монополію», при якій конкурентний тиск першої системи на другу (a_{21}) є настільки потужним, що перевищує відносний потенціал другої системи (K_2/K_1). Будь-яка спроба другої бізнес-структури ввійти на ринок із малим початковим ресурсом $N_2(0) > 0$ зазнає поразки – система неминуче повернеться до монополії першої бізнес-структури $E_1(K_1, 0)$ (рисунок 2.15).

При $a_{21} < \frac{K_2}{K_1}$ власні значення мають різні знаки $\mu_1 < 0, \mu_2 > 0$, а особлива точка набуває характеру нестійкого сідла [125]. Інтерпретуємо отриманий результат, як «уразливу монополію», при якій власних ресурсів і коефіцієнта конкуренції першої системи не вистачає для блокування конкурента. Друга бізнес-структура отримує позитивний початковий імпульс зростання і система зі стану $E_1(K_1, 0)$ переходить до симетричного витіснення у точку $E_2(0, K_2)$ або або стаціонарного співіснування $E_3(N_1^*, N_2^*)$, який буде досліджено згодом.

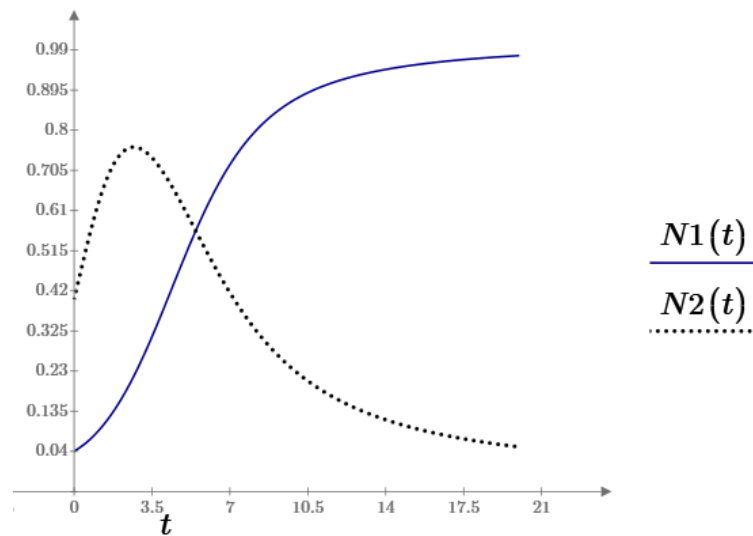


Рис. 2.15. Динаміка взаємодії бізнес-структур в околі точки $(N_1^*; N_2^*) = (K_1; 0)$ в режимі $\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; r_{01} = 0,8; r_{02} = 0,6; K_{01} = 1; K_{02} = 1;$

$$N_1(0) = 0,04; N_2(0) = 0,4; a_{12} = 0,4; a_{21} = 1,1$$

Джерело: побудовано автором

Математична умова $a_{21} = \frac{K_2}{K_1}$ ($\mu_2 = 0$) відображає точку граничної біфуркації, в якій виникає чутливість до найменших внутрішніх та зовнішніх ентропійних інноваційних коливань.

Якщо врахувати ентропійні параметри типу (2.6):

$$K_{1, fact} = K_{10} \cdot (1 + \ln(\alpha_1)); K_{2, fact} = K_{20} \cdot (1 + \ln(\alpha_2)), \quad (2.17)$$

то умова асимптотичної стійкості монополії першої системи ($\mu_2 < 0$) набуває вигляду:

$$a_{21} > \frac{K_{20} \cdot (1 + \ln(\alpha_2))}{K_{10} \cdot (1 + \ln(\alpha_1))}.$$

Отже, перша бізнес-структура може утримувати стан стійкої монополії $E_1(K_1, 0)$ (друга структура при дослідженні точки $E_2(0, K_2)$) навіть при низькій власній конкурентній агресії (a_{21}), якщо вона підтримує високий рівень ентропійного співвідношення $\alpha_1 = \frac{H(R_1)}{H(D_1)}$. Адже зростання α_1 збільшує робить поріг стійкості $a_{21} > \frac{K_{2, fact}}{K_{1, fact}}$, при якому одна з груп утримує стабільну монополію у фазовому просторі, легше досяжним, що математично доводить захисну функцію самоорганізації проти зовнішньої конкурентної експансії.

Якщо під впливом деструктивного тиску зовнішньої інформаційної ентропії якість стратегічного управління однієї з груп критично впаде, її внутрішній негентропійний потенціал та здатність до ринкового опору суттєво зменшаться. У кібернетичному контурі моделі це запускає логарифмічну деформацію параметрів: бар'єри захисту руйнуються, що дозволяє альтернативній, більш адаптивній групі бізнес-структур здійснити ринковий прорив, переформатувати архітектуру зв'язків і зафіксувати свій власний монопольний стан як новий, єдино стійкий аттрактор системи.

У стаціонарній точці співіснування $E_3(N_1^*, N_2^*)$ з координатами (2.14) матриця Якобі набуває вигляду:

$$J(E_3) = \begin{pmatrix} -r_1 \frac{N_1^*}{K_1} & -r_1 a_{12} \frac{N_1^*}{K_1} \\ -r_2 a_{21} \frac{N_2^*}{K_2} & -r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \end{pmatrix}.$$

Характеристичне рівняння $\det(J(E_3) - \mu I) = 0$ розгортається у форму:

$$\det \begin{pmatrix} -r_1 \frac{N_1^*}{K_1} - \mu & -r_1 a_{12} \frac{N_1^*}{K_1} \\ -r_2 a_{21} \frac{N_2^*}{K_2} & -r_2 \frac{N_2^*}{K_2} - \mu \end{pmatrix} = 0;$$

$$\mu^2 + \left(r_1 \frac{N_1^*}{K_1} + r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \right) \mu + r_1 r_2 \frac{N_1^* N_2^*}{K_1 K_2} (1 - a_{12} a_{21}) = 0.$$

Розв'язуючи це квадратне рівняння відносно μ , отримуємо точний вираз для власних значень:

$$\mu_{1,2} = \frac{-\left(r_1 \frac{N_1^*}{K_1} + r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \right) \pm \sqrt{\left(r_1 \frac{N_1^*}{K_1} + r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \right)^2 - 4 r_1 r_2 \frac{N_1^* N_2^*}{K_1 K_2} (1 - a_{12} a_{21})}}{2}.$$

Проведемо аналіз власних значень $\mu_{1,2}$ з огляду на економічно змістовні умови точки співіснування: $N_1^* > 0, N_2^* > 0, r_1 > 0, r_2 > 0, K_1 > 0, K_2 > 0$.

Так, в ситуації конкуренції $a_{12} > 0, a_{21} > 0 \Rightarrow a_{12}a_{21} > 0$ власні значення $\mu_{1,2}$ завжди є дійсними числами, а перехідний процес не має коливального характеру [125].

У випадку слабкої конкуренції ($a_{12}a_{21} < 1$) обидва власні значення строго від'ємні та дійсні, що характеризує стан системи E_3 , як стійкий вузол (див. рисунок 2.16). У такий ситуації внутрішньосистемна конкуренція перевищує міжсистемну: $a_{12} < \frac{K_1}{K_2}$ та $a_{21} < \frac{K_2}{K_1}$.

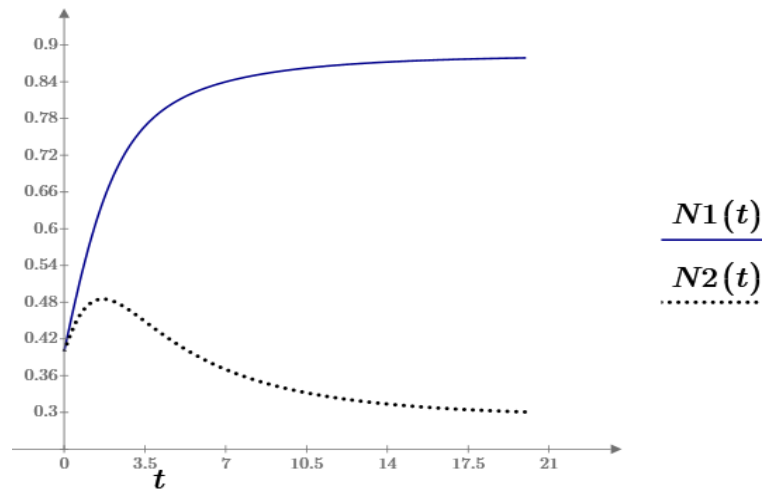


Рис. 2.16. Динаміка взаємодії бізнес-структур в околі точки (2.14) при $\alpha_1 = 1$;

$$\alpha_2 = 1: r_{01} = 0,8; r_{02} = 0,6; K_{01} = 1; K_{02} = 1;$$

$$N_1(0) = 0,4; N_2(0) = 0,4; a_{12} = 0,4; a_{21} = 0,8$$

Джерело: побудовано автором

Це дозволяє обом бізнес-структурам (або підсистемам) досягати стабільного балансу N_1^*, N_2^* і тривало функціонувати без витіснення одна одної. Якщо $a_{ij} < 0$, то система отримує додатковий синергетичний ефект, що може бути використаний на протидію негативному впливу екзогенного середовища.

При цьому використання представлення (2.17) зводить умови стійкого співіснування до вигляду:

$$\begin{cases} a_{12} < \frac{K_{10}(1 + \ln(\alpha_1))}{K_{20}(1 + \ln(\alpha_2))}; \\ a_{21} < \frac{K_{20}(1 + \ln(\alpha_2))}{K_{10}(1 + \ln(\alpha_1))}. \end{cases}$$

Отже, стійкість взаємодії двох бізнес-структур визначається не лише їхньою конкурентною агресією (a_{ij}), але й співвідношенням їхніх ентропійних коефіцієнтів α_1 та α_2 .

Підприємство, яке підтримує вищий рівень цифровізації та самоорганізації ($\alpha_1 > \alpha_2$), розширює свій $K_{1,act}$, що дозволяє йому демпфувати конкурентний тиск a_{12} і забезпечувати стійкість власного розвитку навіть у турбулентному середовищі.

При цьому у випадку жорсткої конкуренції ($a_{12}a_{21} > 1$), умової якої є нерівності $a_{12} > \frac{K_1}{K_2}$ та $a_{21} > \frac{K_2}{K_1}$, власні значення дійсні та мають протилежні знаки:

$$\mu_2 < 0 < \mu_1,$$

що ідентифікує особливу точку, як нестійке сідло.

Отже, спільне існування двох бізнес-структур в умовах жорсткої конкуренції є нестійким. При найменшому відхиленні від стану рівноваги E_3 додатне власне значення викликає експоненційне зростання відхилення, і одна бізнес-структура неминуче повністю витісняє іншу (закон конкурентного виключення Гаузе).

Крім того, при абсолютному конкурентному домінуванні однієї із структур система переходить до одного із стійких станів $E_1(K_1, 0)$ або $E_2(0, K_2)$ (див. рисунок 2.15).

Режим асиметричної взаємодії ($a_{12} \cdot a_{21} < 0$) виникає, коли коефіцієнти взаємного впливу мають протилежні знаки. Наприклад, в ситуації $a_{12} > 0$ та $a_{21} < 0$ коефіцієнт $a_{12} > 0$ означає, що друга система здійснює стримуючий (конкурентний) тиск на першу, а коефіцієнт $a_{21} < 0$ означає, що перша система виконує стимулюючу/донорську функцію для другої (друга система живиться ресурсами першої, як у моделях франчайзингу, аутсорсингу або систем «донор—

реципієнт»).

Режим асиметричної взаємодії є завжди асимптотично стійким за Ляпуновим [125].

Однак, залежно від величини коефіцієнтів a_{12} та a_{21} , характер (динаміка) повернення системи до рівноваги розпадається на два класичних фазових стани.

Розглянемо вираз для підкореневого дискримінанта D характеристичного рівняння у точці E_3 :

$$D = \left(r_1 \frac{N_1^*}{K_1} - r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \right)^2 + 4r_1 r_2 \frac{N_1^* N_2^*}{K_1 K_2} \cdot (a_{12} a_{21}). \quad (2.18)$$

Оскільки $a_{12} \cdot a_{21} < 0$, то другий доданок є від'ємним.

Якщо пригнічення/стимуляція є помірною, то має місце нерівність

$$\left(r_1 \frac{N_1^*}{K_1} - r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \right)^2 > 4r_1 r_2 \frac{N_1^* N_2^*}{K_1 K_2} |a_{12} a_{21}|.$$

Власні значення у цьому випадку є дійсними, від'ємними та різними:

$$\mu_2 < \mu_1 < 0,$$

що визначає особливу точку, як стійкий вузол, а процес класифікує, як монотонну адаптацію.

У такій ситуації після будь-якого зовнішнього шоку (коливання ринку) обидві бізнес-структури плавно, без збурень і без взаємних коливань, повертаються до своїх рівноважних станів N_1^* та N_2^* .

У ситуації, коли інтенсивність асиметричного впливу є високою (наприклад, сильна залежність реципієнта від донора або жорсткий тиск) має місце нерівність

$$\left(r_1 \frac{N_1^*}{K_1} - r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \right)^2 < 4r_1 r_2 \frac{N_1^* N_2^*}{K_1 K_2} |a_{12} a_{21}|,$$

згідно з якою власні значення стають комплексно-спряженими з від'ємною дійсною частиною:

$$\mu_{1,2} = -\gamma \pm i\beta$$

де дійсна частина (відповідає за згасання):

$$\operatorname{Re}(\mu_{1,2}) = -\gamma = -\frac{1}{2} \left(r_1 \frac{N_1^*}{K_1} + r_2 \frac{N_2^*}{K_2} \right) < 0, \quad (2.19)$$

а уявна частина (відповідає за частоту коливань): $\text{Im}(\mu_{1,2}) = \beta = \frac{\sqrt{|D|}}{2}$.

Такий режим взаємодії відповідає стійкому фокусу [125], економічний зміст якого полягає у тому, що системний розвиток відбувається у формі бізнес-циклів. При виникненні ринкового шоку обсяги діяльності обох підприємств починають здійснювати хвилеподібні (періодичні) коливання навколо рівноважної точки E_3 . З часом амплітуда цих коливань згасає із швидкістю $e^{-\gamma t}$, а система остаточно стабілізується у точці E_3 .

При цьому підстановка залежностей (2.16), (2.17) у вираз (2.19) зводить останній до вигляду

$$\gamma = \frac{1}{2} \left(r_{10} \frac{N_1^*}{K_{10}} + r_{20} \frac{N_2^*}{K_{20}} \right) = \text{Const},$$

що пояснюється тим, що ентропійний регулятор однаково масштабує як темпи внутрішнього зростання r_i , так і граничні ємності ринку K_i , а у виразі для дійсної частини власних значень $\text{Re}(\lambda_{1,2})$ (2.19) відбуваються тотожні скорочення.

Це означає, що рівень α не впливає на швидкість згасання коливань. Зміна α масштабує лише абсолютні рівноважні обсяги ринку N_1^* та N_2^* , тоді як швидкість демпфування зовнішніх шоків визначається виключно базовими технологічними параметрами r_{i0} , K_{i0} та коефіцієнтами взаємодії a_{ij} .

В умовах екосистемного співробітництва ($a_{12} < 0, a_{21} < 0$) бізнес-структури здійснюють взаємну підтримку (шеринг ресурсів, крос-маркетинг, спільна інфраструктура та ін.). У цьому випадку добуток коефіцієнтів конкуренції є строго додатним: $a_{12} \cdot a_{21} > 0$.

З огляду на вираз (2.18) очевидно, що підкореневий вираз завжди є додатним ($D > 0$). Отже, комплексно-спряжені корені виникнути не можуть ($\text{Im}(\mu) = 0$) і, відповідно, бізнес-цикли або хвилеподібні коливання у чистому симбіозі відсутні. При цьому обидва власні значення є дійсними, від'ємними та різними:

$$\mu_2 < \mu_1 < 0,$$

що у даному випадку класифікує $E_3(N_1^*, N_2^*)$, як стійкий вузол [125]. Тобто точка $E_3(N_1^*, N_2^*)$ за умови взаємного симбіозу є асимптотично стійкою (рисунок 2.17).

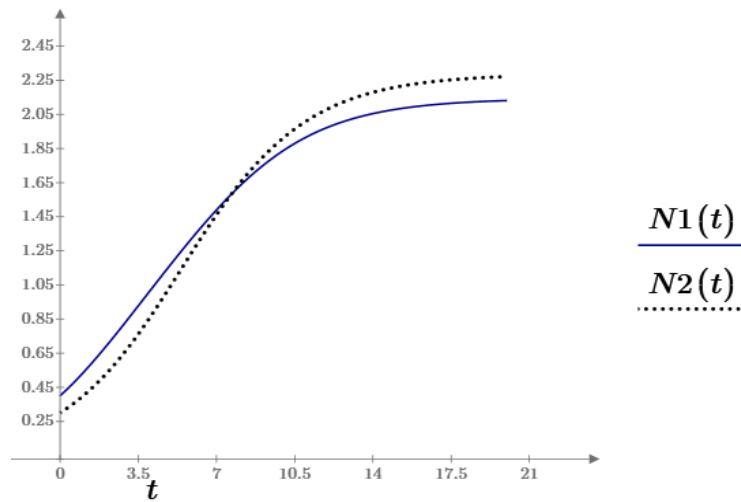


Рис. 2.17. Динаміка взаємодії бізнес-структур в околі точки (2.14) при $\alpha_1 = 1$;

$$\alpha_2 = 1: r_{01} = 0,4; r_{02} = 0,3; K_{01} = 1; K_{02} = 1;$$

$$N_1(0) = 0,4; N_2(0) = 0,3; a_{12} = -0,5; a_{21} = -0,6$$

Джерело: побудовано автором

Вводячи часовий лаг дискретизації Δt та здійснюючи процедуру дискретизації вихідної системи неперервних рівнянь (2.12) числовим методом Ейлера з фіксованим кроком ітерації

$$\frac{dN(t)}{dt} \approx \frac{N_{t+\Delta t} - N_t}{\Delta t},$$

ми переходимо до системи нелінійних різницевих рівнянь (дискретного відображення), яка набуває такого аналітичного вигляду:

$$\begin{cases} N_{1,t+1} = N_{1,t} + \Delta t \cdot r_1 \cdot N_{1,t} \cdot \left(1 - \frac{N_{1,t}}{K_1} - a_{12} \frac{N_{2,t}}{K_1}\right) \\ N_{2,t+1} = N_{2,t} + \Delta t \cdot r_2 \cdot N_{2,t} \cdot \left(1 - \frac{N_{2,t}}{K_2} - a_{21} \frac{N_{1,t}}{K_2}\right) \end{cases} \quad (2.20)$$

Система (2.20) описує стан системи на наступному $t+1$ кроці управління на основі даних поточного кроку t . Приймавши нормований крок часової дискретизації за одиницю ($\Delta t = 1$), що трансформує часову шкалу у послідовність тактових інтервалів, маємо таку систему нелінійних рекурентних співвідношень (дискретних відображень):

$$\begin{cases} N_{1,t+1} = N_{1,t} + r_1 \cdot N_{1,t} \cdot \left(1 - \frac{N_{1,t}}{K_1} - a_{12} \frac{N_{2,t}}{K_1}\right) \\ N_{2,t+1} = N_{2,t} + r_2 \cdot N_{2,t} \cdot \left(1 - \frac{N_{2,t}}{K_2} - a_{21} \frac{N_{1,t}}{K_2}\right) \end{cases} \quad (2.21)$$

Розглянемо зміст і кібернетичну семантику компонентів системи різницевих рівнянь (2.14) на прикладі її першого рівняння, розуміючи, що для другого рівняння цієї системи всі аналітичні результати будуть абсолютно дзеркальними й аналогічними. Отже, структуру дискретного відображення можна декомпонувати на такі функціональні елементи [26]:

- $N_{1,t+1}$ – предиктивний інтегральний показник стану (рівня розвитку) бізнес-структури на наступному кроці (такті) управління. Він виступає як цільова функція операційного передбачення у контурі предиктивного менеджменту;
- $N_{1,t}$ – інерційне ядро системи, яке показує, що за умови повної відсутності будь-яких внутрішніх стимулів до зростання або деструктивних зовнішніх імпульсів, організація у наступному періоді просто дублює, копіює свій поточний стан, фіксуючи досягнутий рівень інституційної інерції;
- $r_1 \cdot N_{1,t} \cdot \left(1 - \frac{N_{1,t}}{K_1} - a_{12} \frac{N_{2,t}}{K_1}\right)$ – дискретний кроковий приріст (чиста кінетична трансформація стану за один такт управління). Цей блок є нелінійним оператором, який інтегрує в собі внутрішній рушійний потенціал розвитку та систему обмежень, зумовлену місткістю екологічної ніші й щільністю міжорганізаційної взаємодії з другою групою.

Слід відзначити, що дискретна система (2.20) відкриває принципово нові можливості для аналізу стратегічної стійкості, оскільки, на відміну від неперервної моделі (де рівновага зазвичай є стабільною), дискретні відображення за певних умов схильні до генерації складних автоколивань та детермінованого хаосу [21].

З огляду на наукові результати, отримані у дослідженні [191], формалізуємо інформаційно-ентропійні параметри системи за допомогою таких дефініцій:

- $H_t(R_i)$ – ентропія регулятора i -ї бізнес-структури на кроці t . Цей показник відображає внутрішню різноманітність, гнучкість та комплементарність механізмів управління, антикризових стратегій і превентивних заходів, що акумульовані в інституційних «сховищах» організації для нівелювання деструктивних сигналів;

- $H_t(D)$ – ентропія середовища функціонування бізнес-структур на кроці t . Вона кількісно та якісно характеризує інтегральний рівень різноманітності, хаотизації, амплітуди та частоти виникнення збурювальних екзогенних впливів і безпекових шоків, які тиснуть на досліджувану коаліційну систему.

Акцентуючи увагу на динамічній лабільності параметрів r_i (ендогенний потенціал зростання i -ї групи) та a_{ij} (коефіцієнт міжгрупової взаємодії, який детермінує глибину й вектор впливу j -ї групи на еволюційні процеси i -ї групи), важливо підкреслити, що в умовах екстремальної хаотизації зовнішнього простору ці структурні коефіцієнти зазнають суттєвих деформацій і нелінійних зміщень під дією когнітивних обмежень вищого керівництва та менеджменту компаній. За умов різкого зростання ентропії макрооточення суб'єкти управління втрачають здатність раціонально опрацьовувати вхідні інформаційні потоки у реальному часі. Це призводить до викривленого сприйняття ринкових сигналів, штучного подовження управлінських лагів та, як наслідок, до деструктивної трансформації встановлених зв'язків і базових темпів внутрішнього розвитку коаліційної системи.

Використовуючи закон Вебера-Фехнера [112] в контурі суб'єктивного сприйняття складності, можна обґрунтувати, що зазначена деформація параметрів має стійкий логарифмічний характер. Це відображає психофізіологічну й когнітивну особливість менеджменту: реакція управлінського контуру на ускладнення бізнес-ландшафту є нелінійною, а інтенсивність сприйняття змін згасає по мірі зростання абсолютного масштабу збурень.

Зазначений методологічний підхід дозволяє формалізувати динамічні коефіцієнти ендогенного потенціалу зростання, ємності середовища та міжгрупової взаємодії у вигляді таких аналітичних функцій від накопиченої інформаційної ентропії:

$$r_{i,t} = r_i^0 \cdot \left(1 + \ln \frac{H_t(R_i)}{H_t(D)}\right), \quad (2.22)$$

$$K_{fact,i,t} = K_{fact,i}^0 \cdot \left(1 + \ln \frac{H_t(R_i)}{H_t(D)}\right), \quad (2.23)$$

$$a_{ij,t} = a_{ij}^0 \cdot \left(1 + \ln \frac{H_t(D)}{H_t(R_i)}\right). \quad (2.24)$$

Формули (2.22), (2.23) та (2.24) забезпечують ендогенну динамізацію традиційно статичних коефіцієнтів моделі, безпосередньо пов'язуючи їхні поточні значення з величиною кібернетичного «розриву складності» [100]. Завдяки такому підходу, параметри системи втрачають властивості фіксованих детермінованих констант і перетворюються на чутливі індикатори інформаційно-ентропійного балансу між керованою системою та зовнішнім ландшафтом.

При цьому значення $r_{i,t}$, $K_{fact,i,t}$ та $a_{ij,t}$ перераховуються на кожному кроці; r_i^0 , $K_{i\ fact}^0$ та a_{ij}^0 – відповідні базові коефіцієнти в ідеальних, абсолютно стабільних умовах.

Слід відзначити, що логарифмічні оператори Вебера–Фехнера $\ln \frac{H_t(R_i)}{H_t(D)}$ в (2.22), (2.23) та $\ln \frac{H_t(D)}{H_t(R_i)}$ в (2.24) відображають нелінійність реагування управлінського контуру на зміну зовнішнього тиску.

Зокрема, за умови формування адекватного та випереджального контуру управлінського реагування, коли внутрішня різноманітність регулятора перевищує рівень зовнішніх збурень ($H_t(R_i) \geq H_t(D)$), ендогенний потенціал зростання i -ї групи бізнес-структур динамічно збільшується. Водночас деструктивний тиск міжгрупової взаємодії суттєво мінімізується, а позитивні синергетичні ефекти коаліційного співробітництва, навпаки, отримують додатковий імпульс для масштабування.

Інакше кажучи, висока інституційна якість та інтелектуальна місткість системи управління дозволяють ефективно абсорбувати й нівелювати руйнівні імпульси екзогенної мінливості середовища. Це мінімізує кібернетичний «розрив складності» та забезпечує перехід траєкторії розвитку всієї групи бізнес-структур у режим збалансованого, гомеостатичного й тривалого стабільного зростання.

У цей же час, якщо менеджмент компанії не нарощує власну цифрову, інтелектуальну та аналітичну складність, а мінливість і хаотизація екзогенного

середовища стрімко зростають ($H_t(D) \rightarrow \infty$), то відношення $\frac{H_t(D)}{H_t(R_i)}$ різко збільшується, сигналізуючи про критичне поглиблення кібернетичного розриву. Як наслідок, значення логарифма у функціях параметричної деформації нелінійно зростає, мультиплікуючи базові коефіцієнти взаємодії a_{ij}^0 та прискорюючи процеси системної деструкції.

За такої траєкторії ендегенний потенціал автономного зростання стрімко деградує, наближаючись до нуля або переходячи у від'ємну площину, що означає втрату життєздатності бізнес-структури. Натомість коефіцієнт міжгрупового тиску a_{ij} зазнає гіперболізованого масштабування, трансформуючи навіть потенційно нейтральні чи партнерські відносини у площину жорсткої, руйнівної конкуренції або прямої експлуатації периферійних акторів ядерними платформами. Це математично описує колапс системи управління, яка втрачає здатність адекватно контролювати та інтерпретувати складність сучасного бізнес-ландшафту.

З економічної та управлінської точок зору це означає, що внаслідок гострого дефіциту релевантної інформації, руйнування звичних аналітичних маркерів та перманентного стресу суб'єкти управління починають припускати критичних стратегічних помилок. За умов когнітивного перевантаження менеджмент схильний гіперболізувати загрози й безпідставно сприймати будь-які адаптаційні чи нейтральні дії партнерів по ринку як прояви агресивної експансії.

Як наслідок, під деструктивною дією неконтрольованої інформаційної ентропії класична ринкова конкуренція або навіть потенційно вигідне мутуалістичне співіснування нелінійно й лавиноподібно трансформуються у фазу відкритого конфлікту. Цей процес запускає затяжну систему від'ємних зворотних зв'язків та взаємного інституційного тиску, що зрештою призводить до деструктивного виснаження ресурсів, втрати ринкових позицій та незворотного знищення економічних суб'єктів у міжгруповому просторі.

Для комплексного дослідження топології фазового простору розроблених

нелінійних дискретних моделей (2.20), (2.21) та визначення траєкторій їхньої довгострокової еволюції необхідно насамперед знайти стаціонарні точки (точки динамічної рівноваги, або нерухомі точки відображення). У цих станах інтегральні показники розвитку груп бізнес-структур повністю стабілізуються й залишаються незмінними від ітерації до ітерації (тобто система досягає динамічного гомеостазу). Математично це означає, що координати системи на наступному кроці (такті) управління повністю дублюють координати поточного кроку. Таким чином, для пошуку зазначених точок повинні виконуватися такі фундаментальні умови рівноваги:

$$\begin{cases} N_{1,t+1} = N_{1,t} = N_1^* \\ N_{2,t+1} = N_{2,t} = N_2^* \end{cases} \quad (2.25)$$

Таким чином, з системи (2.20) випливає

$$\begin{cases} \Delta t \cdot r_1 \cdot N_{1,t} \cdot \left(1 - \frac{N_{1,t}}{K_1} - a_{12} \frac{N_{2,t}}{K_1}\right) = 0 \\ \Delta t \cdot r_2 \cdot N_{2,t} \cdot \left(1 - \frac{N_{2,t}}{K_2} - a_{21} \frac{N_{1,t}}{K_2}\right) = 0 \end{cases} \quad (2.26)$$

Аналіз одержаної алгебраїчної системи рівнянь (2.26) дозволяє чітко локалізувати повний спектр рівноважних станів (стаціонарних точок) у фазовому просторі моделі, кожна з яких має специфічну, глибоку економіко-кібернетичну інтерпретацію з погляду стратегічного управління.

При цьому їх перелік, координати та характеристики співпадають з множиною рівноважних станів системи (2.12), досліджених вище.

Зокрема, стаціонарний стан (2.14) детально характеризує режим динамічного балансу та коеволюції, за якого обидві групи бізнес-структур одночасно й повноцінно функціонують у спільному ринковому просторі, успішно адаптувавшись як до природного пресингу обмеженої місткості екологічної ніші, так і до взаємного міжгрупового впливу. Асимптотична стійкість цієї внутрішньої нетривіальної точки рівноваги визначається складною нелінійною залежністю від динамічних коефіцієнтів взаємодії, деформованих ентропією. Це демонструє теоретичну й практичну можливість виникнення декількох базових топологічних режимів у фазовому просторі.

Так, область асимптотичної стабільності цієї нелінійної системи

формується тоді, коли рівень зовнішньої ентропії середовища $H_t(D)$ є збалансованим, а управлінський контур володіє достатньою внутрішньою різноманітністю $H_t(R_i)$ для повної компенсації та абсорбції екзогенних збурень. За таких умов кібернетичний «розрив складності» мінімізується, що утримує динамічні коефіцієнти моделі у межах критичних біфуркаційних меж.

З економічного погляду це означає, що у випадку слабкої конкуренції ($a_{12}^0 a_{21}^0 < 1$) бізнес-структури успішно адаптуються до коливань ринкового фону, а після короткочасних екзогенних шоків (наприклад, логістичних збоїв, раптових коливань попиту чи макроекономічних деформацій) траєкторії сумісного розвитку груп повертається до стаціонарних рівноважних станів, які, залежно від конкретного співвідношення параметрів моделі, зокрема управлінського лагу Δt , можуть реалізовуватися у двох базових топологічних формах:

- стійкий вузол (траєкторії розвитку бізнес-структур асимптотично монотонно, без перерегулювання та коливань, вирівнюються й наближаються до точки рівноваги; стратегічні показники ефективності плавно стабілізуються на цільових позиціях) (рисунки 2.18);

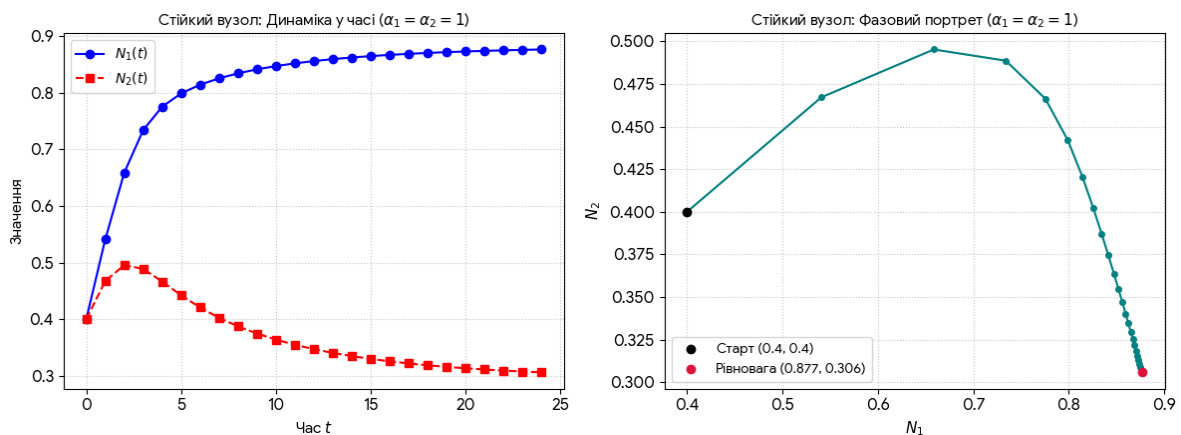


Рис. 2.18. Дискретна динаміка та фазовий портрет взаємодії бізнес-структур в околі точки (2.14) при $\alpha_1 = 1$; $\alpha_2 = 1$; $r_{01} = 0,8$; $r_{02} = 0,6$; $K_{01} = 1$; $K_{02} = 1$;

$$N_1(0) = 0,4; \quad N_2(0) = 0,4; \quad a_{12}^0 = 0,4; \quad a_{21}^0 = 0,8; \quad \Delta t = 1$$

Джерело: побудовано автором

- стійкий фокус (повернення до рівноважного стану через серію затухаючих хвиль бізнес-активності супроводжується динамічними коливаннями

навколо точки гомеостазу; система проходить через чергування короткочасних періодів помірного спаду та підйому ринкової активності, амплітуда яких прогресивно згасає, допоки показники груп остаточно не зафіксуються у стаціонарному стані, що математично моделює адаптаційні цикли менеджменту, який послідовно коригує стратегію управління під впливом зворотного зв'язку (рисунк 2.19).

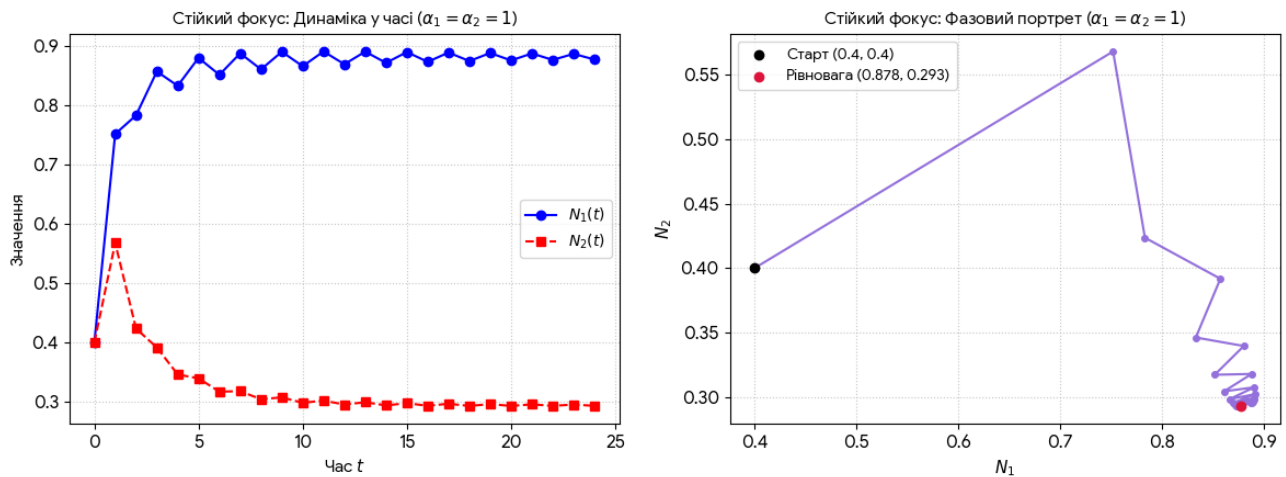


Рис. 2.19. Дискретна динаміка та фазовий портрет взаємодії бізнес-структур в околі точки (2.14) при $\alpha_1 = 1$; $\alpha_2 = 1$: $r_{01} = 0,8$; $r_{02} = 0,6$; $K_{01} = 1$; $K_{02} = 1$;

$$N_1(0) = 0,4; \quad N_2(0) = 0,4; \quad a_{12}^0 = 0,4; \quad a_{21}^0 = 0,8; \quad \Delta t = 3$$

Джерело: побудовано автором

Якщо групи функціонують у режимі жорсткої конкуренції ($a_{12}^0 a_{21}^0 > 1$), то під тиском зростання макроекономічної або безпекової нестабільності чисельник логарифмічної функції Вебера-Фехнера (2.24) в параметричних регуляторах стрімко збільшується. При цьому динамічні коефіцієнти взаємного тиску нелінійно зростають.

У цьому випадку точка нетривіальної рівноваги (2.14) зазнає дивергентної біфуркації (транскритичної або біфуркації зміни знаку детермінанта) та перетворюється на нестійку [125]. За такої топології фазового простору стабільне коеволюційне співіснування суб'єктів стає математично й практично неможливим (рисунк 2.20).

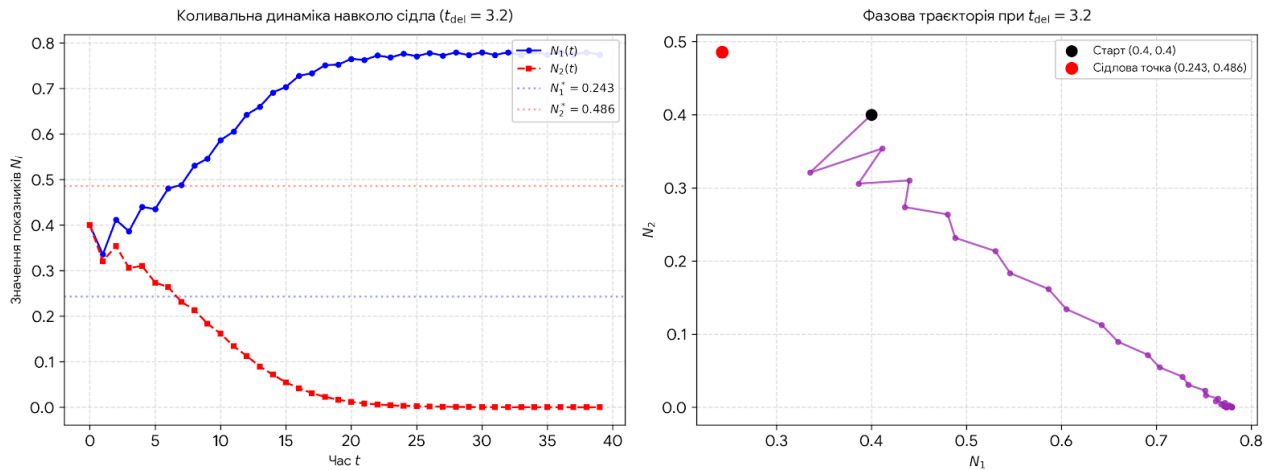


Рис. 2.20. Дискретна динаміка та фазовий портрет взаємодії бізнес-структур в околі точки (2.14) при $\alpha_1 = 0,8$; $\alpha_2 = 0,8$; $r_{01} = 0,8$; $r_{02} = 0,6$; $K_{01} = 1$;

$$K_{02} = 1; N_1(0) = 0,4; N_2(0) = 0,4; a_{12}^0 = 1,1; a_{21}^0 = 1,2; \Delta t = 3$$

Джерело: побудовано автором

Система зазнає глибокого структурного зсуву: запускається безкомпромісний процес агресивного ринкового витіснення, за якого фазові траєкторії неминуче притягуються до одного з альтернативних монопольних атракторів. Як наслідок, одна з груп повністю монополізує ринкову місткість екологічної ніші, тоді як інша – не витримує параметричного пресингу, зазнає тотального ентропійного руйнування та втрати операційної життєздатності (рисунки 2.20).

Перехід до автоколивальних режимів (втрата стійкості за Хопфом [125]) спостерігається в екосистемах із мутуалістичною або асиметричною структурою зв'язків (наприклад, цифрова платформа та мережа її агентів). При досягненні критичного рівня «розриву складності», коли швидкість реакції менеджменту суттєво запізнюється порівняно з темпами змін середовища, у системі відбувається дискретна біфуркація Андронова-Хопфа.

Точка нетривіальної рівноваги (2.14) повністю втрачає свою локальну асимптотичну стійкість, а навколо неї у фазовому просторі народжується новий топологічний атрактор. З цього моменту показники розвитку груп бізнес-структур безповоротно переходять у контур незатухаючих періодичних або

квазіперіодичних коливань (рисунок 2.21).

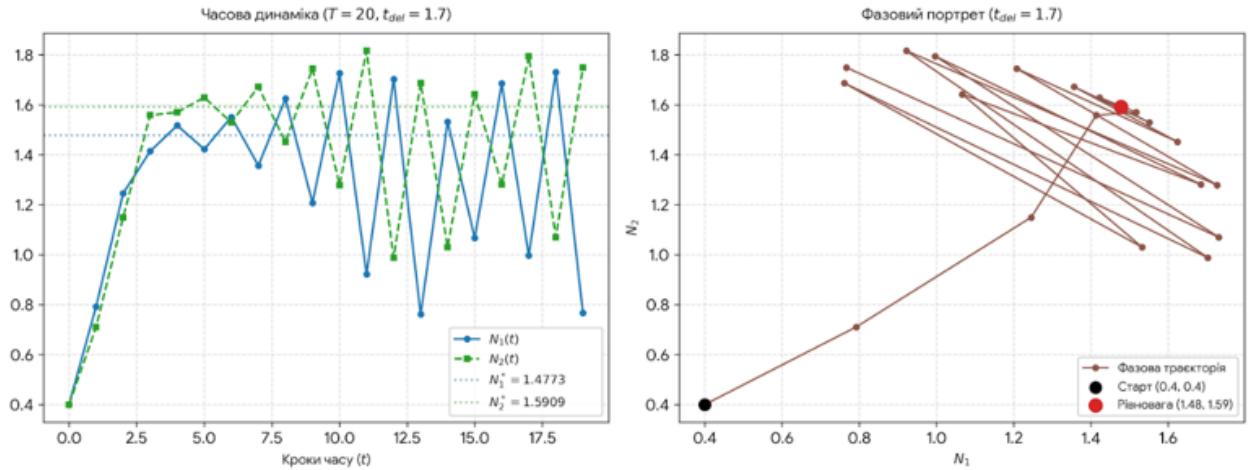


Рис. 2.21. Дискретна динаміка та фазовий портрет взаємодії бізнес-структур в околі точки (2.14) при $\alpha_1 = 1$; $\alpha_2 = 1$; $r_{01} = 0,8$; $r_{02} = 0,6$; $K_{01} = 1$; $K_{02} = 1$;

$$N_1(0) = 0,4; \quad N_2(0) = 0,4; \quad a_{12}^0 = -0,3; \quad a_{21}^0 = -0,4; \quad \Delta t = 1,7$$

Джерело: побудовано автором

Ринковий простір починає хронічно пульсувати в автоколивальному режимі: стадії бурхливого спільного зростання та когнітивного оптимізму циклічно й закономірно змінюються фазами скоординованого падіння, рецесії та вимивання негентропійного потенціалу. Менеджмент у такій ситуації змушений відмовитися від статичного планування, оскільки система переходить у стан перманентної динамічної нестабільності, що підтримується за рахунок внутрішніх енергетичних ресурсів та запізнювання управлінських рішень.

Якщо ж зовнішній макроекономічний та безпековий тиск продовжує посилюватися, а когнітивний поріг управління не дозволяє стабілізувати коефіцієнти взаємодії, нелінійна система миттєво проходить через каскад подвоєння періоду коливань (сценарій Фейгенбаума) [21]. Траєкторія групового розвитку повністю втрачає свою регулярну циклічність і переходить у стан детермінованого хаосу (руйнування регулярних атракторів).

З цього моменту будь-яке предиктивне планування та стратегічне прогнозування для бізнес-структур остаточно втрачає сенс. Внаслідок дії ефекту надчутливості до початкових умов (динамічна перемішуваність у фазовому

просторі) мінімальна випадкова флуктуація або екзогенний шум на кроці t призводять до абсолютно непередбачуваних, колосальних за масштабом розривів у станах системи вже на кроці $t+1$. Еволюційне співіснування груп бізнес-структур у цьому випадку трансформується у турбулентне стохастичне блукання у фазових лабіринтах, що сигналізує про глибоку передкризову деградацію, втрату структурної пам'яті та руйнування цілісності всієї міжорганізаційної системи.

Отримані результати дозволяють сформуванню цілісної й математично строгої архітектури для моделювання нелінійної коеволюції та еволюційних процесів розвитку груп бізнес-структур в умовах інтенсифікації екзогенної ентропії. Здійснений методологічний перехід від класичних неперервних диференціальних систем до дискретних ітераційних відображень типу Лотки-Вольтерри дозволив адекватно відобразити реальну практику стратегічного менеджменту, яка характеризується фіксованими кроками прийняття рішень та неминучими інформаційними лагами опрацювання сигналів середовища [26].

Науковою новизною отриманих результатів є теоретичне обґрунтування та математична формалізація динамічного характеру коефіцієнтів міжгрупової взаємодії та ендегенного зростання. За допомогою логарифмічного закону Вебера-Фехнера ці структурні параметри були вперше ендегенно пов'язані з кібернетичним індексом «розриву складності» між зовнішнім хаосом ринкового ландшафту та внутрішньою різноманітністю й негентропійною місткістю управлінського контуру, що дозволило відійти від статичного трактування міжгрупових зв'язків [26].

Аналіз локальної асимптотичної стійкості чотирьох стаціонарних точок системи продемонстрував, що траєкторія групового розвитку повністю детермінується поточним інформаційно-ентропійним балансом. Математично доведено, що точка тривіальної деградації за будь-яких умов функціонування ринку є нестійким вузлом, тоді як стабільність монопольних станів та режиму коеволюційного співіснування критично залежить від біфуркаційних порогів, які долаються в міру зростання зовнішніх шоків.

Особливу цінність для теорії антикризового управління має виявлений ефект ентропійної втрати стійкості, за якого перевищення когнітивного порогу менеджменту трансформує стабільний гомеостаз або у режим дивергентного витіснення конкурентів із сідловою топологією фазового простору, або у хронічні автоколивання через дискретну біфуркацію Андронова-Хопфа на інваріантній кривій, або у стан непередбачуваного детермінованого хаосу через каскад подвоєння періоду за сценарієм Фейгенбаума [26].

Практична значущість отриманих результатів полягає у можливості безпосереднього використання розробленого інструментарію для проектування предиктивних систем моніторингу та формування матриці індикаторів поведінкової стійкості бізнес-структур у періоди гострих макроекономічних та воєнно-безпекових криз. Сконструйовані фазові портрети та розроблені симуляційні сценарії дають менеджменту змогу превентивно оцінювати ризики втрати міжорганізаційної довіри та руйнування архітектоніки цифрових платформ чи мережевих екосистем ще до моменту настання незворотної фази деградації й колапсу управління [26].

Подальші наукові дослідження у цьому напрямі передбачають розширенням розмірності розробленої системи різницевих рівнянь через інтеграцію додаткових груп агентів, що дозволить перейти від дуополістичного аналізу до моделювання складних багатокомпонентних мереж постачання, багатосторонніх платформ та диверсифікованих кластерних об'єднань на основі апарату теорії графів. Окремим вектором майбутніх пошуків вбачається впровадження у структуру різницевих рівнянь параметрів стохастичного шуму та оцінки ймовірності індукованих шумом фазових переходів у високотурбулентному ринковому середовищі.

Висновки до розділу 2

У розділі 2 представлено основи теоретичного обґрунтування використання кібернетичного інструментарію управління розвитком бізнес-

структур та методи їх математичної формалізації. Основні висновки сформульовано таким чином:

1. Теоретично обґрунтовано доцільність застосування принципів кібернетики (зокрема, закону необхідної різноманітності В. Ешбі та моделі життєздатної системи С. Біра) як фундаментальної методологічної основи для управління розвитком бізнес-структур у координатах сучасного мінливого середовища (BANI-світу). Доведено, що в умовах безпекових загроз воєнного часу вітчизняні підприємства стикаються із «розривом складності», коли екзогенна ентропія випереджає когнітивну здатність традиційних ієрархічних систем управління. Це вимагає переходу до проактивних, самоорганізовуваних контурів менеджменту.

2. Розроблено концептуальну модель та інтегральний алгоритм розвитку бізнес-структур, які базуються на трьох послідовних функціональних зонах (стратегічне цілепокладання, когнітивне планування та оцінка негентропійного зворотного зв'язку). На відміну від статичних підходів, запропонований інструментарій орієнтований на трансформацію управлінських лагів та зовнішньої невизначеності в ресурс для досягнення стану «антикрихкості» системи за рахунок впровадження гнучких Agile-методологій та партнерських екосистем.

3. Визначено прикладні важелі «інжинірингу різноманітності» в умовах цифрової трансформації. Обґрунтовано математичне співвідношення між складністю середовища та потенціалом регулятора через дворівневу систему: підсилювачі різноманітності (впровадження AI, Big Data та децентралізація на засадах субсидіарності) та фільтри різноманітності (процесна стандартизація та стратегічне фокусування). Доведено, що використання «цифрових двійників» (Digital Twins) дозволяє реалізувати кібернетичний ідеал «передбачувального регулятора», здатного поглинати екзогенні шоки за рахунок випереджальної складності власних алгоритмів.

4. Обґрунтовано використання апарату нелінійної дискретної динаміки (зокрема, модифікованого логістичного рівняння Ферхюльста) для моделювання

траєкторії розвитку бізнес-структури. Доведено, що традиційні моделі на основі неперервних диференціальних рівнянь створюють ілюзію «хибної стабільності». Інтеграція кроку дискретизації безпосередньо у рівняння стану дозволила формалізувати ентропійні пороги чутливості системи та предиктивно ідентифікувати точки біфуркації, де накопичена складність середовища здатна трансформувати впорядковане зростання бізнесу в детермінований хаос.

5. Сформовано математичну архітектуру нелінійної коеволюції груп бізнес-структур в умовах інтенсифікації екзогенної ентропії шляхом методологічного переходу до дискретних ітераційних відображень типу Лотки-Вольтерри. Науково обґрунтовано динамічний характер коефіцієнтів взаємодії, які через логарифмічний закон Вебера-Фехнера вперше пов'язано з індексом «розриву складності» управлінського контуру. Аналізом асимптотичної стійкості точок системи доведено детермінацію групового розвитку інформаційно-ентропійним балансом та ідентифіковано ефект ентропійної втрати стійкості (трансформацію гомеостазу в сідлову топологію, автоколивання Андронова-Хопфа або детермінований хаос за Фейгенбаумом). Практична значущість результатів полягає у предиктивному моніторингу ризиків руйнування екосистем у періоди криз, а перспективи пов'язані з розширенням розмірності системи різницевих рівнянь через апарат теорії графів та врахуванням стохастичного шуму.

6. Обґрунтовано критичну роль та виявлено специфіку впливу ентропійного коефіцієнта α як нелінійного регулятора динамічних процесів розвитку бізнес-структур. В межах представленої моделі показано, що для окремої бізнес-структури ентропійний чинник виступає прямим детермінантом її динамічної стійкості: падіння показника від базового рівня $\alpha = 1,0$ до шокового значення $\alpha = 0,6$ нелінійно скорочує фактичну граничну ємність K_{fact} та темп внутрішнього зростання r_{fact} майже у 2 рази, а його подальша затримка призводить до зсуву рівноважного атрактора у депресивний стан $N^* \approx 0,49K_0$. Водночас для систем взаємодіючих суб'єктів виявлено ефект масштабної інваріантності відносної стійкості при симетричному рівні ентропійного

регулятора (при $\alpha_1 = \alpha_2$), тоді як в умовах міжгрупової асиметрії ($\alpha_1 \neq \alpha_2$) або екосистемного симбіозу ($a_{12} < 0, a_{21} < 0$) ентропійний чинник забезпечує структурне демпфування шоків, гарантуючи формування стійкого вузла у фазовому просторі та підтверджуючи фундаментальне значення ентропійного управління для забезпечення виживання і розвитку бізнес-систем.

Основні положення розділу викладено у працях: [19;21;22; 23; 24; 26;31;].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКО-ПРИКЛАДНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ОЦІНЮВАННЯ ЕНТРОПІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТА ЯК ПОКАЗНИКА СТІЙКОСТІ БІЗНЕС- СТРУКТУР

3.1 Методичний підхід та алгоритмізація розрахунку ентропійного коефіцієнта бізнес-структури

Одним із ключових кінетичних параметрів розвитку бізнес-структур постає їхній внутрішній (ендогенний) потенціал. Обґрунтування теоретико-методичних засад квантифікації ендогенного потенціалу виступає фундаментальним науково-прикладним завданням, вирішення якого безпосередньо детермінує резильєнтність та довгострокову стійкість мікроекономічних систем. Традиційна парадигма стратегічного управління тривалий час спиралася на концептуальні моделі, в межах яких еволюційна траєкторія підприємства розглядалася переважно як пасивна функція адаптації до макроекономічної кон'юнктури, мінливих ринкових трендів та агресивного екзогенного тиску [117]. За такого підходу внутрішні ресурси й організаційні спроможності суб'єкта господарювання трактувалися як статичний набір факторів виробництва, що позбавляло аналітичний контур можливості враховувати динамічні ефекти самоорганізації та нелінійної трансформації бізнес-систем під впливом інформаційних збурень.

Сучасна архітектоніка ринкового простору, що характеризується перманентною турбулентністю та хаотизацією екзогенного середовища, вимагає перегляду зазначених поглядів на користь синергетичної та кібернетичної концепцій. У цих умовах фокус наукового пошуку зміщується з дослідження зовнішніх детермінант на параметризацію та оцінювання внутрішнього ентропійного стану бізнес-структури $H(R)$ та її негентропійних резервів. Кількісний вимір цих ресурсів дозволяє оцінити спроможність організації не лише адаптуватись до деструктивних макроекономічних й воєнно-безпекових

шоків, але й виступати самостійним драйвером формування нових ринкових ніш і коеволюційних міжорганізаційних мереж.

У цьому контексті категорія «ендогенний потенціал розвитку» трансформується з сукупності ресурсів у складну інтегральну характеристику внутрішніх резервів, крос-функціональних ефектів та організаційних спроможностей, які здатні самостійно генерувати нові вектори якісного зростання й перебудовувати архітектуру міжгрупових зв'язків [57]. Крім того, трансформація класичних суб'єктів господарювання у структури інтелектуального типу кардинально змінює критерії оцінювання цієї категорії, оскільки матеріальні активи та фінансова стійкість тісно переплітаються з цифровими драйверами вищого порядку, зокрема з глибиною інтеграції алгоритмів штучного інтелекту та технологій обробки великих даних в архітектоніку управління [129].

В результаті такої технологічної еволюції виникає суттєвий методологічний розрив між об'єктивною потребою у створенні випереджальних систем стратегічного управління ендегенним потенціалом та наявним аналітичним інструментарієм, який залишається переважно ретроспективним. Існуючі методи оцінювання спираються на детерміновані дані фінансової та бухгалтерської звітності минулих періодів, що унеможлиблює сприйняття потенціалу як нелінійної характеристики, яка зазнає постійних деформацій під впливом інформаційних потоків і вимагає застосування предиктивних інструментів вимірювання внутрішньої ентропії $H(R)$ у режимі реального часу.

Переважає більшість наявних методичних підходів до оцінювання потенціалу суб'єктів господарювання орієнтована на підхід, який реалізується через детерміновану лінійну згортку різнорідних техніко-економічних дескрипторів. Побудова інтегральних індикаторів у межах таких концепцій традиційно спирається на статичне фіксування вагових коефіцієнтів, які верифікуються суб'єктивним експертним шляхом із залученням класичного методу аналізу ієрархій [185] або базових процедур багатокритеріального аналізу [224]. Специфікою зазначених моделей є апіорне припущення про

інваріантність та часову константність значущості фінансових, операційних чи інноваційних складових функціонування бізнесу, що проголошується незмінною як для фази стабільного еволюційного зростання, так і для періодів гострих структурних деформацій.

Зазначена методологічна обмеженість піддається концептуальній критиці з боку представників сучасної теорії системної динаміки [146], які наголошують на імперативності безперервного моніторингу можливих точок біфуркації та оцінювання фазових переходів складних систем під впливом агресивного екзогенного середовища у режимі реального часу. Статичні підходи абстрагуються від нелінійної архітекtonіки внутрішніх функціональних зв'язків та ефектів емерджентності, що є суттєвим недоліком в умовах екстремального зростання макроекономічної ентропії.

У таких умовах контур управління бізнес-структур змушений функціонувати в режимі вираженої дисипації часових і когнітивних ресурсів. При перетині екзогенним тиском критичних меж активізуються нелінійні психофізичні закономірності трансформації сприйняття інтенсивності інформаційного навантаження менеджментом, що формалізується в теорії поведінкових рішень через логарифмічний закон Вебера-Фехнера [112] і обґрунтовує вибір логарифмічної форми ентропійного регулятора.

Таким чином, виражена зацікавленість реального сектору економіки в інструментах експрес-діагностики латентних резервів життєздатності, у поєднанні з фрагментарністю теоретичного обґрунтування процесів самоорганізації мікроекономічних систем, зумовлює об'єктивну необхідність та своєчасність розроблення комплексної методики оцінювання показника внутрішньої ентропії $H(R)$.

Проблематика формування комплексних та інтегральних індикаторів для оцінювання стану складних економічних систем залишається предметом тривалих теоретико-методологічних дискусій у науковій спільноті, що зумовлено пошуком балансу між аналітичною повнотою та динамічною гнучкістю моделей [25].

Зокрема, у дослідженні Ж. Шило [196] сформовано методологічний контур оцінювання рівня економічної безпеки мікроекономічних систем на основі багатокритеріального підходу, з урахуванням фінансової, техніко-технологічної, інтелектуально-кадрової, політико-правової та екологічної складових, реалізованого через матрицю послідовних аналітичних кроків.

В [77] серед таких критеріїв виділяють: фінансові, критерії продуктивності, ринкові критерії, інноваційні критерії, ресурсні критерії, соціальні та організаційні критерії.

При цьому автори [77;196] обґрунтовують, що практична реалізація розробленої архітектури забезпечує можливість проведення детального поблочного аудиту з їхньою наступною конвергенцією в єдиний інтегральний показник розвитку бізнес-структури.

Проте зазначена модель абстрагується від впливу зовнішньої ентропії макросередовища, що суттєво обмежує її предиктивну здатність в умовах нестабільності. В епіцентрі критичного екзогенного шоку, спричиненого, наприклад, дією воєнного стану, суб'єкт господарювання інституційно неспроможний та не повинен розподіляти управлінські ресурси на моніторинг екологічного чи політико-правового контурів у тій самій пропорції, що й за умов стабільного економічного розвитку. Натомість наведена методика передбачає обов'язкове врахування дескрипторів екологічної безпеки, що призводить до нераціонального розпорошення дефіцитного когнітивного ресурсу менеджменту, тоді як кібернетична логіка виживання системи вимагає негайної ентропійної компресії контуру управління та фокусування потенціалу виключно на утриманні операційного гомеостазу [25].

Схожа концептуальна парадигма простежується у праці [50] під час систематизації методів аналізу фінансово-економічного стану виробничого підприємства. Дослідники справедливо акцентують увагу на пріоритетності комплексного підходу, який інтегрує математичні та евристичні інструменти задля одержання верифікованого висновку про фінансове становище суб'єкта господарювання та оперативного розгортання релевантних антикризових

процедур. Одночасно з цим 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 та параметричні деформації зв'язків у реальному часі.

Цей недолік детально проаналізовано у методологічному дослідженні [227], де розкрито математичні обмеження класичних методів багатокритеріального аналізу (MCDA). Отримані авторами результати математично обґрунтовують об'єктивну необхідність переходу від статичних моделей до динамічних систем зважування, які здатні гнучко й нелінійно адаптувати архітектуру внутрішніх параметрів до перманентних змін та турбулентних коливань у зовнішньому середовищі.

Проблематика інтеграції інформаційних та цифрових дескрипторів до структури комплексних показників еволюції складних економічних систем детально висвітлена у дослідженні [80], у якому авторами запропоновано архітектуру наукової концепції, спрямованої на математичне моделювання ефектів цифрової трансформації в системі ендогенних чинників економічного зростання. Фундаментом для побудови аналітичного інструментарію виступив методологічний апарат системного підходу, який дозволяє враховувати структурну гетерогенність та виражений нелінійний характер досліджуваних процесів. При цьому класичний математичний інструментарій аналізу виробничих систем було модернізовано завдяки інтеграції індексів цифровізації безпосередньо у функціонал традиційних макроекономічних функцій, що забезпечило коректне відображення часової інерційності систем, лагів управління та специфіки поведінки траєкторій у критичних точках розвитку [25].

Окремим вагомим вектором сучасних методологічних пошуків є застосування об'єктивних ентропійних методів детермінації вагових коефіцієнтів, покликаних повністю нівелювати суб'єктивне втручання експертів у процес моделювання. Зокрема, у науковій праці [220] у контексті мінімізації інформаційної місткості моделей аргументовано доцільність залучення методу

головних компонентів (РСА), який демонструє високу ефективність при ортогоналізації вихідного простору ознак та виокремленні домінантних факторів впливу на досліджуваний об'єкт. Разом з тим автори наводять математичне обґрунтування того, що альтернативний метод Шеннона генерує суттєво вищу точність оцінок порівняно з інструментарієм РСА, та доводять, що аналітична чутливість ентропійної моделі до детекції ваг прогресивно підвищується саме на масивах даних високої розмірності, підтверджуючи наявність стійкого позитивного масштабного ефекту.

Слід підкреслити, що фундаментальні дослідження механізмів прийняття рішень в умовах глобального економічного гальмування та інформаційного перевантаження керуючих систем [190] засвідчують наявність стійкої природної редукції когнітивної уваги суб'єктів управління під впливом екстремального тиску середовища. В управлінському аспекті цей кібернетичний феномен призводить до того, що менеджмент вищого рівня об'єктивно змушений деактивувати довгострокові стратегічні орієнтири, такі як капіталомісткі програми цифрової трансформації чи екологічні проекти «зеленого переходу», фокусуючи обмежений часовий та інтелектуальний ресурс виключно на утриманні миттєвого операційного гомеостазу, платоспроможності та фінансової ліквідності компанії. Зазначений адаптивний ефект, що виражається у вимушеному ентропійному звуженні контуру адміністрування під дією екзогенного хаосу, досі залишався поза увагою дослідників і не знайшов свого адекватного відображення у математичних моделях оцінювання розвитку бізнес-структур.

Отже, незважаючи на вагомий масив фундаментальних напрацювань, присвячених локальним питанням ресурсної концепції, інноваційного менеджменту та математичного моделювання макроекономічного зростання, цілісна методологія інтегрального оцінювання безпосередньо ендогенного потенціалу розвитку бізнес-структур та, відповідно, внутрішньої ентропії досі залишається фрагментарною. На сучасному етапі простежується очевидний модельно-методологічний дефіцит інструментів, спроможних поєднати в межах

єдиного аналітичного контуру жорсткі фінансові індикатори гомеостазу організації із сучасними м'якими дескрипторами цифрової зрілості, зокрема з рівнем інтеграції алгоритмів штучного інтелекту, архітектури великих даних та блокчейн-технологій в операційні процеси [25].

Переважаюча частина наявних методичних рішень повністю абстрагується від нелінійного характеру взаємодії між зазначеними структурними блоками, а також ігнорує кібернетичний ефект ентропійного звуження контуру адміністрування в періоди екстремальних безпекових та макроекономічних криз. У такі моменти внутрішня архітектоніка системи змушена мобільно й нелінійно переформатовувати власні стратегічні пріоритети та штучно обмежувати різноманітність регулятора задля збереження життєздатності свого операційного ядра. Таким чином, об'єктивна необхідність подолання виявлених теоретико-методологічних розривів, синхронізована з потребою розроблення динамічного, математично строгого інструментарію для предиктивного вимірювання внутрішньої сили підприємств, безпосередньо зумовлює логіку, архітектуру та вектор нашого подальшого дослідження.

Реалізація поставленого завдання вимагає чіткої формалізації цільових орієнтирів, що визначають вектор подальшого наукового пошуку в межах розробленого методичного підходу. Мета дослідження полягає в обґрунтуванні теоретико-методологічної платформи та розробленні комплексного економіко-математичного інструментарію квантифікації ендогенного потенціалу розвитку бізнес-структур на основі вимірювання їхньої внутрішньої ентропії $H(R)$. Реалізація цієї мети передбачає концептуальний відхід від статичного оцінювання ресурсних компонентів на користь динамічного моделювання кібернетичної стійкості інтелектуального підприємства [25].

Для розв'язання окресленої наукової проблеми необхідно забезпечити послідовне вирішення взаємопов'язаних завдань, спрямованих на декомпозицію та параметризацію досліджуваного об'єкта.

По-перше, здійснення критичного аналізу наявного теоретико-методологічного базису оцінювання потенціалу підприємств з метою

обґрунтування обмеженості лінійних підходів згортки даних в умовах структурних зламів ринку.

По-друге, формалізація внутрішньої архітектоніки ендегенного потенціалу шляхом гармонізації контурів фінансового гомеостазу та «м'яких» чинників цифрової зрілості (зокрема, глибини інтеграції алгоритмів штучного інтелекту та блокчейн-технологій).

По-третє, наукове обґрунтування математичного апарату адаптивного ентропійного нормування за Шенноном для обчислення внутрішньої ентропії $H(R)$, що дозволяє ендегенізувати вагові коефіцієнти моделі та відобразити ефект нелінійного когнітивного звуження пріоритетів менеджменту у межах регулятора під впливом екстремального зовнішнього тиску.

Розширення понятійно-категоріального апарату теорії динамічних спроможностей [113] у контексті цього дослідження вимагає глибокого переосмислення класичної ресурсної концепції бізнес-структур крізь призму системно-ентропійного підходу. Зокрема, категорію «ендегенний потенціал розвитку» запропоновано трактувати як інтегральну характеристику системної впорядкованості та негентропійного резерву бізнес-структури, яка кількісно виражається через рівень її внутрішньої ентропії $H(R)$ і відображає іманентну здатність системи до самоорганізації, мінімізації внутрішнього структурного хаосу, генерації ендегенних імпульсів якісного ускладнення та утримання темпоральної стійкості незалежно від ступеня деструктивності й хаотизації екзогенного середовища.

У такій трактовці внутрішня ентропія $H(R)$ постає обрахованим коефіцієнтом структурованості ресурсних та інформаційних потоків.

Концептуальна особливість такого дефініційного підходу полягає в тому, що досліджуваний потенціал не розглядається як адитивна сума локальних спроможностей, а постає як емерджентна властивість, яка виникає на перетині двох фундаментальних, але протилежних за сутністю контурів управління: жорсткого фінансового гомеостазу та «м'яких» чинників цифровізації. Оцінка ступеня дезорганізації та впорядкованості цих двох контурів здійснюється саме

через розрахунок внутрішньої ентропії $H(R)$.

У цій архітектурі жорсткий фінансовий гомеостаз уособлює консервативну, стабілізуючу підсистему організації, яка відповідає за утримання критичних параметрів життєдіяльності бізнесу – ліквідності, платоспроможності та безперебійності регенерації грошових потоків [154].

Математично та структурно зазначений контур орієнтований на мінімізацію флуктуацій та відхилень від рівноважного стану, виступаючи базовим захисним бар'єром бізнес-структури, який абсорбує екзогенні шоки за допомогою накопичених капітальних резервів. Без формування цього жорсткого каркаса будь-яка еволюційна динаміка нівелюється через високу ймовірність настання миттєвого операційного колапсу та втрати платоспроможності.

З іншого боку, м'які чинники цифровізації репрезентують лабільну, високодинамічну компоненту архітектоніки ендогенного потенціалу. Їхня детермінація здійснюється не на основі екстенсивних показників залучення апаратного забезпечення, а через глибину децентралізованої інтеграції алгоритмів штучного інтелекту та блокчейн-технологій у контур операційної діяльності суб'єкта господарювання. Штучний інтелект у межах цієї системи реалізує випереджувально-когнітивну функцію, оптимізуючи процеси прийняття стратегічних рішень, здійснюючи інтелектуальний аналіз гетерогенних масивів даних великої розмірності та прогнозуючи поведінкові патерни контрагентів, що мінімізує деструктивний вплив людського фактору в умовах гострої дисипації часу.

Водночас технології розподіленого реєстру гарантують високу транзакційну безпеку, децентралізацію та верифікованість ланцюгів створення доданої вартості на основі апарату смарт-контрактів, що радикально нівелює рівень внутрішньої інформаційної ентропії та знижує мікроекономічні транзакційні витрати [83]. Зазначений м'який контур за своєю кібернетичною суттю є флексибельним, адаптивним драйвером нелінійної еволюції, орієнтованим на перманентну генерацію нових точок зростання та оптимізацію внутрішніх структурно-функціональних пропорцій системи.

Відтак, імплементація категорії «ендогенний потенціал розвитку» у понятійне поле теорії динамічних спроможностей дозволяє формалізувати її інтерпретацію через концепцію синергетичного резонансу. Внутрішня сила бізнес-структури досягає екстремального значення за умов, коли зростання внутрішньої ентропії $H(R)$ відображає розширення структурної різноманітності та потенціалу системи, а стійкість жорсткого фінансового гомеостазу надійно демпфує ризики інноваційних трансформацій, генерованих м'яким цифровим контуром [184].

У контексті системно-інформаційного підходу саме напрям та швидкість зростання $H(R)$ виступають виміром якісного ускладнення внутрішньої архітекτονіки бізнес-структури. Збільшення $H(R)$ засвідчує розширення адаптаційного простору підприємства за рахунок оптимізації структурних пропорцій, диверсифікації ресурсних потоків та нарощування когнітивно-цифрових спроможностей.

У межах такої архітекτονіки динамічні спроможності набувають чіткого математичного виміру, відображаючи спроможність системи забезпечувати цілеспрямоване зростання $H(R)$ для компенсації екзогенної хаотизації $H(D)$. Це дозволяє позиціонувати динаміку зростання внутрішньої ентропії $H(R)$ як предиктивну метрику накопичення ендогенного потенціалу та довгострокової життєздатності бізнес-структури.

Зокрема, у дослідженні [21] математично обґрунтовано, що стійкість асимптотичного гомеостазу бізнес-структури детермінується безрозмірним показником ендогенного потенціалу, траєкторія та зростання якого в часі зумовлюють фазову стійкість, тривалість релаксації та адаптаційну ємність міжорганізаційної системи.

Від дефініційного аналізу досліджуваної категорії перейдемо до проектування її емпіричного дескриптивного базису. Оскільки внутрішня архітектоніка ендогенного потенціалу бізнес-структури формалізується на перетині гетерогенних за своєю кібернетичною природою процесів, постає методологічна імперативність поблочної декомпозиції вихідного простору ознак.

Модернізація сутності інтегрального індикатора ендogenous потенціалу розвитку, що кількісно формалізується через показник внутрішньої ентропії $H(R)$, в епоху домінування глобальних цифрових платформ та перманентних макроекономічних дестабілізацій вимагає радикального відходу від класичних статичних моделей адитивної згортки на користь адаптивних систем структурної декомпозиції.

Сучасні бізнес-структури функціонують не як ізольовані й замкнені економічні суб'єкти, а як динамічні компоненти відкритих мережових екосистем. У таких умовах їхня внутрішня сила та адаптивна життєздатність детермінуються не просто обсягом нагромаджених матеріальних активів, а швидкістю архітектурної кооперації, гнучкістю ресурсних пропорцій та готовністю до викликів циркулярної трансформації. Відповідно, зростання внутрішньої ентропії $H(R)$ у цьому контексті відображає позитивне розширення внутрішнього системного різноманіття, акумуляцію негентропійного резерву та підвищення здатності системи до самоорганізації.

З огляду на це, формування складу первинних субіндексів для розрахунку $H(R)$ передбачає ендogenousізацію сучасних показників екосистемної компліментарності, цифрової зрілості та циркулярної стійкості. Замість узагальнених статичних метрик у структуру оцінювання внутрішньої ентропії $H(R)$ для аналізованої групи бізнес-структур введемо три специфічні, функціонально орієнтовані блоки (компоненти), які комплексно охоплюють жорсткі та м'які чинники розвитку вищого порядку.

У якості першого динамічного вектора моделі пропонується визначити індекс екосистемної компліментарності та цифровізації ($EC_i(t)$), який квантифікує внутрішню спроможність бізнес-структури до безшовної інтеграції в архітектуру сучасних цифрових платформ.

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 дозволяє мінімізувати часовий лаг транзакцій та нівелювати рівень інформаційної асиметрії у міжорганізаційному просторі [25].

У контексті еволюційної концепції підприємства другою компонентою, що відображає довгострокову інституційну життєздатність та інноваційну флексибільність бізнес-структури виступає індекс циркулярної стійкості та еко-модернізації ($CR_i(t)$). На противагу традиційним підходам, що обмежуються фіксацією поточних природоохоронних витрат, цей дескриптор характеризує глибинну параметричну готовність мікроекономічної системи до повної структурної перебудови власних операційних циклів на засадах безвідхідного виробництва. Аналітична місткість індексу ($CR_i(t)$) базується на нелінійній інтеграції декількох критичних взаємозв'язків, серед яких ключове місце посідає оцінювання питомої ваги цільового «зеленого» фінансування та екологічно спрямованих асигнувань у загальному інвестиційному портфелі компанії, що наочно відображає стратегічний пріоритет модернізації капіталу [25].

Водночас цей показник детермінує коефіцієнт впровадження замкнених рециклінгових систем, загальний рівень безвідхідності базових технологічних ланцюгів та темпоральну швидкість безпосередньої трансформації класичних лінійних бізнес-моделей у циклічні екосистеми. Ендогенна сутність зазначеного компонента виявляється в його здатності мінімізувати чутливість підприємства до коливань вартості та дефіциту первинної сировини на зовнішніх ринках. У такий спосіб індекс фіксує не просто екологічну відповідальність бізнесу, а його внутрішній технологічний потенціал саморегуляції ресурсомісткості, що забезпечує тривалу деінтенсифікацію витрат і формує випереджальний бар'єр проти сировинних макроекономічних шоків.

Зв'язуючим та фундаментально стабілізуючим елементом усієї системи виступає індекс фінансово-операційного гомеостазу ($FH_i(t)$), який експлікує базову життєздатність бізнес-структури через систему класичних верифікованих метрик миттєвої ліквідності, фінансової автономії та операційної рентабельності капіталу. Математична формалізація цього субіндексу в окремих випадках може реалізовуватись у формі лінійної адитивної функції з урахуванням нормативних

вагових коефіцієнтів, що задовольняють умову жорсткого стохастичного нормування ваг у межах зазначеного локального контуру. В описуваній кібернетичній архітектурі індекс ($FH_i(t)$) виконує роль базового внутрішнього демпфера проти екзогенних шоків, конвертуючи нагромаджені капітальні резерви та фінансову стійкість у часовий ресурс, необхідний для розгортання адаптаційних процесів у м'яких підсистемах бізнес-структури [25].

Значення кожного з трьох запропонованих субіндексів ($EC_i(t)$, $CR_i(t)$, $FH_i(t)$) розраховується у безрозмірній формі та належить відрізку $[0;1]$, для чого проводиться попередня мінімаксна нормалізація первинних дескрипторів.

У межах запропонованого методичного підходу передбачається дослідження індивідуальної темпоральної динаміки окремих бізнес-структур, екстремальні значення (мінімуми та максимуми) якої будуть детермінуватись не за просторовою сукупністю однорідних підприємств, а за конкретними хронологічними періодами його функціонування.

Зазначена специфікація математичного нормування первинних ознак дозволяє квантифікувати рівень наближення поточного стану кожного контуру управління до його історично найкращого чи найгіршого результату в ретроспективному треку діяльності конкретної бізнес-структури. Такий референтний підхід має забезпечувати високу релевантність оцінювання, оскільки базою порівняння виступають ендогенні ліміти та фактично досягнуті межі адаптивності самої системи, а не усереднені галузеві дескриптори, що усуває методологічні викривлення, зумовлені масштабами бізнесу чи специфікою його ринкової ніші.

Оскільки всі три модернізовані субіндекси – екосистемна компліментарність (EC), циркулярна стійкість (CR) та фінансово-операційний гомеостаз (FH) – за своєю економічною суттю є стимуляторами розвитку (тобто їхнє позитивне прирощення свідчить про інтенсифікацію внутрішньої сили та адаптивності підприємства), математична процедура лінійного масштабування для поточного періоду t формалізується так [25]:

$$\begin{aligned}
\widetilde{EC}(t) &= \frac{EC(t) - \min_T EC(t)}{\max_T EC(t) - \min_T EC(t)}, \\
\widetilde{CR}(t) &= \frac{CR(t) - \min_T CR(t)}{\max_T CR(t) - \min_T CR(t)}, \\
\widetilde{FH}(t) &= \frac{FH(t) - \min_T FH(t)}{\max_T FH(t) - \min_T FH(t)}.
\end{aligned}
\tag{3.1}$$

де $EC(t)$, $CR(t)$, $FH(t)$ – фактичні значення субіндексів, які розраховані для підприємства у періоді t ; $\max_T$, $\min_T$ – відповідні максимальні та мінімальні значення конкретного субіндексу протягом n аналізованих періодів часу; $\widetilde{EC}(t)$, $\widetilde{CR}(t)$, $\widetilde{FH}(t)$ – нормовані значення субіндексів.

Саме нормовані значення індексів (3.1) в подальшому використовуються в алгоритмі Шеннона [86] для розрахунку часток розподілу складових внутрішнього потенціалу $p_j(t)$:

$$p_i(t) = \frac{\tilde{I}_i(t)}{\sum_{k=1}^3 \tilde{I}_k(t)}, \text{ причому } \sum_{i=1}^3 p_i(t) = 1, \tag{3.2}$$

де $\tilde{I}_1(t) = \widetilde{EC}(t)$; $\tilde{I}_2(t) = \widetilde{CR}(t)$; $\tilde{I}_3(t) = \widetilde{FH}(t)$.

Значення (3.2), у свою чергу, стають основою для розрахунку значення внутрішньої ентропії бізнес-структури:

$$H_t(R) = -\frac{1}{\ln(3)} \sum_{i=1}^3 p_i(t) \ln(p_i(t)). \tag{3.3}$$

Варто зауважити, що у разі збігу фактичного значення аналізованого дескриптора з його ретроспективним мінімумом у певному часовому інтервалі, процедура стандартного лінійного масштабування призводить до появи нульового значення нормованої величини (3.1). Оскільки математичний апарат розрахунку інформаційної ентропії Шеннона (3.3) містить оператор натурального логарифма відносної частоти, наявність нульових аргументів генерує обчислювальну помилку у формі невизначеності.

Задля нівелювання цього деструктивного ефекту, що є критичним при алгоритмізації розрахунків у спеціалізованих пакетах прикладного програмного забезпечення (зокрема в середовищі розробки R), доречним є застосування модифікованого мінімаксного зсуву. Зазначена процедура передбачає, зокрема, штучне обмеження області визначення нормованої змінної строго додатним інтервалом $[0,001; 1]$, що досягається шляхом введення коригувального

параметричного зсуву в класичну функцію масштабування [25]:

$$\begin{aligned}\widetilde{EC}(t) &= 0,001 + 0,999 \cdot \frac{EC(t) - \min_T EC(t)}{\max_T EC(t) - \min_T EC(t)}, \\ \widetilde{CR}(t) &= 0,001 + 0,999 \cdot \frac{CR(t) - \min_T CR(t)}{\max_T CR(t) - \min_T CR(t)}, \\ \widetilde{FH}(t) &= 0,001 + 0,999 \cdot \frac{FH(t) - \min_T FH(t)}{\max_T FH(t) - \min_T FH(t)}.\end{aligned}\quad (3.4)$$

Запропонована модифікація повністю зберігає логіку мінімаксного методу, але формує масив даних, який є математично придатним для коректного розрахунку інформаційної міри хаосу за Шенноном [86].

Запропонований методичний підхід можна класифікувати, як експрес-методику оцінювання ендогенної ентропії бізнес-структури.

При цьому для комплексного відображення архітектури представлені субіндекси ($EC_i(t)$ – індекс екосистемної компліментарності та цифровізації; $CR_i(t)$ – індекс циркулярної стійкості та еко-модернізації; $FH_i(t)$ – індекс фінансово-операційного гомеостазу) доречно декомпонувати через первинні показники діяльності бізнес-структури.

Першим базовим вектором оцінювання ендогенного потенціалу бізнес-структур у мінливому середовищі є індекс екосистемної компліментарності та цифровізації. Математично та змістовно він поєднує два взаємодоповнюючі контури функціонування бізнес-структури: субіндекс цифровізації (I_{Dig}), який відображає внутрішню технологічну готовність до високошвидкісної обробки даних, та субіндекс екосистемної компліментарності (I_{Comp}), що характеризує зовнішню структурну та когнітивну сумісність підприємства з його партнерами.

Для проведення емпіричних розрахунків за цими двома векторами було сформовано систему первинних дескрипторів, які підлягають кількісному та якісному оцінюванню. Економіко-кібернетичний зміст та функціональне призначення кожного з обраних індикаторів у загальній системі управління розвитком представлено в таблиці 3.1.

Слід відзначити, що частка витрат на ІТ-структури та хмарні сервіси в загальному обсязі операційних витрат (x_1) розраховується як відношення капітальних та операційних витрат на придбання ліцензій, підтримку серверних

потужностей, оренду хмарних сховищ до сукупних операційних витрат підприємства за звітний період. Показник виступає базовим ресурсним стимулятором. Висока частка витрат на хмарні технології свідчить про гнучкість ІТ-архітектури та її здатність до динамічного масштабування (миттєвого нарощування чи згортання обчислювальних ресурсів) без значних капітальних інвестицій, що критично важливо у мінливому середовищі.

Таблиця 3.1

**Система первинних індикаторів оцінювання індексу екосистемної
компліментарності та цифровізації**

Код	Назва індикатора	Од. виміру	Економічна сутність
Первинні індикатори субіндексу цифровізації (I_{Dig})			
x_1	Частка витрат на ІТ-структури та хмарні сервіси в загальному обсязі операційних витрат	% або у балах	Відображає рівень фінансового забезпечення та стратегічну пріоритетність цифрового розвитку бізнес-структури.
x_2	Рівень автоматизації бізнес-процесів	% або у балах	Оцінює ступінь охоплення ключових бізнес-процесів підприємства інтегрованими корпоративними системами класу ERP та CRM
x_3	Індекс використання аналітичних платформ та алгоритмів штучного інтелекту в прийнятті рішень	дескрипторна оцінка, зведена до шкали від 0 до 1	Відображає глибину інтеграції аналітичних інструментів (BI-платформ, предиктивних моделей, нейромережових алгоритмів) у процеси стратегічного та оперативного планування.
Первинні індикатори субіндексу екосистемної компліментарності (I_{Comp})			
x_4	Коефіцієнт технологічної сумісності	дескрипторна оцінка, зведена до шкали від 0 до 1	Визначає готовність ІТ-архітектури підприємства до автоматизованого безшовного з'єднання з інформаційними системами контрагентів
x_5	Щільність інформаційного обміну	% або у балах	Характеризує рівень відмови від паперового супроводу та переведення трансакційного контуру у цифровий формат
x_6	Рівень когнітивної синхронізації	% або у балах	Відображає глибину партнерської взаємодії на вищих еволюційних рівнях – у сфері спільних інновацій, знань та стратегічного розвитку

Джерело: розроблено автором

Рівень автоматизації бізнес-процесів (x_2) визначається як відношення

кількості регламентованих операційних процесів, що виконуються в автоматизованому середовищі, до їхньої загальної кількості. Цей показник характеризує швидкість та якість проходження сигналів у внутрішньому контурі адміністрування. Автоматизація знижує транзакційні витрати, нівелює вплив "людського фактора" та забезпечує стандартизацію даних, роблячи внутрішнє середовище системи прозорим та керованим.

Оскільки індекс використання аналітичних платформ та алгоритмів штучного інтелекту в прийнятті рішень (x_3) є якісним показником, для його кількісної оцінки доречно застосувати трирівневу дескрипторну шкалу:

- $[0; 0,25)$ – аналітика ведеться локально (ручна обробка в MS Excel, предиктивні алгоритми відсутні);
- $[0,25; 0,75)$ – впроваджено сучасні BI-платформи (наприклад, Qlik Sense, Power BI), але аналіз часто обмежується ретроспективним описом (оцінка "що відбулося");
- $[0,75; 1]$ – BI-платформи інтегровані з предиктивними алгоритмами та елементами ШІ, рішення приймаються на основі прогностного сценарного моделювання в реальному часі.

Так само якісним показником є коефіцієнт технологічної сумісності (x_4). Він розраховується на основі експертно-технічного аудиту за наявністю та рівнем стандартизації відкритих програмних інтерфейсів:

- $[0; 0,25)$ – інтеграція на початковому рівні, обмін даними часто відбувається через завантаження файлів вручну;
- $[0,25; 0,75)$ – наявні закриті (специфічні) інтерфейси обміну під окремих ключових партнерів;
- $[0,75; 1]$ – розгорнуто гнучку сервіс-орієнтовану архітектуру (SOA) з відкритими, задокументованими API, що дозволяє підключати нових партнерів за лічені години.

Показник відображає ступінь структурної відкритості та комунікаційної адаптивності системи. Чим вищий показник, тим нижчий вхідний бар'єр для формування нових партнерських альянсів у мінливому ринковому середовищі.

Щільність інформаційного обміну (x_5) визначається як частка замовлень, накладних, актів, рахунків-фактур та специфікацій, що передаються, підписуються (за допомогою ЕЦП) та обробляються через захищені цифрові канали (EDI-платформи, системи електронного документообігу тощо) у загальному обсязі документообігу з контрагентами. Показник визначає швидкість реакції системи на зовнішні подразники. Цифровий транзакційний контур мінімізує часові затримки (інформаційні лаги), знижує ймовірність спотворення даних при передачі та забезпечує синхронізацію операційних циклів партнерів у режимі "just-in-time".

Рівень когнітивної синхронізації (x_6) розраховується як частка спільних науково-дослідних проєктів, кобрендингових ініціатив, спільних цифрових продуктів або інтегрованих ланцюгів створення цінності у загальному портфелі активів та продуктів бізнес-структури. Цей показник відображає наявність синергетичного ефекту від екосистемної взаємодії. Високий рівень когнітивної синхронізації вказує на те, що партнери не просто обмінюються інформацією, а спільно адаптуються до змін ринку, взаємно посилюючи негентропійні процеси та спільно формуючи траєкторію стійкого розвитку.

Оскільки усі індикатори, перелічені в таблиці 3.1 мають характер стимуляторів. Тому їх нормування доречно проводити з використанням класичної формули масштабування типу (3.4).

Локальне агрегування запропонованих дескрипторів у проміжні субіндекси коректно проводити за допомогою рівновагової мультиплікативної моделі. Розрахунок субіндексу цифровізації (I_{Dig}) для i -го підприємства у період t базується на першій тріаді показників і має такий вигляд:

$$I_{Dig,it} = \sqrt[3]{\widetilde{x}_{1it} \times \widetilde{x}_{2it} \times \widetilde{x}_{3it}}. \quad (3.5)$$

Відповідно, обчислення субіндексу екосистемної компліментарності (I_{Comp}), який концентрує в собі другу тріаду дескрипторів зовнішньої взаємодії, реалізується за аналогічним кібернетичним принципом нелінійної компенсації:

$$I_{Comp,it} = \sqrt[3]{\widetilde{x}_{4it} \times \widetilde{x}_{5it} \times \widetilde{x}_{6it}}. \quad (3.6)$$

Фінальний синтез проміжних метрик у цільовий інтегральний показник, який враховує ступінь впливу кожного контуру на загальний рівень ендogenousного потенціалу, доречно проводити у формі зваженої мультиплікативної згортки еластичного типу. Математична модель оцінювання індексу екосистемної компліментарності та цифровізації ($EC_i(t)$) набуває такого вигляду:

$$EC_i(t) = (I_{Dig,it})^{\beta_1} \times (I_{Comp,it})^{\beta_2}. \quad (3.7)$$

У моделі (3.7) параметри β_1 та β_2 виконують роль еластичностей згортки (вагових коефіцієнтів), які задовольняють стандартній кібернетичній умові нормування, що визначається як:

$$\beta_1 + \beta_2 = 1, \beta_1 > 0, \beta_2 > 0.$$

На поточному етапі зупинимось на рівнозначності субіндексів (3.5), (3.6), що узгоджується з максимізацією різноманітності. У цьому випадку (3.7) набуває вигляду

$$EC_i(t) = (I_{Dig,it})^{1/2} \times (I_{Comp,it})^{1/2}. \quad (3.8)$$

Мультиплікативна форма виразів (3.5)-(3.8) зумовлює корегування діапазону можливих значень індикаторів, перелічених в таблиці 3.1. Адже, нульове значення хоча б одного з них призводить до появи нульового значення величин (3.7), (3.8). Для нівелювання цього ефекту обмежимо область визначення змінних $\widetilde{x}_{1it}, \widetilde{x}_{2it}, \widetilde{x}_{3it}, \widetilde{x}_{4it}, \widetilde{x}_{5it}, \widetilde{x}_{6it}$ строго додатним інтервалом $(0; 1]$.

Другим фундаментальним виміром оцінювання ендogenousного потенціалу бізнес-структур у мінливому середовищі є дослідження їхньої матеріально-ресурсної стійкості та рівня екологічної адаптивності. Сучасна парадигма сталого розвитку та європейський курс на «зелений» перехід вимагають від підприємств не просто мінімізації негативного впливу на довкілля, а глибокої структурної перебудови виробничих систем на засадах кругової економіки. За таких умов довгострокова життєздатність організації безпосередньо залежить від її здатності знижувати залежність від первинних природних ресурсів, оптимізувати енергетичні витрати та впроваджувати екологічно безпечні технологічні рішення.

З огляду на це, другий вектор нашої моделі представлено у вигляді індекс циркулярної стійкості та еко-модернізації ($CR_i(t)$). Цей інтегральний показник доречно представити через об'єднання двох взаємопов'язаних контурів: субіндексу циркулярної стійкості (I_{Circ}), який відображає ступінь замкненості матеріальних потоків та ефективність поводження з ресурсами всередині бізнес-структури, та субіндексу еко-модернізації (I_{EcoM}), що характеризує рівень технологічного оновлення активів відповідно до жорстких екологічних стандартів та зниження питомого антропогенного навантаження.

Для проведення прикладних розрахунків за цим вектором було сформовано систему первинних дескрипторів (таблицю 3.2), які підлягають кількісному вимірюванню та якісній оцінці на основі звітності підприємств.

Так, частка повторно використаних, рецикльованих та відновлених ресурсів у загальному обсязі матеріальних витрат (x_7) розраховується як відношення вартості вторинної сировини, рецикльованих відходів власного виробництва та відновлених деталей до загальних витрат на сировину, матеріали та напівфабрикати за звітний період. З точки зору кібернетичного підходу цей показник виступає ключовим негентропійним стимулятором. Збільшення частки вторинних ресурсів знижує екзогенну залежність підприємства від первинних ресурсних ринків, підвищує його сировинну автономію та зменшує чутливість до цінових коливань на ринках природних копалин, що безпосередньо посилює стійкість гомеостазу.

Коефіцієнт ефективності управління відходами (x_8) визначається як відношення обсягу відходів, які були передані на спеціалізовану переробку або утилізовані власними силами, до загального обсягу утворених відходів у процесі діяльності підприємства. У загальній моделі цей показник характеризує здатність системи до внутрішньої самоочистки та оптимізації вихідних потоків. Чим ближчий цей коефіцієнт до одиниці, тим менше корисних речовин виводиться з контуру створення цінності бізнес-структури, що знижує загальну ентропію системи.

Таблиця 3.2

**Система первинних індикаторів оцінювання індексу циркулярної стійкості
та еко-модернізації**

Код	Назва індикатора	Од. виміру	Економічна сутність
Первинні індикатори субіндексу циркулярної стійкості (I_{Circ})			
x_7	Частка повторно використаних, рецикльованих та відновлених ресурсів у загальному обсязі матеріальних витрат	% або у балах	Оцінює рівень замкненості матеріальних потоків у межах операційного циклу бізнес-структури
x_8	Коефіцієнт ефективності управління відходами	% або у балах	Відображає рівень екологічної культури виробничих процесів та ступінь мінімізації безповоротних втрат
x_9	Рівень використання шерингових та спільних логістичних платформ	дескрипторна оцінка, зведена до шкали від 0 до 1	Оцінює інтегрованість підприємства в сучасні моделі спільного використання ресурсів (шерингова економіка) в межах партнерської екосистеми
Первинні індикатори субіндексу еко-модернізації (I_{Ecom})			
x_{10}	Питома енергомісткість операційної діяльності	грн. /тис. грн	Вимірює енергетичну ефективність технологічних процесів підприємства
x_{11}	Частка екологічно сертифікованої продукції та екологічно безпечних процесів у загальному портфелі	% або у балах	Оцінює ступінь відповідності виробничого комплексу підприємства та його продукції міжнародним стандартам екологічного менеджменту (наприклад, ISO 14001, ISO 50001) та зеленим маркуванням.
x_{12}	Частка інвестицій в екологічні інновації та чисті технології в загальному обсязі капітальних інвестицій	% або у балах	Відображає стратегічну орієнтацію підприємства на екологічну модернізацію своїх активів

Джерело: розроблено автором

Коефіцієнт ефективності управління відходами (x_8) визначається як відношення обсягу відходів, які були передані на спеціалізовану переробку або утилізовані власними силами, до загального обсягу утворених відходів у процесі діяльності підприємства. У загальній моделі цей показник характеризує здатність системи до внутрішньої самоочистки та оптимізації вихідних потоків. Чим ближчий цей коефіцієнт до одиниці, тим менше корисних речовин виводиться з контуру створення цінності бізнес-структури, що знижує загальну ентропію

системи.

Оскільки рівень використання шерингових та спільних логістичних платформ (x_9) має якісний характер, для його оцінювання застосовується трирівнева шкала:

- $[0; 0,25)$ – спільне використання активів на початковому рівні (підприємство володіє та оперує здебільшого власним або довгостроково орендованим транспортом та складами, які часто простоюють);
- $[0,25; 0,75)$ – точкове використання шерингових послуг (наприклад, залучення сторонніх логістичних операторів або хмарних логістичних сервісів для покриття пікових навантажень);
- $[0,75; 1]$ – повна інтеграція у цифрові платформи логістичного та виробничого шерингу, де завантаження потужностей і транспортних засобів оптимізується в реальному часі спільно з партнерами.

У системній моделі показник відображає рівень гнучкості фізичних зв'язків бізнес-структури та її здатність оперативно вивільняти надлишкові ресурси або залучати відсутні активи без капітальних витрат.

Питома енергомісткість операційної діяльності (x_{10}) розраховується як відношення загальних витрат на паливно-енергетичні ресурси (електроенергію, газ, паливо та ін.) до обсягу випущеної та реалізованої продукції у грошовому вимірі. Це єдиний показник у цій групі, який за своєю економічною суттю є дестимулятором – тобто його зростання свідчить про технологічну відсталість і зниження стійкості. У кібернетичній системі він виступає індикатором внутрішніх енергетичних втрат: висока енергомісткість робить бізнес-структуру критично вразливою до екзогенних цінових шоків на енергоносії та обмежує можливості для стратегічного маневрування.

Частка екологічно сертифікованої продукції та екологічно безпечних процесів у загальному портфелі (x_{11}) розраховується як частка виручки від реалізації сертифікованої продукції в загальному доході бізнес-структури. У кібернетичній моделі цей параметр виступає стимулятором, що характеризує адаптивність системи до ринкових обмежень регуляторного та споживчого

походження. Висока частка сертифікованих процесів забезпечує «зелений паспорт» для виходу на висококонкурентні міжнародні ринки, нівелюючи ризики регуляторного блокування бізнесу.

Частка інвестицій в екологічні інновації та чисті технології в загальному обсязі капітальних інвестицій (x_{12}) визначається як відношення фінансових витрат на впровадження очисних споруд, безвідходних технологій, декарбонізацію процесів та модернізацію обладнання під знижені викиди до сукупного обсягу капітальних інвестицій за звітний період. Цей індикатор відіграє роль випереджального сигналу розвитку. Він демонструє здатність системи до випереджальної самоорганізації: інвестиції в еко-інновації в поточному періоді закладають фундамент для зниження майбутніх екологічних податків та штрафів, забезпечуючи високу резильєнтність системи в довгостроковій перспективі.

З огляду на перелічені в таблиці 3.2 індикатори масштабування для стимуляторів будемо проводити за класичної формулою масштабування типу (3.4), а для показників питомої енергомісткості операційної діяльності (x_{10}), який є дестимулятором, застосуємо зворотню лінійну формулу:

$$\widetilde{x_{10it}} = \frac{\max_i(x_{10t}) - x_{10it}}{\max_i(x_{10t}) - \min_i(x_{10t})}. \quad (3.9)$$

При цьому у випадку аналізу показників діяльності окремої бізнес-структури масштабування проводиться відносно масиву даних накопичених в поточний момент часу

$$\widetilde{x_{10t}} = \frac{\max_T(x_{10}) - x_{10t}}{\max_T(x_{10}) - \min_T(x_{10})}, \quad (3.10)$$

що передбачає уточнення величини (3.10) на кожному кроці.

На наступному етапі за допомогою мультиплікативної згортки на основі середнього геометричного обчислюються локальні субіндекси циркулярної стійкості (I_{Circ}) та еко-модернізації (I_{EcoM})

$$I_{Circ,it} = \sqrt[3]{\widetilde{x_{7it}} \times \widetilde{x_{8it}} \times \widetilde{x_{9it}}}, \quad (3.11)$$

$$I_{EcoM,it} = \sqrt[3]{\widetilde{x_{10,it}} \times \widetilde{x_{11,it}} \times \widetilde{x_{12,it}}}, \quad (3.12)$$

що гарантує відсутність ефекту необґрунтованого компенсування одного

показника іншим.

Підсумковий синтез проміжних метрик у цільовий інтегральний показник з огляду на (3.3) будемо проводити у формі зваженої мультиплікативної згортки еластичного типу. Математична модель оцінювання індексу циркулярної стійкості та еко-модернізації ($CR_i(t)$) набуває вигляду:

$$CR_i(t) = (I_{Circ,it})^{\gamma_1} \times (I_{EcoM,it})^{\gamma_2}. \quad (3.13)$$

У моделі (3.8) параметри γ_1 та γ_2 виконують роль еластичностей згортки, які задовольняють умові нормування:

$$\gamma_1 + \gamma_2 = 1, \gamma_1 > 0, \gamma_2 > 0.$$

Їх визначення залежить від галузі та особливостей діяльності конкретної бізнес-структури або їх групи. Оскільки бізнес-структури різних видів економічної діяльності мають принципово різну структуру капіталу, матеріальних потоків та операційних процесів, вагове співвідношення між внутрішньою циркулярною стійкістю (I_{Circ}) та рівнем загальної технологічної еко-модернізації (I_{EcoM}) не може бути універсальним.

У контексті системного аналізу ця залежність визначається закономірностями розподілу інформаційного навантаження та технологічними бар'єрами, притаманними конкретним секторам економіки.

Для підприємств важкої промисловості, металургії, машинобудування або капітального будівництва характерними є гігантські обсяги споживання фізичної сировини та утворення великої кількості промислових відходів [109]. У таких секторах критично важливим є саме замкнений цикл виробництва. Будь-яке підвищення частки вторинних ресурсів чи оптимізація поводження з відходами генерує миттєвий та колосальний економічний ефект, який безпосередньо впливає на зниження собівартість продукції.

Ентропійний аналіз реальних даних у цих галузях зазвичай демонструє високу варіативність показників циркулярності між лідерами та аутсайдерами. Це автоматично веде до зростання параметра еластичності γ_1 (ваги субіндексу циркулярної стійкості I_{Circ}), який може досягати значень 0,65 – 0,75, тоді як внесок загальної еко-модернізації γ_2 стає відносно меншим.

Для хімічної промисловості, нафтопереробки, великої енергетики, а також високотехнологічних виробництв на перший план виходять вимоги до жорсткої модернізації основних засобів, зниження викидів та оптимізації споживання енергії [73]. Тут первинні матеріальні потоки часто є жорстко детермінованими технологічним регламентом, і можливості для безпосереднього рециклінгу всередині однієї бізнес-структури обмежені.

Водночас питома енергомісткість та відповідність екологічним стандартам процесу й продукту визначають виживання бізнесу на ринку та його захищеність від штрафів і регуляторного тиску.

Інформаційна варіативність та динаміка капіталовкладень в еко-інновації у цих секторах є домінуючими чинниками розвитку. Як наслідок, баланс зміщується на користь параметра еластичності γ_2 (ваги субіндексу еко-модернізації I_{Ecom}), межі якого можна зафіксувати в межах 0,60 – 0,70.

Для сервісних, торговельних, логістичних та ІТ бізнес-структур матеріальні витрати сировини мінімальні, проте вони оперують значними інфраструктурними та логістичними потужностями [102].

Основним джерелом екологізації тут стає використання спільних шерингових платформ для оптимізації транспорту й складів, а також перехід на «зелені» стандарти офісів і дата-центрів. Оскільки класичний промисловий рециклінг тут практично відсутній, параметри γ_1 та γ_2 виступають об'єктивним відображенням того, який саме контур – матеріально-циркулярний чи технологічно-екологічний – є головним драйвером структурних зрушень у досліджуваному виді діяльності (див. таблицю 3.3).

Аграрне виробництво поєднує в собі ознаки як природних екосистем, так і високотехнологічних промислових комплексів [110], що зумовлює збалансований, але зміщений у бік циркулярності розподіл ваг.

На відміну від промисловості, де циркулярність часто вимагає складних штучних технологічних рішень, в аграрному секторі вона є основою природної життєздатності бізнесу. Ідентифікуючи біологічний характер виробництва, пропонуємо встановлювати високий пріоритет для субіндексу I_{Circ} на рівні $\gamma_1 \approx$

0,60, залишаючи вагому частку для технологічної еко-модернізації I_{EcoM} ($\gamma_2 \approx 0,40$), яка забезпечує цифрову точність сучасного «зеленого» фермерства.

Таблиця 3.3

**Узагальнена матриця очікуваних значень параметрів γ_1 та γ_2 для
сервісних, торговельних, логістичних та ІТ бізнес-структур**

Галузевий сектор	Очікуваний γ_1 (Циркулярність)	Очікуваний γ_2 (Еко-модернізація)	Ключовий драйвер
Сфера послуг	0,25 – 0,35	0,65 – 0,75	Енергоефективність офісів та зелені стандарти
ІТ-сектор	0,20 – 0,30	0,70 – 0,80	Енергоспоживання дата-центрів та хмарні технології
Логістика	0,40 – 0,45	0,55 – 0,60	Шеринг транспорту/складів та екологічність автопарку
Торгівля	0,45 – 0,50	0,50 – 0,55	Оптимізація та екологізація ланцюга постачань

Джерело: розроблено автором

При цьому встановлення конкретних значень параметрів γ_1 та γ_2 залежить не лише від галузевого сектору, але й від особливостей діяльності конкретної бізнес-структури.

Завершальним, але найбільш фундаментальним виміром оцінювання ендегенного потенціалу розвитку бізнес-структур у межах побудованої моделі є визначення індексу фінансово-операційного гомеостазу ($FH_i(t)$). Так, якщо перші два індекси – екосистемної компліментарності та цифровізації та циркулярної стійкості та еко-модернізації – відображають переважно інноваційні, мережеві та екологічні драйвери довгострокового розвитку, то третій індекс виступає жорстким обмежувачем та гарантом життєздатності всієї системи.

При цьому для забезпечення адекватності моделювання та уникнення ефекту мультиколінеарності простір оціночних параметрів сформовано з чотирьох базових дескрипторів (див. таблицю 3.4).

**Система первинних індикаторів оцінювання індексу
фінансово-операційного гомеостазу**

Код	Назва індикатора	Од. виміру	Економічна сутність
x_{13}	Коефіцієнт автономії	Безрозмірний коефіцієнт	Відображає ступінь капітальної незалежності та структурної стійкості бізнес-структури
x_{14}	Коефіцієнт швидкої ліквідності	Безрозмірний коефіцієнт	Характеризує миттєву платоспроможність підприємства
x_{15}	Рентабельність операційної діяльності	%	Відображає чисту комерційну ефективність основної діяльності підприємства
x_{16}	Оборотність оборотних засобів	Безрозмірний коефіцієнт	Вимірює інтенсивність та ділову активність використання мобільного капіталу підприємства

Джерело: розроблено автором

Відзначимо, що коефіцієнт автономії (x_{13}) визначає частку активів підприємства, яка профінансована за рахунок власних джерел (акціонерного капіталу, нерозподіленого прибутку та резервів), а не за рахунок залучення зовнішніх позик чи кредиторської заборгованості [53].

У кібернетичній системі гомеостазу коефіцієнт автономії виступає структурним стабілізатором та буфером міцності. Він характеризує стратегічну стійкість системи та її здатність протистояти системним екзогенним шокам. Оптимальним значенням цього показника вважається величина 0,5 [53], а його високе значення гарантує, що у випадку раптового погіршення кон'юнктури ринку або заморожування кредитних ліній бізнес-структура збереже керованість та право власності на свої ключові активи, уникаючи загрози недружнього поглинання чи примусової ліквідації.

Коефіцієнт швидкої ліквідності (x_{14}) оцінює здатність компанії вчасно та в повному обсязі погасити свої короткострокові зобов'язання за рахунок найбільш мобільних та ліквідних оборотних засобів, які можна швидко конвертувати у грошову форму (кошти на рахунках, поточні фінансові інвестиції та дебіторська заборгованість), не вдаючись до вимушеного та швидкого розпродажу товарних запасів [49].

У моделі гомеостазу цей показник виконує функцію індикатора швидкого реагування на тактичні загрози. Він відіграє роль "запобіжника" від платіжних криз та касових розривів. Навіть фінансово автономна компанія може зазнати краху через тимчасову втрату ліквідності. Тому цей дескриптор сигналізує про поточну операційну гнучкість системи та її здатність безперебійно розраховуватися з постачальниками й персоналом у режимі реального часу.

Рентабельність операційної діяльності (x_{15}) показує, який обсяг операційного прибутку генерує кожна гривня отриманого чистого доходу від реалізації товарів чи послуг, ілюструючи якість ціноутворення, рівень контролю над операційними витратами та загальну ринкову силу бізнес-структури [38].

З точки зору кібернетичного підходу рентабельність операційної діяльності виступає генератором негентропії та основним джерелом самофінансування. Будь-яка складна система потребує постійного припливу енергії для підтримання своєї структури та розвитку. Операційний прибуток є саме тим внутрішнім ресурсом, який покриває витрати на інші вектори розвитку – цифровізацію, екологічну модернізацію та побудову партнерських мереж, не порушуючи при цьому фінансової рівноваги.

Коефіцієнт оборотності оборотних засобів (x_{16}) відображає кількість циклів, які оборотні активи проходять за аналізований період [48]. У системній моделі цей показник характеризує кінетичну енергію та динамічну адаптивність бізнес-процесів. У кібернетичному контурі швидка оборотність мінімізує час перебування ресурсів у статичному (іммобілізованому) стані, знижуючи ризики застарівання чи псування запасів та максимізуючи швидкість генерації вільного грошового потоку.

Математична згортка цих дескрипторів (таблиця 3.4) в інтегральний індекс фінансово-операційного гомеостазу ($FH_i(t)$) здійснюється за двокроковим алгоритмом. На першому кроці вихідні стимулятори ($x_{13} - x_{16}$) нормуються за лінійною мінімаксною формулою для приведення до безрозмірного інтервалу $[0; 1]$:

$$\widetilde{x}_{jit} = \frac{x_{jit} - \min_i(x_{jt})}{\max_i(x_{jt}) - \min_i(x_{jt})}, j \in \{13; 14; 15; 16\}. \quad (3.14)$$

У випадку аналізу показників діяльності окремої бізнес-структури масштабування проводиться відносно масиву даних накопичених в поточний момент часу

$$\widetilde{x}_{jt} = \frac{x_{jt} - \min_T(x_j)}{\max_T(x_{jt}) - \min_T(x_{jt})}, j \in \{13; 14; 15; 16\}. \quad (3.15)$$

На другому кроці розраховується фінальний інтегральний показник на основі середнього геометричного нормованих значень, що дозволяє уникнути взаємної компенсації параметрів (коли критичне падіння одного життєво важливого показника нівелюється високим значенням іншого):

$$FH_i(t) = \sqrt[4]{\widetilde{x}_{13,it} \times \widetilde{x}_{14,it} \times \widetilde{x}_{15,it} \times \widetilde{x}_{16,it}}. \quad (3.16)$$

У випадку аналізу показників діяльності окремої бізнес-структури формула (3.16) набуває вигляду

$$FH(t) = \sqrt[4]{\widetilde{x}_{13t} \times \widetilde{x}_{14t} \times \widetilde{x}_{15t} \times \widetilde{x}_{16t}}. \quad (3.17)$$

Така оптимізована структура математично спрощує процедуру згортання, мінімізує інформаційну надлишковість та чітко фокусує оцінку на критичних точках життєздатності бізнес-структури – капітальній стійкості, платоспроможності, маржинальності та швидкості обороту капіталу в діловому циклі.

Для розрахунку запропонованих індексів передбачається використання фінансової та управлінської звітності підприємств за період 2019–2025 років із поквартальною дискретизацією, що дозволить зафіксувати динаміку реакції та адаптивні лаги системи після екзогенних шоків.

У межах запропонованого методичного підходу показник ентропії зовнішнього середовища $H(D)$ виступає прямою математичною метрикою інтенсивності та мультивекторності екзогенного середовища. Вища ентропія $H(D)$ прямо відповідає вищому рівню системного шокового тиску, деструктивній дестабілізації макро- й мезосередовища та висуває максимальні вимоги до адаптаційного потенціалу бізнес-структури.

Процедура квантифікації $H(D)$ як показника турбулентного навантаження реалізується за наступними послідовними кроками.

Перш за все проведемо ідентифікацію векторів екзогенного впливу. Так, для забезпечення дискретної точності моніторингу простір екзогенних факторів $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ декомпозиується на m релевантних доменів турбулентності, охоплюючи наступні:

- воєнно-безпековий та макроекономічний (волатильність інфляції, критичні безпекові ризики, руйнування енергетичної інфраструктури, стрибки облікової ставки та ін.);
- ринково-конкурентний (падіння платоспроможного попиту, деструкція логістичних ланцюгів, дефіцити персоналу, критичне зростання цін на сировину та енергоносії та ін.);
- інституційно-регуляторний та технологічний (агресивні зміни законодавчого поля, ризики кібератак, блокування зовнішньоекономічних операцій та ін.).

Наступна фаза передбачає ідентифікацію порогових умов C_j для кожного домену, перевищення яких означає перехід середовища зі штатного режиму функціонування в стан негативного впливу (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Приклад матриці показників ідентифікації екзогенних шоків

Домен середовища	Показник-тригер	Порогова умова шоку ($C_j \Rightarrow d_j=1$)
Воєнно-безпековий (y_1)	Переривання енергопостачання / Блек-аут	Тривалість відключень перевищує X годин/добу
Макроекономічний (y_2)	Стрибок облікової ставки / Інфляція	Місячний ріст індексу споживчих цін більше $Y\%$
Логістичний (y_3)	Блокування маршрутів / Затримки	Зростання середнього часу доставки сировини більше $Z\%$
Ринок праці (y_4)	Дефіцит критичного персоналу	Рівень укомплектованості штату падає нижче $K\%$
Регуляторний (y_5)	Зміна податкового/митного режиму	Набрання чинності новими обмеженнями (1 – так, 0 – ні)

Джерело: розроблено автором

При цьому індикація доменів здійснюється через систему бінарних

дескрипторів $d_{j,t} \in \{0; 1\}$, де значення $d_{j,t} = 1$ фіксує наявність екзогенної деструкції в j -му домені у момент часу t , тоді як $d_{j,t} = 0$ засвідчує контрольований або стабільний перебіг процесів:

$$d_{j,t} = \begin{cases} 1, & \text{умова } C_j \text{ виконана (шок присутній/поріг перевищено),} \\ 0, & \text{умова } C_j \text{ не виконана (норма/штатний режим).} \end{cases} \quad (3.18)$$

Слід відзначити, що для бінарної індикації введення C_j не є обов'язковим.

Застосування чистої бінарної шкали у конкретний момент t створює математичний ризик: якщо всі $d_j = 0$ (жодного шоку немає), виникає невизначеність ділення на нуль при формуванні відносних часток q_j . Для розв'язання цієї проблеми використовується згладжування Лапласа (додавання малої величини $\varepsilon > 0$, наприклад $\varepsilon = 0,01$), що, на основі проведеного інтервального оцінювання у кожному періоді $t \in [1; T]$, дозволяє визначити нормалізовані частки турбулентного навантаження за m доменами середовища $(q_{j,t})$:

$$q_{j,t} = \frac{d_{j,t} + \varepsilon}{\sum_{k=1}^m (d_{k,t} + \varepsilon)}, \text{ де } \sum_{j=1}^m q_{j,t} = 1. \quad (3.19)$$

Отриманий вектор відносних часток (3.19) підставляється в нормоване рівняння Шеннона:

$$H_t(D) = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{j=1}^m q_{j,t} \ln(q_{j,t}). \quad (3.20)$$

Слід відзначити, що у випадку, коли $H(D) \rightarrow 0$ (фокусний шок або абсолютне затишшя) шоківий тиск виявляється лише в одному конкретному домені або зовсім відсутній. У цьому випадку менеджменту відомо чітке джерело проблеми, що дозволяє застосувати точкову захисну реакцію.

У ситуації, коли $H(D) \rightarrow 1$ (мультивекторний системний шок) спрацьовують тригери за всіма напрямками одночасно ($d_1 = d_2 = \dots = d_m = 1$). Середовище перебуває в стані тотального хаосу, що вимагає максимізації внутрішньої ентропії різноманіття для виживання системи.

Особливість класичної формули Шеннона полягає в тому, що при $d_1 = d_2 = \dots = d_m = 0$ маємо $H(D) = 1$ (максимальна невизначеність). Цей факт можна сприйняти, як методологічний нонсенс: «негативного впливу немає, але

хаос максимальний». Але з точки зору економічної кібернетики та теорії інформації, максимальна ентропія за відсутності локалізованих сигналів є не помилкою моделі, а відображенням стану інформаційного «білого шуму» – ситуації, коли бізнес-структура перебуває в умовах повної асиметрії інформації та не здатна виділити домінуючий вектор загрози.

При цьому ринкове середовище ніколи не буває стерильним. Базовий фон акумулює постійно діючі інституційні рамки, інфляційні тренди, базову конкуренцію та транзакційні витрати. Це фундаментальне середовище, у якому система існує за замовчуванням.

Це зумовлює введення нульового домена – "загальний ринковий фон" ($d_{0,t} \equiv 1$), який виступає об'єктивною базовою характеристикою середовища функціонування бізнес-структури. Він відображає неперервний тиск інституційного та операційного контуру, який присутній незалежно від наявності екстраординарних деструктивних подій.

Введено уточнення зводить (3.19), (3.20) до вигляду

$$H_t(D) = -\frac{1}{\ln(m+1)} \sum_{j=0}^m q_{j,t} \ln(q_{j,t}), \text{ де } q_{j,t} = \frac{d_{j,t} + \varepsilon}{\sum_{k=0}^m (d_{k,t} + \varepsilon)}. \quad (3.21)$$

Підстановка (3.3), (3.21) в (2.3) дозволяє встановити значення коефіцієнту ентропії, який відображає нейтральний стан ($\alpha = 1$), забезпечує адаптаційний профіцит ($\alpha > 1$) або сигналізує про дефіцит внутрішньої адаптивності ($\alpha < 1$).

3.2 Оцінювання параметрів стійкості бізнес-структур в умовах ентропійних шоків

Перехід від теоретико-методологічного обґрунтування регулятора стійкості та нелінійної функції управління до емпіричного моделювання передбачає оцінювання здатності бізнес-структури протистояти екзогенним збуренням шляхом внутрішнього ресурсно-функціонального перерозподілу.

Об'єктом емпіричного дослідження було визначено низку українських підприємств, а інформаційно-емпіричну базу апробації становить часовий ряд

тривалістю 28 кварталів (2019–2025 рр.), побудований на основі даних офіційної фінансової звітності підприємств, внутрішнього управлінського обліку та розрахованої бінарної матриці екзогенних шоків. Зазначений часовий лаг дозволяє простежити динаміку стійкості підприємства крізь три якісно відмінні фази:

1. Докризовий стан (2019 р.) – квазістаціонарне функціонування у стабільному ринковому середовищі;
2. Пандемічний шок COVID-19 (2020–2021 рр.) – локдауни, порушення глобальних ланцюгів постачання;
3. Воєнно-структурний шок та адаптація (2022–2025 рр.) – критичні руйнування енергосистеми, блокування логістики, прифронтовий статус регіону та подальша побудова автономного контуру стійкості.

Алгоритм верифікації методики розрахунку коефіцієнта ентропії буде реалізовано за такою структурованою послідовністю:

- формування внутрішнього ресурсно-функціонального вектора: визначення та оцінювання первинних дескрипторів контурів конкретної бізнес-структури, їх нормування та розрахунок часткових ваг p_i для обчислення внутрішньої ентропії $H(R)$;
- кількісна ідентифікація зовнішнього шокового тиску: екзогенного середовища у бінарну матрицю $d_j \in \{0; 1\}$ та визначення зовнішньої ентропії $H(D)$;
- обчислення регулятора стійкості та його траєкторії: розрахунок пропорції α_t та управляючого сигналу з подальшим ідентифікуванням фазового стану підприємства (зони дефіциту, паритету, профіциту або резерву);
- оцінка економічної адекватності отриманих результатів шляхом проведення регресійний аналіз зв'язку між α та показником ефективності/рентабельності капіталу ($ROCE$).

Так, ТОВ «Альфа-Фінанс» (в подальшому – «Бізнес-структура №1») є промисловим підприємством, яке виступає єдиним в Україні офіційним виробником електрозварювальних прямошовних нержавіючих труб. Специфіка

функціонування «Бізнес-структури №1» визначається комбінацією унікального позиціонування на вітчизняному ринку та критичної залежності від макроекономічних і кон'юнктурних чинників, основними з яких є:

- енергоємність технологічного циклу: процеси високочастотного TIG/Plasma-зварювання, калібрування та світлого відпалу труб потребують безперервного та якісного електропостачання;
- залежність від зовнішньоекономічної кон'юнктури: орієнтація на імпорт сертифікованого плоского прокату (штрипсу) та експорт готової трубної продукції до країн ЄС робить бізнес-систему чутливою до логістичних блокувань, митних бар'єрів і валютних коливань.

Так, з огляду на особливості діяльності «Бізнес-структури №1», з представлених у таблиці 3.1 індикаторів для розрахунку індексу цифровізації та компліментарності було обрано два найбільш об'єктивні та поквартально квантифіковані показники, які мінімізують суб'єктивізм експертних оцінок. А саме:

- x_2 – рівень автоматизації бізнес-процесів, який є відображає охоплення обліку, виробничого планування та матеріально-технічного забезпечення в єдиній ERP-системі заводу;
- x_5 – щільність інформаційного обміну, яка є чітким кількісним індикатором (частка електронного документообігу, е-декларування, цифрових специфікацій та сертифікатів якості на трубу у загальному транзакційному обсязі).

З представлених у таблиці 3.2 індикаторів для розрахунку індексу циркулярної стійкості та еко-модернізації ключовими є:

- x_8 – коефіцієнт ефективності управління відходами (у трубній промисловості основна маса відходів – це діловий металобрухт, стружка та відпрацьовані мастильно-охолоджувальні рідини);
- x_{10} – питома енергомісткість (грн/тис. грн) (критично важливий індикатор для TIG/Plasma зварювання та термообробки (світлого відпалу)).

Нарешті, в системі первинних індикаторів оцінювання індексу фінансово-

операційного гомеостазу (див. таблицю 3.4) були використані усі субіндекси.

Нормалізовані значення індикаторів сформованого списку, серед яких лише x_{10} є дестимулятором, наведені в Додатку Л-1.

З огляду на множину індикаторів оцінки діяльності «Бізнес-структури №1» та формули (3.5), (3.6), (3.8) маємо наступний вираз для обчислення індексу екосистемної компліментарності та цифровізації

$$EC(t) = (\widetilde{x}_{2t})^{1/2} \times (\widetilde{x}_{5t})^{1/2}. \quad (3.22)$$

Співвідношення (3.11), (3.12) в межах даних, що аналізуються, перетворюють форму для обчислення індексу циркулярної стійкості та еко-модернізації (3.13) до вигляду

$$CR(t) = (\widetilde{x}_{8t})^{\gamma_1} \times (\widetilde{x}_{10t})^{\gamma_2}. \quad (3.23)$$

З огляду на обрані показники циркулярної стійкості та еко-модернізації, а також специфіку функціонування «Бізнес-структури №1» коректним є задати коефіцієнти еластичності на рівнях $\gamma_1 = 0,4$ та $\gamma_2 = 0,6$, що зводить (3.23) до форми

$$CR(t) = (\widetilde{x}_{8t})^{0,4} \times (\widetilde{x}_{10t})^{0,6}. \quad (3.24)$$

Нарешті, обчислення інтегрального індексу фінансово-операційного гомеостазу $FH(t)$ було проведено за формулою (3.17).

Отримані значення індексів для обчислення внутрішньої ентропії та оцінки внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №1» наведені в Додатку Л-2. При цьому застосування формул (3.2), (3.3) не передбачало нормалізації індексів через попередню нормалізацію індикаторів $\widetilde{x}_{jt}$.

Динаміка обчисленої внутрішньої ентропії $H_n(R)$ «Бізнес-структури №1» протягом 2019–2025 років відображає глибоку якісну трансформацію адаптаційного потенціалу, ресурсної різноманітності та внутрішньої впорядкованості трубного підприємства Дніпропетровщини. Послідовне зростання показника у ретроспективному періоді з 0,6417 у першому кварталі 2019 року до 0,9541 наприкінці 2021 року засвідчує планомірне накопичення внутрішнього системного потенціалу. Даний етап характеризувався розширенням ресурсно-функціональної бази, оптимізацією структури капіталу

та формуванням нормативного буфера, який забезпечив максимальну передкризову готовність бізнес-структури до екзогенних викликів.

Початок повномасштабного воєнного вторгнення у 2022 році сформував переломну траєкторію внутрішньої ентропії, де досягнення передкризового максимуму у першому кварталі (0,9792) швидко змінилося стрімким падінням до абсолютного мінімуму усієї моделі у другому кварталі (0,2601). Такий деструктивний провал ідентифікує фазу глибокої дезорганізації системи, викликану паралічем традиційних експортних каналів, блокуванням портів, втратою усталених зв'язків із постачальниками та руйнуванням оперативних управлінських ланцюгів. Поступове зростання $H(R)$ у другій половині 2022 року до рівнів 0,6110 ... 0,6222 відобразило перші антикризові заходи з переорієнтації логістики на залізничний транспорт і сухопутні кордони ЄС та вимушену адаптацію до умов каскадних блек-аутів.

Упродовж 2023 року спостерігалось вихідне стрибкоподібне зростання внутрішнього різноманіття до граничних значень у діапазоні 0,9710 ... 0,9978, що свідчило про успішне завершення першої хвилі системної реструктуризації. Водночас повторне локальне просідання показника до 0,563 у третьому кварталі 2024 року підтвердило чутливість внутрішнього контуру до синергетичного тиску загостреної енергетичної кризи (руйнування магістральної генерації).

При цьому швидка відновлювальна динаміка наприкінці 2024 та протягом 2025 років, де значення внутрішньої ентропії стабілізувалися у межах 0,9570 ... 0,9981, свідчить про те, що менеджмент підприємства сформував нову операційну модель, здатну функціонувати в умовах високої зовнішньої турбулентності.

Перейдемо до оцінки зовнішньої ентропії. Так, формування системної множини екзогенних доменів «Бізнес-структури №1» було спрямоване на охоплення інтегрального спектра деструктивного впливу – від незнищеного інституційного тертя до геополітичних та регуляторних бар'єрів.

Проведемо специфікацію множини екзогенних доменів ($j \in \{0,1, \dots, 6\}$):

- $d_{0,t}$ – загальномакроекономічний та інституційний фон ($d_{0,t} \equiv 1$):

відображає постійно діючий, об'єктивний базовий рівень ринкового тертя, інфляційні коливання, базовий рівень конкуренції та транзакційні витрати, які супроводжують операційну діяльність «Бізнес-структури №1» незалежно від форс-мажорів;

- $d_{1,t}$ – енергетично-інфраструктурний шок: фіксує системні дефіцити електричної потужності, аварійні та почасові відключення, що безпосередньо загрожують безперервності інфраструктури;

- $d_{2,t}$ – логістично-операційний шок: відображає деструкції у ланцюгах постачання матеріально-технічних ресурсів та збуту готової продукції;

- $d_{3,t}$ – валютно-фінансовий шок: характеризує різкі девальваційні стрибки, звуження ліквідності на фінансовому ринку, зростання вартості залучення оборотного капіталу та коливання процентних ставок;

- $d_{4,t}$ – кадрово-демографічний шок: оцінює дефіцит кваліфікованого персоналу, мобілізаційний тиск, відтік фахівців та зростання витрат на утримання ефективної команди;

- $d_{5,t}$ – внутрішньоінституційний та податковий шок: фіксує регуляторні зміни в національному законодавстві, посилення фіскального тиску, ускладнення процедур адміністрування податків та ін.;

- $d_{6,t}$ – зовнішньоекономічний та геополітичний шок: Відображає деструктивний вплив міжнародного середовища, включаючи транскордонні логістичні блокади, обмеження міжнародного банківського еквайрингу, валютні обмеження НБУ щодо зовнішніх розрахунків, а також геополітичні турбулентності.

При побудові поквартальної бінарної матриці екзогенних шоків (2019-2025 рр.) (Додаток Л-3) було враховано специфіку функціонування трубного виробництва у Дніпропетровському регіоні – ключовому промисловому та металургійному центрі України, який зазнав суттєвого впливу COVID-19, повномасштабного воєнного вторгнення, руйнування логістичних ланцюгів та системних енергетичних криз.

Використання формул для обчислення показників зовнішньої ентропії (3.21) та аналіз отриманих результатів (Додаток Л-3) засвідчує чітку періодизацію фазових станів інформаційно-ризикового середовища трубної промисловості Дніпропетровської області.

Так, у докризові періоди 2019 та 2021 років значення ентропії утримувалося на мінімальному рівні $H_t(D) = 0,1627$, оскільки жоден зі специфічних деструктивних тригерів не перевищив встановлених порогових значень, а функціонування системи визначалося виключно незнищуваним загальномакроекономічним фоном.

Тимчасове зростання ентропії у 2020 році до діапазону від 0,4261 до 0,7338 відобразило карантинні обмеження пандемії COVID-19, розриви постачання та короткострокове падіння світових цін на металопродукцію, що, проте, не призвело до тривалої дестабілізації галузі.

Початок повномасштабного воєнного вторгнення у 2022 році кардинально змінив конфігурацію зовнішнього середовища, перевівши підприємства регіону у режим функціонування за високої ентропійної напруженості. Протягом перших трьох кварталів 2022 року показник $H_t(D) = 0,8386$ фіксував комбінований тиск морської блокади, вимушеної переорієнтації логістики на залізничні шляхи ЄС, офіційної девальвації гривні та початку масової мобілізації, хоча відносна стабільність енергосистеми у той період стримувала вихід на граничні значення. Кульмінаційним моментом став четвертий квартал 2022 року, коли поєднання масованого енергетичного колапсу з іншими деструктивними факторами спричинило одночасне спрацювання всіх шести прикладних тригерів, сформувавши стан абсолютного екзогенного хаосу $H_t(D) = 1$.

Динаміка 2023 року продемонструвала тимчасовий перехід системи до стану структурованого тиску. Тимчасове зменшення загального рівня ентропії у цей період підтверджує процес структуризації інформаційного поля, що дозволило менеджменту підприємств точно ідентифікувати джерела дестабілізації та реалізувати адресно спрямовані антикризові рішення.

Упродовж 2024-2025 років зовнішня ентропія стабільно утримувалася у

високому діапазоні, що визначалося руйнуванням магістральної електрогенерації, посиленням мобілізаційного тиску на важку індустрію регіону та змінами у фінансово-інституційному регулюванні. Таке стійке перебування показника $H_t(D)$ біля верхньої межі нормування доводить, що висока турбулентність та мультивекторність шоків стали новою операційною нормою для промисловості Дніпропетровщини.

Отримані ентропійні показники внутрішньої (Додаток Л-2) та зовнішньої (див. Додаток Л-3) ентропії «Бізнес-структури №1» дозволили побудувати та проаналізувати ряд динаміки відносного ентропійного коефіцієнту α (Додаток Л-4), що дозволило відстежити еволюцію адаптаційної стійкості бізнес-структури протягом трьох ключових хронологічних етапів.

Так, у докризовий період 2019 року коефіцієнт гомеостазу демонстрував монотонне зростання від 3,95 у першому кварталі до 4,58 у четвертому кварталі, що фіксувало стан стабільної квазістаціонарної рівноваги. Суттєве перевищення коефіцієнтом порогового рівня $\alpha = 1$ свідчило про наявність значного внутрішнього запасу міцності, за якого потенціал впорядкованості підприємства багаторазово перекривав низькі фонові екзогенні коливання.

Протягом пандемічного етапу 2020–2021 років динаміка α набула двофазного характеру. Початковий шок першої половини 2020 року спричинив різке зменшення коефіцієнта до 1,88 у першому кварталі та порогового мінімуму 1,19 у другому кварталі, відображаючи вимушену мобілізацію внутрішніх ресурсів для збереження керованості.

Швидке відновлення показника у другій половині 2020 року до 2,09...2,13 змінилося вибуховим зростанням протягом 2021 року, коли α піднявся з 5,67 у першому кварталі до абсолютного історичного максимуму 5,87 у четвертому кварталі. Таке високе значення коефіцієнта свідчило про формування надлишкового ресурсного та фінансово-операційного буфера перед майбутніми геополітичними випробуваннями.

Воєнно-структурний етап 2022–2025 років відзначився найгострішими амплітудними коливаннями коефіцієнта ентропії. Шоковий початок

повномасштабного вторгнення призвів до стрімкого падіння α з 1,17 у першому кварталі 2022 року до критичного мінімуму 0,31 у другому кварталі, що означало тимчасову втрату системного гомеостазу та перехід у режим дезорганізації та потенційного руйнування.

Перебування коефіцієнта у критичній зоні у третьому та четвертому кварталах 2022 року (0,74 та 0,61 відповідно) підтверджувало тривалий період антикризової адаптації. Упродовж 2023 року реалізація відновлювальних заходів дозволила повернути α у зону стійкості (1,16...1,66). Повторне локальне просідання показника до 0,61 у третьому кварталі 2024 року відобразило гострий інфраструктурно-кадровий шок, однак швидка відбудова операційного контуру забезпечила стабілізацію коефіцієнта у 2025 році на рівні 1,03 ... 1,19.

Отримані результати можна вважати підтвердженням формування на підприємстві стійкого стану антикрихкості, де внутрішній адаптаційний потенціал в змозі надійно перекривати екзогенний хаос.

При цьому сконструйований ентропійний показник α є модифікованою аналітичною метрикою. Щоб підтвердити її наукову спроможність, необхідно статистично довести, що вона має реальний зв'язок із загальновизнаними ринковими індикаторами ефективності підприємства, зокрема, такими як показником ефективності/рентабельності задіяного капіталу (*ROCE*). Його обрання в якості ключового результативного показника в межах розробленого оціночного інструментарію зумовлено його високою аналітичною ємністю та здатністю агрегувати системні операційні й фінансові характеристики функціонування підприємств.

Результати моделювання (Додаток Л-5, рисунок Л-5.1), яке було проведено за поквартальними нормалізованими даними «Бізнес-структури №1» за період 2019–2025 рр. ($N = 28$) (Таблиця 3-5.1), дозволяють формалізувати причинно-наслідкові зв'язки між ефективністю задіяного капіталу та коефіцієнтом ентропії бізнес-структури α .

Так, висока статистична значущість даного коефіцієнта підтверджується значенням t -статистики Стьюдента ($t_{\text{факт}} = 4,56$ при $p < 0,001$) та 95%-м

довірчим інтервалом, який не містить нуля.

Перевірка адекватності побудованої регресійної моделі в цілому підтверджується розрахунком значенням F -критерію Фішера ($F_{\text{факт}} = 20,83$), яке суттєво перевищує критичне значення ($F_{\text{табл}} \approx 4,23$ при рівні значущості 0,05), а відповідний рівень значущості ($p\text{-value} = 0,000106$) доводить високу надійність отриманих результатів (понад 99,9%).

Отриманий коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,445$ у поєднанні з коефіцієнтом кореляції $r_{xy} = 0,667$ свідчить про наявність помірно-високого позитивного зв'язку між досліджуваними змінними. З методологічної точки зору той факт, що рентабельність задіяного капіталу пояснює 44,5% варіації показника α , є фундаментально обґрунтованим. Це емпірично підтверджує, що ентропійний показник α «Бізнес-структури №1» не є вузькофінансовою метрикою, а виступає системним агрегованим індикатором, решта 55,5% варіативності якого формується під впливом нефінансових, операційно-технологічних та екзогенних факторів (зокрема, питомої енергоємності виробництва та зовнішніх шоків підприємницького середовища).

Ще однією базою емпіричного дослідження виступає АТ «ДАЗ» (у подальшому – «Бізнес-структура №2») – провідне багатoproфільне машинобудівне підприємство України, що займає критично важливе значення у сегментах виробництва високоточної авіаційної агрегатної техніки, шахтної гідравліки та промислово-побутового електрообладнання.

Специфіка функціонування та розвитку «Бізнес-структури №2» визначається поєднанням унікального науково-технічного потенціалу, високих стандартів точного машинобудування та високої чутливості до системних макроекономічних і воєнно-політичних чинників, основними з яких є:

- високотехнологічність та енергоємність обробного та ливарного циклів (виготовлення складних гідравлічних і пневматичних систем, авіаційних агрегатів та промислових елементів потребує безперервного, високоякісного електропостачання та суворого дотримання температурно-технологічних режимів обробки деталей);

- критична залежність від кон'юнктури ринків машинобудування та держзамовлення: орієнтація на високоспеціалізовані вироби (шахтна гідравліка, спецтехніка, компоненти для авіабудування) робить бізнес-систему надчутливою до стану видобувної галузі, обсягів державних оборонних закупівель, а також логістичних обмежень та коливань вартості високоякісних маркувальних сталей і сплавів.

З огляду на особливості діяльності «Бізнес-структури №2», з представлених у таблиці 3.1 індикаторів для розрахунку індексу цифровізації та компліментарності доречно обрати: x_2 (рівень автоматизації бізнес-процесів), який фіксує базову технологічну спроможність та рівень автоматизації технологічного циклу та x_5 (щільність інформаційного обміну), що відображають глибину цифровізації трансакційного контуру підприємства з зовнішньоекономічними контрагентами та логістичними партнерами».

З метою забезпечення високої репрезентативності та уникнення інформаційної надмірності, з представленого в таблиці 3.2 переліку для «Бізнес-структури №2» було обрано два базові індикатори: показник ефективності управління відходами (x_8), що фіксує рівень екологічної безпеки та мінімізації безповоротних втрат виробничих ресурсів, та питому енергомісткість операційної діяльності (x_{10}), яка відображає чутливість технологічного контуру підприємства до енергетичних шоків та рівень його ресурсозбереження.

В системі первинних індикаторів оцінювання індексу фінансово-операційного гомеостазу «Бізнес-структури №2» були використані усі субіндекси.

Нормалізовані значення індикаторів сформованого списку наведені в Додатку М-1.

Для обчислення індексів екосистемної компліментарності та цифровізації і циркулярної стійкості та еко-модернізації було використано формули (3.22), (3.24), а індексу фінансово-операційного гомеостазу – формулу (3.17).

Отримані значення індексів для обчислення внутрішньої ентропії та оцінки внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №2» наведені в Додатку М-2.

Динаміка обчисленої внутрішньої ентропії $H_t(R)$ «Бізнес-структури №2» та її структурних компонентів протягом 2019–2025 років відображає глибоку якісну трансформацію екосистемного потенціалу, циркулярної стійкості та фінансово-операційного гомеостазу підприємства під послідовним тиском двох масштабних глобальних шоків.

Початковий період 2019 – початку 2020 року відзначався формуванням впорядкованості системи, де показник загальної внутрішньої ентропії $H_t(R)$ перебував у межах 0,576–0,823. Однак розгортання коронавірусної кризи (COVID-19) у 2020 році зумовило першу хвилю системної трансформації. Запровадження жорстких карантинних обмежень, розрив логістичних зв'язків та зниження ділової активності призвели до зростання показника внутрішньої ентропії $H_t(R)$ до 0,932 у четвертому кварталі 2020 року. Головним адаптаційним механізмом у цей період стала циркулярна стійкість, що свідчило про певну переорієнтацію підприємства на внутрішні ресурсозберігаючі цикли. При цьому екосистемна компліментарність утримувалася на низькому рівні, підтверджуючи, що попри пандемічні шоки базові коопераційні зв'язки з партнерами залишалися контрольованими.

Початок повномасштабного воєнного вторгнення в Україну у 2022 році сформував переломну, критичну траєкторію для всієї системи. Воєнний шок викликав стрімкий сплеск екосистемної компліментарності у першому кварталі 2022 року до 0,374, який вже у другому кварталі різко змінився падінням до мінімальних 0,089. Такий деструктивний провал ідентифікує фазу глибокого операційного шоку та дезорганізації, викликану бойовими діями, руйнуванням традиційних експортних маршрутів, паралічем логістики та втратою зв'язку з ключовими суміжниками.

Адаптація до умов воєнного стану у другій половині 2022 року супроводжувалася зростанням фінансово-операційного гомеостазу із подальшим збільшенням у 2023 році, що відобразило реалізацію перших термінових антикризових заходів: переорієнтацію постачань, реструктуризацію витрат та побудову автономного енергозабезпечення під час каскадних блек-аутів.

Упродовж 2023–2024 років відбулося якісне переформатування внутрішньої ентропійної структури. Інтегральний показник $H_t(R)$ стабілізувався на високих позначках. При цьому основним драйвером розширення внутрішньої ентропії стала екосистемна компліментарність $EC(t)$, яка продемонструвала стрімке висхідне зростання з 0,482 (Q1 2023) до 0,775 (Q4 2024). Це свідчило про інтенсивну побудову нової екосистеми підприємства в умовах війни, пошук альтернативних постачальників сировини та інтеграцію у нові виробничо-коопераційні ланцюги. Натомість показник циркулярної стійкості $CR(t)$ у 2024 році знизився до, вказуючи на тимчасову втрату замкненості ресурсного обороту через дефіцит сировинних ресурсів та енергетичну кризу.

Завершальний етап 2025 року продемонстрував досягнення граничних меж внутрішньої ентропії в умовах тривалої війни. Інтегральний показник $H_t(R)$ утримувався на високому рівні (0,870–0,982), а екосистемна компліментарність $EC(t)$ досягла абсолютного максимуму моделі – 1,000 у четвертому кварталі 2025 року. Стрімка динаміка $EC(t)$ на фоні стабілізації фінансово-операційного гомеостазу $FH(t)$ на рівні 0,470 свідчить про те, що підприємство остаточно сформувало нову мережеву модель функціонування. Проте досягнення граничного рівня екосистемної компліментарності вказує на виснаження внутрішніх адаптаційних резервів та підкреслює необхідність закріплення нових коопераційних зв'язків для забезпечення довгострокового гомеостазу бізнес-структури.

При побудові поквартальної бінарної матриці екзогенних шоків (2019–2025 рр.) (Додаток М-3) було враховано специфіку діяльності «Бізнес-структури №2», зокрема ключову важливість висококваліфікованих кадрів.

Так, аналіз показників зовнішньої ентропії $H_t(D)$ за 2019–2025 рр. фіксує послідовну трансформацію середовища від повної передбачуваності до перманентної хаотизації.

Протягом 2019 року зовнішній тиск залишався на мінімальному базисному рівні ($H_t(D) = 0,163$), однак у 2020–2021 роках пандемія COVID-19 зумовила хвилеподібне зростання ентропії до 0,838 з періодичними паузами адаптації.

Початок повномасштабного воєнного вторгнення у 2022 році перевів зовнішню невизначеність у стійку критичну фазу ($0,838 - 0,926$), сформовану морською блокадою, девальвацією та обстрілами енергомережі.

Кульмінація екзогенного тиску відбулася у Q4 2024 року, коли одночасна активація абсолютно всіх шоків доменів ($d_0 \dots d_6 = 1$) привела показник до абсолютного максимуму $H_t(D) = 1,000$. У 2025 році зовнішня ентропія стабілізувалася на надвисокому плато (переважно $0,926$), що підтверджує перехід макросередовища у стан постійної агресивної невизначеності.

Отримані ентропійні показники «Бізнес-структури №2» дозволили побудувати та проаналізувати ряд динаміки відносного ентропійного коефіцієнту α (Додаток М-4) та еволюцію адаптаційної стійкості бізнес-структури в межах ключових хронологічних етапів.

Так, еволюція показників «Бізнес-структури №2» демонструє якісний перехід від базової адаптивності до системної антикрихкості. Довоєнна модель спиралася на статичні ресурсоємні буфери, однак шоки COVID-19 оголили вразливість стандартних операційних ланцюгів. З початком повномасштабної війни екстремальний зовнішній хаос ($H_t(D) \approx 0,84 \dots 0,93$) перетворився на каталізатор розвитку: бізнес-структура використала екзогенний тиск для прискореної реструктуризації, диверсифікації суміжників, опанування випуску нової номенклатури. Глибоке просідання компліментарності наприкінці 2024 року ($\alpha = 0,61 \dots 0,68$) під тиском максимального шоку ($H_t(D) = 1,000$) зіграло роль «корисної травми», оголивши залишкові вузькі місця. Швидке повернення показників у 2025 році до оптимуму доводить, що підприємство не просто вистояло, а сформувало нову, якісно вищу воєнно-промислову модель, яка ефективно функціонує та самоорганізується саме в умовах перманентної зовнішньої турбулентності.

При цьому результати моделювання (див. Додаток М-5), яке було проведено за нормалізованими поквартальними даними «Бізнес-структури №2» за період 2019–2025 рр. (таблиця І-5.1), підтверджують наявність статистично значущого ($P = 0,0124 < 0,05$, $F = 7,224$) від'ємного зв'язку між

рентабельністю задіяного капіталу *ROCE* та коефіцієнтом адаптаційної компліментарності α . Значення $R^2 = 0,2174$ свідчить, що 21,74% динаміки адаптаційного запасу «Бізнес-структури №2» визначається саме рівнем рентабельності задіяного капіталу.

Отже, отримані результати підтверджують гіпотезу про те, що ентропійний показник α є системним агрегованим індикатором.

При цьому з точки зору реальної операційної діяльності «Бізнес-структури №2», як великого високотехнологічного машинобудівного комплексу, сформоване рівняння регресії розкриває фундаментальний механізм управлінського вибору між поточною комерційною ефективністю та довгостроковою антикрихкістю. Так, для максимізації *ROCE*, завод змушений оптимізувати капітал до межі: мінімізувати складські залишки спецімпортних комплектуючих, відмовлятися від «зайвих» резервних верстатів, виводити з експлуатації непікові потужності та скорочувати страхові запаси. У короткостроковій перспективі це дає красивий фінансовий звіт, але позбавляє підприємство структурної гнучкості.

Отже, побудована регресійна модель математично доводить, що для великого промислового помірно стримування *ROCE* є не управлінською помилкою, а обґрунтованою платою за збереження системної цілісності, антикрихкості та здатності швидко адаптуватися до зовнішніх шоків.

Базою проведеного емпіричного дослідження також виступило ПрАТ «Ерлан» (у подальшому – «Бізнес-структура №3») – провідне вітчизняне підприємство харчової промисловості, що займає ключові позиції на ринку безалкогольних напоїв, соків, нектарів та мінеральних вод України.

Специфіка функціонування та розвитку «Бізнес-структури №3» визначається високою швидкістю обороту капіталу, вираженою сезонністю попиту, жорсткою залежністю від безперервності ліній розливу, а також чутливістю до логістичних та інфраструктурних шоків, основними з яких є:

- критична залежність високоавтоматизованих ліній розливу від стабільного та якісного електропостачання (будь-які аварійні зупинки

автоматичних ліній призводять до псування сировини, порушення санітарно-гігієнічних режимів та прямих матеріальних збитків);

- висока чутливість до волатильності ринку упаковки та імпорتنих концентратів, а також до блокування логістичних шляхів розповсюдження продукції.

З огляду на особливості діяльності «Бізнес-структури №3», з представлених у таблиці 3.1 індикаторів для розрахунку індексу екосистемної компліментарності та цифровізації доречно обрати x_2 (рівень автоматизації бізнес-процесів), який фіксує технологічну спроможність та рівень автоматизації процесів купажування й розливу, та x_5 (щільність інформаційного обміну), що відображає глибину цифровізації трансакційного контуру підприємства з дистриб'юторською мережею, рітейлом та постачальниками інгредієнтів.

З представленого в таблиці 3.2 переліку для «Бізнес-структури №3» було обрано два базові індикатори: показник ефективності управління відходами (x_8), що фіксує рівень мінімізації безповоротних втрат через пластиковий брак та втрати води/сировини, та питому енергомісткість операційної діяльності (x_{10}), яка відображає чутливість технологічного контуру виходу продукції до енергетичних шоків та рівень ресурсозбереження.

В системі первинних індикаторів оцінювання індексу фінансово-операційного гомеостазу «Бізнес-структури №3» були використані усі субіндекси.

Нормалізовані значення індикаторів сформованого списку наведені в Додатку Н-1. Для обчислення індексів екосистемної компліментарності та цифровізації і циркулярної стійкості та еко-модернізації було використано формули (3.22), (3.23), а індексу фінансово-операційного гомеостазу – формулу (3.17). При цьому з огляду на особливості діяльності «Бізнес-структури №3» було встановлено значень параметрів $\gamma_1 = 0,5$ та $\gamma_2 = 0,5$.

Динаміка обчисленої внутрішньої ентропії $H_t(R)$ «Бізнес-структури №3» та її структурних компонентів протягом 2019-2025 років відображає трансформацію її екосистемного потенціалу, циркулярної стійкості та фінансово-

операційного гомеостазу під впливом глобальних та воєнних шоків (Додаток Н-2).

Динаміка внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №3» відображає адаптацію підприємства до воєнних та сезонних викликів. При цьому цифрова складова $EC(t)$ після шокowego падіння на початку 2022 року стійко зростає у 2025 році завдяки автоматизації та цифровізації логістики. Циркулярно-ресурсна підсистема $CR(t)$ залишається вразливою до блек-аутів, про що свідчать провали до 0,032 у 2020 Q2 та 2024 Q3 через аварійні зупинки ліній і перевитрати на генерацію. Фінансова складова $FH(t)$ підпорядкована сезонності, переживши найглибшу кризу у першій половині 2022 року, а подальшому повернулася до коливального режиму. Загальний індекс організованості $H_t(R)$ після критичного провалу в 2022 Q2 (0,075) швидко відновився за рахунок цифровізації та утримується на високому рівні 0,890 – 0,993.

При побудові поквартальної бінарної матриці екзогенних шоків (2019-2025 рр.) (Додаток Н-3) було враховано специфіку діяльності «Бізнес-структури №3», зокрема ключову важливість логістичних ланцюгів.

Отримані ентропійні показники «Бізнес-структури №3» дозволили побудувати та проаналізувати ряд динаміки відносного ентропійного коефіцієнту α (Додаток Н-4) та еволюцію адаптаційної стійкості бізнес-структури в межах ключових хронологічних етапів, що дозволило розкрити трансформацію системи від пасивної стабільності до високоефективної динамічної адаптації під впливом зовнішніх шоків.

Так, у докризовий період 2019 року за мінімального екзогенного тиску $H_t(D) = 0,163$ підприємство демонструвало високу організованість $H_t(R) = 0,785 \dots 0,861$ та значний коефіцієнт стійкості. Перше відчутне випробування відбулося під час пандемічного шоку COVID-19 у другому кварталі 2020 року, коли локдауни та закриття каналу HoReCa змусили зовнішню деструктивність зрости до $H_t(D) = 0,926$, спричинивши тимчасове просідання впорядкованості до 0,571 та дефіцит стійкості ($\alpha = 0,62$). Найкритичніший структурний злама стався у першій половині 2022 року, коли повномасштабне вторгнення,

руйнування регіональної логістики та блокада імпорту сокових концентратів і ПЕТ-грануляту довели екзогенний шок до $H_t(D) = 0,926$, що спричинило критичне падіння показників до катастрофічних $H_t(R) = 0,075$ та стійкості до $\alpha = 0,08$. Проте вже з третього кварталу 2022 року підприємство продемонструвало вражаючий стрибок самоорганізації: незважаючи на триваючий воєнний тиск та першу хвилю блек-аутів ($H_t(D) = 0,838$), прискорена автоматизація, перенаправлення збутових ланцюгів та перехід на автономне енергозабезпечення дозволили підняти внутрішню впорядкованість до $0,943 \dots 0,991$.

Друга хвиля енергетично-інфраструктурної кризи у другому та третьому кварталах 2024 року, викликана масованими відключеннями електроенергії та блокуванням західного кордону, підняла екзогенний тиск до абсолютного максимуму $H_t(D) = 1,000$, що призвело до повторного тимчасового зниження до $H_t(R) = 0,702$ та стійкості до $\alpha = 0,76$.

У 2025 році система остаточно вирівнялася, досягнувши нового гомеостазу з високою організованістю $H_t(R) = 0,901 \dots 0,968$ та стабільною стійкістю $\alpha = 1,50 \dots 1,61$ в умовах помірного воєнно-економічного тиску $H_t(D) = 0,602$.

На відміну від «Бізнес-структури №1» та «Бізнес-структури №2», специфіка функціонування «Бізнес-структури №3» передбачає наявність двох різnorodних факторів варіації $ROCE$: регулярно-сезонного (піки продажів у Q2–Q3) та форс-мажорного (структурні воєнно-економічні шоки). Для забезпечення статистичної коректності аналізу було використано десеզонований показник $ROCE^*$, який відображає фундаментальну операційну ефективність бізнес-структури в умовах виникнення критичних деструкцій.

Результати моделювання (див. Додаток Н-5), яке було проведено за поквартальними даними «Бізнес-структури №3» за період 2019–2025 рр. (таблиця Н-5.1), після усунення внутрішньорічного сезонного шуму та нормалізації, виявили чітку залежність: коефіцієнт адаптаційної стійкості α пояснюється 61,5% варіації показника рентабельності задіяного капіталу. При цьому $F = 41,47$; $p < 0,001$, що підтверджує статистичну значущість отриманих

результатів і, відповідно, захисний вплив адаптаційного коефіцієнта бізнес-структури в умовах мінливого середовища.

Таким чином, застосування математико-статистичного апарату дозволило емпірично довести валідність показника α як об'єктивного рефлектора стану бізнес-структури та обґрунтувати необхідність інтегрального підходу до діагностики її розвитку, який виходить за межі суто фінансових критеріїв. Це переводить отримані наукові положення з площини якісних гіпотез у категорію емпірично підтверджених висновків.

3.3 Напрями підвищення адаптаційного потенціалу та стійкості бізнес-структур на основі ентропійного моніторингу

Сучасний стан розвитку глобального та національного економічного середовища відзначається надзвичайно високим рівнем динамічності, невизначеності та частим виникненням деструктивних екзогенних і ендогенних шоків. За таких умов традиційні підходи до забезпечення функціонування бізнес-структур, орієнтовані виключно на статичну фінансову стійкість чи детерміноване стратегічне планування, втрачають свою ефективність. На перший план виходить проблема формування та постійного нарощування адаптаційного потенціалу бізнес-структур, як здатності суб'єкта господарювання свідомо, своєчасно та адекватно трансформувати свою внутрішню структуру, операційні процеси, бізнес-моделі та стратегії ресурсорозподілу у відповідь на зміни зовнішнього середовища із збереженням цільової спрямованості розвитку та цілісності системи.

Концептуальне підґрунтя дослідження адаптаційного потенціалу бізнес-структур базується на синергетичній теорії та теорії складних систем, де будь-яка економічна організація розглядається як відкрита, нелінійна, дисипативна система. Ключовою характеристикою стану такої системи є ентропія – міра невизначеності, хаотичності, дезорганізації та нераціонального розсіювання внутрішніх ресурсів або інформації. Перебіг господарської діяльності

супроводжується постійним генеруванням внутрішньої ентропії (через недосконалість виробничо-логістичних процесів, асиметрію інформації, збої у корпоративному управлінні) та впливом зовнішньої ентропії (макроекономічні коливання, зміни регуляторного поля, геополітичні шоки, кліматичні ризики) [45].

Підвищення адаптаційного потенціалу бізнес-структури передбачає впровадження спеціалізованого ентропійного моніторингу, що є системою безперервного діагностування, кількісного вимірювання та аналізу відхилень системної впорядкованості. Його головна мета полягає у своєчасному виявленні точок дезорганізації та виникненні шоків станів для прийняття виважених управлінських рішень щодо залучення відповідних компенсаційних ресурсів та трансформації бізнес-процесів.

До того ж формування та практична реалізація системних напрямів підвищення адаптаційного потенціалу й стійкості бізнес-структур у динамічному підприємницькому середовищі вимагає докорінного перегляду класичних парадигм менеджменту. В умовах високої турбулентності, перманентного виникнення екзогенних деструктивних впливів та зростання складності виробничо-економічних систем стандартні механізми реактивного управління втрачають свою ефективність. Отже, процес функціонування сучасної бізнес-структури має розглядатись як складний, причинно-обумовлений механізм неперервної трансформації, спрямований на забезпечення гармонізації внутрішніх ресурсних пропорцій із конфігурацією зовнішнього середовища [17].

У даному контексті ентропійний моніторинг виступає не просто як інструмент діагностики, а як базова теоретико-методологічна платформа для побудови випереджальної антикризової системи управління. Оцінювання стану системи через динаміку показників ентропії $H(D)$ та $H(R)$, через уточнення внутрішніх показників та систематичне кількісне урахування бінарних шоків факторів, дозволяє декомпонувати загальну дезорганізацію бізнес-структури на складові елементи та визначити пріоритетні вектори підвищення її адаптаційної спроможності.

Так, першим стратегічним напрямом підвищення адаптаційного потенціалу бізнес-структур є інституціоналізація превентивного антиентропійного управління на основі зонної класифікації фазових станів системи. Традиційні підходи до управління стійкістю часто оперують бінарними оцінками («стійкий» або «нестійкий» стан), що унеможлиблює ідентифікацію прихованих фазових переходів.

Застосування нормованого коефіцієнта ентропії дозволяє диференціювати управлінський вплив залежно від рівня впорядкованості бізнес-структури. Градація умовних станів за коефіцієнтом α (див. таблицю 2.2) дає змогу сформулювати адресні управлінські імперативи.

За умов, коли коефіцієнт ентропії знаходиться у межах $\alpha \leq e^{-1} \approx 0,368$, бізнес-структура перебуває у стані структурної ригідності та катастрофічної втрати стійкості. Такий стан часто характеризується гіпертрофованій бюрократизацією, жорсткістю внутрішніх зв'язків та низькою сприйнятливістю до зовнішніх інноваційних імпульсів, що у довгостроковій перспективі знижує її адаптивний потенціал, а у короткостроковій унеможлиблює оперативне реагування на зміни зовнішнього середовища. У даному діапазоні напрям управлінських дій полягає у свідомій децентралізації процесів прийняття рішень, стимулюванні внутрішнього підприємництва, розукрупненні надто ригідних виробничо-логістичних ланцюгів та впровадженні гнучких організаційних структур. Це створює необхідний рівень системної лабільності, запобігаючи стагнації.

Знаходження коефіцієнта ентропії в інтервалі $e^{-1} < \alpha < 1$ свідчить про виникнення помірного ентропійного дефіциту та вхід системи у передкризову зону. Менші за одиницю значення α вказують на те, що дезорганізаційні процеси починають превалювати над адаптаційними спроможностями бізнес-структури, зумовлюючи розсіювання ресурсів, зростання операційних збоїв та зниження фінансової ефективності. Напрямок дій у цьому інтервалі може бути спрямований на оптимізацію витрат, проведення реорганізації бізнес-процесів, перегляду кадрово-управлінської структури та залучення цільових боргових інструментів

для реструктуризації оборотного капіталу.

Значення $\alpha = 1$ ідентифікує стан балансу ентропій, за якого внутрішні компенсаційні можливості бізнес-структури точно дорівнюють загальному обсягу згенерованої внутрішньої та зовнішньої дезорганізації. Перебування у цій критичній точці рівноваги сигналізує про відсутність запасу міцності: найменший додатковий екзогенний шок ($d_k = 1$) здатний порушити баланс та перевести систему у зону деструктивного падіння. Напрямок управлінського реагування при $\alpha = 1$ передбачає перехід у режим підвищеного моніторингового контролю, заморожування високоризикових витрат та формування додаткових резервних фондів для запобігання зниженню коефіцієнта нижче одиниці.

Значення $\alpha > 1$ відповідають високому рівню стійкості та формуванню відповідних системних механізмів. У даному діапазоні бізнес-структура володіє значним адаптаційним потенціалом, випереджає деструктивні зміни середовища та ефективно поглинає зовнішні коливання. Напрямок управлінських дій за таких умов орієнтований на масштабування інноваційної діяльності, оптимізацію інвестиційного портфеля, залучення довгострокового сталого капіталу та укріплення ринкових позицій для забезпечення стійкого зростання. При цьому коли коефіцієнт ентропії значно перевищує одиницю ($\alpha > 1$), бізнес-структура може потрапити у зону високого дезорганізаційного ризику, де хаотичні процеси починають превалювати над внутрішніми механізмами самоорганізації. У цьому стані доречно запускати екстрені антикризові протоколи, спрямовані на негайну зупинку розсіювання ресурсів. Даний напрям передбачає оперативну заміну найбільш вразливих елементів бізнес-структури, заморожування неефективних або високоризикових інвестиційних проєктів, скорочення невиробничих витрат та термінове залучення зовнішнього антиентропійного капіталу для відновлення керованості підприємницькою системою. При цьому формування та реалізація конкретної стратегії безпосередньо залежить від значень відповідних складових $H(D)$ та $H(R)$.

Другим важливим напрямом є демпфування екзогенних шоків шляхом гнучкої структурно-функціональної реорганізації операційно-логістичних

ланцюгів. Ідентифікація зовнішніх шоків впливів, які у запропоновані моделі відображаються як $d_k = 1$ (зокрема, енергетичні дефіцити, логістичні блокади, інфляційні сплески або зміни митно-регуляторного поля тощо), свідчить про стрімке зростання умовної ентропії системи. Для мінімізації цього деструктивного впливу бізнес-структура реалізує напрям розбудови модульної архітектури, яка передбачає здатність окремих бізнес-одиниць функціонувати автономно у разі розриву зв'язків з іншими елементами [101]. У межах цього напрямку здійснюється відмова від суворо детермінованого планування на користь динамічного сценарію ресурсорозподілу, за якого розподіл фінансових, матеріальних та людських ресурсів корегується у реальному часі залежно від інтенсивності виявленого шоку. Важливим елементом є також ліквідація інформаційної асиметрії між керівними центрами та безпосередніми виконавцями на виробництві, що дає змогу суттєво скоротити часовий лаг прийняття рішень та знизити рівень операційної ентропії.

Третій стратегічний напрям полягає у фінансово-економічному дезобтяженні бізнес-структури за рахунок залучення інструментів сталого фінансування як ключового антиентропійного каналу. Накопичення внутрішньої дезорганізації супроводжується здорожчанням залученого капіталу, виникненням дефіциту ліквідності та падінням інвестиційної привабливості. Використання цільових та прив'язаних до ефективності боргових інструментів дає змогу не лише залучити тривалий капітал, але й знизити невизначеність щодо майбутньої траєкторії розвитку. Залежно від виявленого значення α , бізнес-структура реалізує диференційований підхід до вибору інструментарію.

Зокрема, за необхідності усунення технологічної дезорганізації, яка генерує високу внутрішню ентропію, доцільним є випуск зелених або перехідних облігацій (Green та Transition Bonds) [155]. Отриманий капітал цілеспрямовано спрямовується на заміну застарілого обладнання, енергоефективну модернізацію та декарбонізацію, що безпосередньо усуває техніко-технологічні джерела ентропії.

Четвертим напрямом є цифровізація ентропійного моніторингу та побудова

«цифрового двійника стійкості» бізнес-структури. Стрімкі обсяги інформаційних потоків унеможливають ефективну оцінку параметрів ентропії із застосуванням традиційних часових інтервалів. Створення єдиної цифрової платформи, інтегрованої в корпоративні ERP- та CRM-системи, дозволяє здійснювати автоматизоване безперервне обчислення коефіцієнта α у режимі реального часу. Завдяки цьому бізнес-структура отримує можливість формувати прогностичні моделі поведінки в умовах симуляції одночасного впливу декількох екзогенних шоків.

Моделювання подібних сценаріїв дозволяє заздалегідь розробити компенсаційні заходи, точніше вирахувати необхідний обсяг «антиентропійних» ресурсів та підготувати виробничо-фінансову систему до роботи в умовах невизначеності, трансформуючи процес управління стійкістю у систему формалізованих розрахунків.

П'ятий напрям передбачає гармонізацію внутрішнього адаптаційного потенціалу з динамікою розвитку усієї бізнес-екосистеми, до складу якої входить бізнес-структура. Окремо взята бізнес-структура не спроможна тривалий час утримувати показник $\alpha > 1$, якщо її ключові контрагенти, постачальники та споживачі перебувають у кризовому стані ($\alpha \leq e^{-1}$) [26]. Цей напрям передбачає трансляцію принципів ентропійного моніторингу та вимог щодо сталості на весь ланцюг створення вартості. Підприємство здійснює селекцію партнерів не лише за цінovими критеріями, а й за показниками їхньої адаптаційної стійкості та відповідності ESG-критеріям, що дає змогу сформувати стійкий кластер бізнес-структур, здатних спільно протистояти системним кризам та ефективно розподіляти антиентропійні ресурси під час виникнення загальногалузевих або макроекономічних шоків.

У своїй сукупності окреслені напрями формують цілісний, математично обґрунтований та організаційно завершений механізм. Він забезпечує перехід від поточного вимірювання співвідношення ентропійних потоків через коефіцієнт α до формування, прийняття та реалізації стратегічно вивірених, адаптивних управлінських і фінансових рішень, здатних гарантувати довгострокову стійкість

і конкурентоспроможність бізнес-структур у мінливому підприємницькому середовищі.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі розроблено, апробовано та емпірично верифіковано методико-прикладний інструментарій оцінювання стійкості бізнес-структур на основі ентропійного підходу, що забезпечує перехід від теоретичних положень та економіко-математичних моделей до практики стратегічного управління бізнес-структурами. А саме:

1. Розроблено методичний підхід до оцінювання ентропійного коефіцієнта стійкості бізнес-структури, основу якого становить співставлення внутрішньої ентропії бізнес-структури та ентропії зовнішнього середовища. На відміну від традиційних статичних методик оцінювання потенціалу підприємств, запропонований підхід враховує нелінійний характер розвитку бізнес-структур, динаміку зовнішніх шоків та ефект ентропійного звуження управлінського контуру в умовах кризових явищ.

2. Обґрунтовано зв'язок ендогенного потенціалу розвитку бізнес-структури з показником її внутрішньої ентропії, який визначається через три взаємопов'язані індекси: екосистемну компліментарність і цифровізацію, циркулярну стійкість та еко-модернізацію, фінансово-операційний гомеостаз. Запропонована структура дозволяє комплексно враховувати як фінансові характеристики функціонування підприємства, так і сучасні драйвери його розвитку, пов'язані з цифровою трансформацією, екологізацією та системною взаємодією.

3. Запропоновано методику кількісного оцінювання ентропії зовнішнього середовища на основі системи бінарних показників шоківих доменів, яка враховує воєнно-безпекові, макроекономічні, логістичні, кадрові, регуляторні та зовнішньоекономічні фактори. На відміну від існуючих підходів, методика дозволяє кількісно вимірювати рівень турбулентності середовища та визначати

ступінь шокового навантаження на бізнес-структуру.

4. Проведено апробацію запропонованого інструментарію на матеріалах діяльності вітчизняних підприємств за період 2019-2025 рр. Результати розрахунків підтвердили високу чутливість ентропійних показників до кризових процесів та їхню здатність відображати фазові зміни у стані бізнес-системи. Максимальні прояви дезорганізації були зафіксовані у 2022 році внаслідок повномасштабного військового вторгнення та пов'язаних із ним логістичних, енергетичних і фінансових шоків.

Доведено, що динаміка внутрішньої ентропії адекватно відображає процеси накопичення та відновлення адаптаційного потенціалу підприємства. При цьому зростання показника до початку повномасштабної війни свідчило про формування значного резерву стійкості, тоді як його падіння у 2022 році відображало руйнування наявних операційних контурів. Подальше відновлення ентропійних характеристик засвідчило успішну реалізацію адаптаційних заходів та формування нової конфігурації бізнес-процесів.

5. Встановлено, що коефіцієнт відносної ентропії є валідним інтегральним індикатором оцінювання стану бізнес-структури. Аналіз його значень дозволяє ідентифікувати стани адаптаційного дефіциту, критичної рівноваги, стійкого розвитку та антикрихкості, що створює підґрунтя для оперативного прийняття управлінських рішень і формування системи раннього попередження кризових явищ.

6. Обґрунтовано комплекс напрямів підвищення адаптаційного потенціалу та стійкості бізнес-структур на основі ентропійного моніторингу, серед яких: впровадження системи превентивного антиентропійного управління, структурно-функціональна перебудова операційних контурів, залучення інструментів сталого фінансування, цифровізація процесів моніторингу через створення цифрових двійників та гармонізація механізмів адаптації в межах бізнес-екосистем.

Отримані результати підтвердили наукову гіпотезу дослідження щодо можливості використання ентропійного коефіцієнта як універсального

показника стійкості бізнес-структур. Запропонований методичний підхід забезпечує кількісне вимірювання адаптаційних можливостей підприємства, формує основу для побудови системи ентропійного моніторингу та створює передумови для розроблення випереджальних механізмів управління розвитком бізнес-структур в умовах високої невизначеності та турбулентності зовнішнього середовища.

Основні положення розділу викладено у працях: [19;21;22;25;26;155].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення та вирішення наукового завдання щодо розроблення й обґрунтування теоретико-методологічних засад, моделей та прикладного інструментарію управління розвитком бізнес-структур в умовах мінливого середовища. Наукові результати дисертації сприяють розвитку теоретико-концептуальної бази, удосконаленню методичного апарату діагностики та обґрунтування прикладних рішень, що у сукупності забезпечує розв'язування завдань і досягнення мети дослідження. А саме:

1. Досліджено генезис та еволюційну трансформацію концепцій середовища функціонування бізнес-структур, що дозволило сформулювати авторську дефініцію середовища бізнес-структури як складної, динамічної, багаторівневої системи зовнішніх і внутрішніх умов, інституційних обмежень та інформаційно-ресурсних потоків, які перебувають у стані постійної інтерактивної взаємодії. Окреслено етапи еволюційного переходу від закритих механістичних моделей середовища до відкритих віртуальних та екосистемних цифрових просторів, що відкриває перспективи переходу від реактивної адаптації до негентропійного управління, де турбулентність середовища розглядається не як загроза, а як джерело самоорганізації та формування антикрихкості бізнес-структур.

2. Узагальнено теоретичні підходи до визначення сутності бізнес-структур та процесів їхнього розвитку в умовах сучасних глобальних викликів. Це дозволило удосконалити понятійно-дефініційну базу теорії систем та економіки підприємництва шляхом переходу від статичного сприйняття бізнес-структур як організаційно-правових одиниць до їх трактування як гнучких, еволюціонуючих мережевих конгломератів, підпорядкованих законам самоорганізації. Запропоновано авторське багатовимірне визначення бізнес-структури як динамічної, багаторівневої соціально-економічної системи, архітектура якої детермінована взаємодією когнітивного нанорівня з внутрішніми та зовнішніми контурами і функціонує як цілісний механізм трансформації ресурсів та знань у

ринкову цінність в умовах високої ентропії середовища, а її розвиток постає як безперервний цикл «когнітивне розпізнавання – структурна адаптація – системна стабілізація». Такий підхід дозволяє подолати обмеженість механістичного бачення організацій і розширити методологічні межі дослідження процесів їх адаптації, забезпечивши перехід від суто реактивного антикризового менеджменту до безперервного, випереджального саморозвитку бізнес-структур за рахунок оперативного розпізнавання змін та гнучкої реконфігурації власної архітектури.

3. Обґрунтовано п'ятирівневу архітектуру середовища бізнес-структури, яка розширює традиційну класифікацію за рахунок виділення мегарівня у зовнішньому контурі та інтеграції автономного нанорівня (когнітивного ядра прийняття рішень) в ендогенний контур. Це дозволило ідентифікувати викривлення інформаційних потоків усередині управлінського апарату на ранніх стадіях, формалізувати первинний контур абсорбції зовнішнього хаосу та диференціювати канали трансформації сигналів з макро-, мезо- та мікрорівнів.

4. Розроблено алгоритм управління розвитком бізнес-структури в умовах мінливого середовища, орієнтований на трансформацію управлінських лагів у ресурс досягнення стану «антикрихкості» за рахунок впровадження двоконтурного негентропійного зворотного зв'язку. На відміну від існуючих дискретних рішень, алгоритм реалізує послідовну систему взаємопов'язаних етапів: від первинного аналізу зовнішнього середовища, формування цілей переходу до антикрихкості та вибору пріоритетів – до поглибленої діагностики середовища з виявленням «слабких сигналів» і точок ентропії, розробки сценарних альтернатив, визначення інструментарію, безпосередньої реалізації стратегії та підсумкової оцінки результатів. Принциповою перевагою розробленої архітектури є її кібернетична замкненість: у разі недосягнення цілей задіюється операційний контур зворотного зв'язку (корекція) для оперативної перебудови цільових та сценарних блоків; за умови успішного виконання цілей зациклюється стратегічний контур зворотного зв'язку (удосконалення), який через механізми контролю та самонавчання забезпечує генерування негентропії

та неперервний розвиток системи в турбулентному оточенні.

5. Формалізовано теоретико-методологічну основу для побудови систем превентивного управління розвитком бізнес-структур в умовах високоентропійного середовища, які базуються на адаптації та фундаментальній інтеграції засад економічної кібернетики – зокрема закону необхідної різноманітності В. Ешбі, концепції інформаційно-негентропійного балансу К. Шеннона та моделі життєздатних систем С. Біра. На відміну від традиційних підходів, орієнтованих на реактивний ризик-менеджмент та усунення вже проявлених наслідків криз, запропонована концепція забезпечує парадигмальний зсув аналітичного фокусу безпосередньо на управління інформаційно-ентропійними потоками як першопричиною системної дезорганізації, структурної деструкції та втрати керованості бізнес-структурою. Доведено існування «розриву складності» в умовах безпекових загроз воєнного часу, коли рівень екзогенної ентропії випереджає адаптивну спроможність ієрархічних систем, що вимагає переходу до самоорганізовуваних контурів управління. Це дозволило формалізувати кількісний вимір екзогенного хаосу та сформувало теоретико-методологічне підґрунтя для переходу від стратегій ліквідації наслідків до випереджального негентропійного захисту й формування стійкого організаційного імунітету до екзогенних шоків.

6. Розроблено економіко-математичний інструментарій моделювання траєкторій розвитку бізнес-структур та ідентифікації біфуркаційних порогів втрати їхньої стійкості. Доведено доцільність методологічного переходу від неперервних диференціальних моделей, які можуть створювати ілюзію «хибної стабільності», до апарату нелінійної дискретної динаміки на основі модифікованого рівняння Ферхюльста з інтегрованим нелінійним ентропійним регулятором. Розкрито математичну та економічну сутність ентропійного коефіцієнта α як нелінійної характеристики динамічних процесів. Формалізація порогів чутливості системи дозволила встановити, що для окремої бізнес-структури ентропійний чинник виступає прямим показником її динамічної стійкості. Так, падіння показника від базового рівня $\alpha = 1,0$ до шокowego

значення $\alpha = 0,6$ нелінійно скорочує фактичну граничну ємність $K(\alpha)$ та темп внутрішнього зростання $r(\alpha)$ майже у 2 рази, його подальша часова затримка зсуває рівноважний атрактор у депресивний стан, а критичне зниження до значення $\alpha = 0,358$ і нижче сигналізує про вихід системи за межі адаптаційної ємності та її перехід у фазу системного колапсу. Встановлено діапазони, в яких ентропійне накопичення трансформує впорядковане зростання бізнесу в автоколивальні режими або детермінований хаос, що визначається точками біфуркації.

7. Розроблено теоретико-методичні засади та побудовано модельний комплекс нелінійної коеволюції груп бізнес-структур, побудований на апараті дискретних ітераційних відображень типу Лотки-Вольтерри з динамічною функціональною ендогенізацією коефіцієнтів конкуренції та партнерства через параметри інформаційно-ентропійного балансу середовища. Принциповою особливістю розробленої математичної архітектури є формалізація зв'язку між коефіцієнтами міжгрупової взаємодії та індексом «розриву складності» управлінського контуру на основі логарифмічного закону Вебера-Фехнера. Запропонований інструментарій дозволяє прогнозувати спільні довгострокові траєкторії розвитку мережевих і віртуальних конгломератів, якісно та кількісно відтворювати складні ефекти резонансу, синергії та пригнічення за умов підвищеної ринкової турбулентності. У межах побудованої моделі математично доведено детермінацію групового розвитку інформаційно-ентропійним балансом та ідентифіковано явища ентропійної втрати стійкості, що проявляються через трансформацію гомеостатичного стану в сідлову топологію, виникнення автоколивань чи перехід до детермінованого хаосу за сценарієм Фейгенбаума. Крім того, для систем взаємодіючих суб'єктів виявлено ефекти масштабної інваріантності відносної стійкості при симетричній ентропії та структурного демпфування шоків у умовах асиметрії чи симбіозу.

8. Розроблено науково-методичний інструментарій та модельний базис для оцінювання потенціалу розвитку бізнес-структур, який пов'язаний з ентропійними показниками. Зокрема, сформовано модельний базис та науково-

методичний інструментарій інтегрального оцінювання внутрішньої ентропії бізнес-структур $H(R)$, яка реалізує математичну конвергенцію модифікованого мінімаксного масштабування та алгоритму розрахунку інформаційної ентропії К. Шеннона для субіндексів екосистемної компліментарності й цифровізації (EC), циркулярної стійкості та еко-модернізації (CR), а також фінансово-операційного гомеостазу (FH). Запропоновано методику кількісного оцінювання ентропії зовнішнього середовища на основі системи бінарних шоків доменів (воєнно-безпекового, макроекономічного, логістичного, кадрового, регуляторного, зовнішньоекономічного), що забезпечує вимір ступеня турбулентності оточення та шоків навантаження на систему. Доведено, що зростання зовнішньої ентропії $H(D)$ виступає ключовим тригером дестабілізації еволюційного балансу.

9. Розроблено методичний підхід до оцінювання ентропійного коефіцієнта стійкості α , який базується на зіставленні внутрішньої ентропії бізнес-системи та ентропії зовнішнього середовища, враховує нелінійність розвитку, динаміку шоків та ефект ентропійного звуження управлінського контуру. Проведено апробацію сформованого методико-прикладного інструментарію на основі даних діяльності низки вітчизняних бізнес-структур (2019–2025 рр.), яка підтвердила високу чутливість ентропійних показників до кризових процесів (зокрема воєнних шоків 2022 року) та їх спроможність відображати фазові зміни, процеси руйнування, накопичення та відновлення адаптаційного потенціалу бізнес-структури. Доведено валідність коефіцієнта відносної ентропії як інтегрального індикатора для ідентифікації станів адаптаційного дефіциту, критичної рівноваги, стійкого розвитку та антикрихкості, що слугує підґрунтям для функціонування системи раннього попередження криз, що замикає процедури когнітивного моніторингу, нелінійного симуляційного моделювання стійкості та ентропійної оптимізації в єдиний замкнений контур. Запропонований інструментарій забезпечує можливість випереджальної реконфігурації бізнес-системи, дозволяє мінімізувати часові лаги реагування на ринкові шоки та трансформує абстрактні моделі у прикладну технологію предиктивного

моніторингу й управління розвитком.

10. Обґрунтовано стратегічні пріоритети, сценарні умови та практичні механізми розвитку бізнес-структур для нівелювання організаційно-економічних ризиків і забезпечення їхньої стратегічної життєздатності в умовах мінливого середовища. Сформовано комплекс практичних напрямів підвищення адаптаційного потенціалу, що охоплює впровадження превентивного антиентропійного управління, перебудову операційних контурів, залучення сталого фінансування, цифровізацію через створення цифрових двійників стійкості та гармонізацію механізмів адаптації в межах екосистем. Визначено прикладні важелі «інжинірингу різноманітності» у форматі дворівневої системи: підсилювачів різноманітності (AI, Big Data, децентралізація на засадах субсидіарності) та фільтрів різноманітності (процесна стандартизація, стратегічне фокусування). Доведено, що використання «цифрових двійників» реалізує кібернетичний принцип «передбачувального регулятора», здатного поглинати екзогенні шоки. Стратегічні пріоритети, сценарні умови та практичні процедури розвитку бізнес-структур формалізовано на кібернетичних засадах функціонування когнітивного ядра прийняття рішень. Це забезпечує проведення реконфігурації партнерських зв'язків та бізнес-процесів не реактивно, а на основі оцінки негентропійного потенціалу, інформаційної зрілості контрагентів та аналізу латентних структурних зсувів, що скорочує управлінські лаги і нівелює ризики в умовах перманентної невизначеності.

Практична цінність одержаних результатів полягає у можливості їх багаторівневої імплементації. Сформований методичний підхід до оцінювання зовнішньої ентропії та аналізу «розриву складності» може бути використаний органами виконавчої влади та регіональними військовими адміністраціями для оцінки шокowego навантаження на економіку регіонів і розробки антикризових програм. Прикладний інструментарій розрахунку внутрішньої ентропії та коефіцієнта стійкості α наділяє менеджмент бізнес-структур дієвим інструментом побудови систем раннього попередження криз, що дозволяє предиктивно розпізнавати точки біфуркації, скорочувати управлінські лаги та

впроваджувати процедури для переходу до стану антикрихкості. Модельний комплекс коеволюції надає керівництву мережових і кластерних об'єднань прикладний апарат для оцінки сумісності контрагентів та уникнення міжгрупового пригнічення в умовах турбулентності. Водночас сформована теоретико-методична база на основі кібернетичних законів збагачує науковий простір і слугує підґрунтям для вдосконалення навчальних дисциплін у закладах вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аберніхіна І. Г. Інституційна специфіка бізнес-структур у порівнянні з підприємствами: проблематика і підходи до розмежування. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 13. DOI: [10.5281/zenodo.16734833](https://doi.org/10.5281/zenodo.16734833).
2. Антонюк Д. А. Концептуальні аспекти інституціональної інфраструктури підприємництва. *Сталий розвиток економіки*. 2014. № 2. С. 177–182.
3. Артеменко О. О. Об'єктивні передумови становлення та умови функціонування підприємницької діяльності в підприємствах АПК. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2017. № 185. С. 82–88.
4. Ачкасов А. Є., Петрова В. Ф., Піонтківський П. В. Формування підприємницького середовища в Україні. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва*. 2014. №2(2). С. 5-9.
5. Башук І. В., Швиданенко Г. О. Змістовне наповнення та особливості процесного підходу в науковому дискурсі в менеджменті бізнес-структур. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Економічні науки»*. 2021. № 1(102). С.12–20. DOI: [10.37734/2409-6873-2021-1-2](https://doi.org/10.37734/2409-6873-2021-1-2).
6. Благодир О., Лемішовська О. Особливості реалізації бізнес процесів суб'єктів господарювання в умовах цифрової трансформації та їх вплив на організацію обліку. *Економіка та суспільство*. 2024. № 61. DOI: [10.32782/2524-0072/2024-61-132](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-132).
7. Бобринцев П. В. Ентропія як чинник нестабільності економічного середовища та її вплив на резильєнтність підприємств. *Бізнес Інформ*. 2025. № 12. С. 519–526. DOI: [10.32983/2222-4459-2025-12-519-526](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-12-519-526)
8. Булеєв І.П. Суспільний поділ праці в сучасній економіці: стан та напрями розвитку. *Економічний вісник Донбасу*. 2022. № 1 (67). С. 4-15.
9. Бут-Гусаїм О. Г. Інноваційний розвиток бізнес-структур в умовах

турбулентності. *Business Inform.* 2024. № 2. С. 72–81. DOI: [10.32983/2222-4459-2024-2-72-81](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-72-81).

10. Бутенко А. І., Сараєва І. М., Носова Н. І. Напрямки розвитку інфраструктури підтримки малого підприємництва на регіональному рівні. *Економічні інновації*. 2012. Вип. 49. С. 89–96.

11. Васишин Н. Є. Дослідження взаємозв'язку і взаємовпливу поняття «підприємницьке середовище» та «підприємницький клімат». *Моделювання регіональної економіки*. 2013. № 1. С. 92–98.

12. Війна, корупція та слабка судова система – головні бар'єри для інвестицій. *Європейська Бізнес Асоціація*. URL: <https://eba.com.ua/vijna-korupsiya-ta-slabka-sudova-systema-golovni-bar-yery-dlya-investytsij/> (дата звернення: 26.04.2025).

13. Вплив першого року повномасштабної війни на бізнес у регіонах. *Київстар Бізнес Хаб*. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/regionalnij-biznes-v-ukrayini-dosvid-mozhливosti-ta-pereshkodi> (дата звернення: 21.08.2025).

14. Геєць В. Соціальна реальність у цифровому просторі. *Економіка України*. 2022. Т. 65. №1 (722). С. 3–28. DOI: 10.15407/economyukr.2022.01.003

15. Гнатюк О., Катана В., Сахнацький М. Стратегічне управління підприємницькими структурами. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2025. №22. С. 185-192. DOI: 10.32782/2708-0366/2024.22.20

16. Горбань С., Біленко О. Бізнес-екосистеми в Україні: стан та перспективи розвитку. *Соціальний розвиток: економічні та правові питання*. 2025. №4. DOI: [10.70651/3083-6018/2025.4.15](https://doi.org/10.70651/3083-6018/2025.4.15)

17. Гринько Т. В., Гвініашвілі Т. З., Морока Д. М. Особливості та пріоритети інноваційного розвитку підприємницьких структур в сучасних мінливих умовах. *Економічний простір*. 2021. №175. С. 52-58. DOI: 10.32782/2224-6282/175-10

18. Гринько Т., Базик О., Іванов К. Стратегічне управління людськими ресурсами у сфері підприємницької діяльності. *Економічний простір*. 2024. №192. 7-11. DOI: 10.30838/EP.192.7-11

19. Гринько Т., Дулепов С. Закон необхідної різноманітності як фундамент

адаптивності сучасних бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2026. №83. DOI: [10.32782/2524-0072/2026-83-36](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-36)

20. Гринько Т., Дулепов С. Підприємницьке середовище: сутність, особливості та сучасний стан. *Актуальні проблеми економіки*. 2025. №1(283). С. 175-188. DOI: 10.32752/1993-6788-2025-1-283-175-188

21. Гринько Т., Дулепов С. Формалізація та моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на засадах нелінійної динаміки. *Економіка та суспільство*. 2026. №86. DOI: 10.32782/2524-0072/2026-86-8

22. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Багатоцільова оптимізація рішень щодо аутсорсингу на віртуальному підприємстві. *Challenges and Issues of Modern Science*. 2024. №3. С. 274–278. URL: <https://cims.fti.dp.ua/j/article/view/231> (дата звернення: 21.08.2025).

23. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Еволюція бізнес-структур: механізм забезпечення стійкості в контексті принципу необхідної різноманітності. *International Scientific and Practical Conference “Current Issues, Problems, and Prospects for the Development of Science, Education, Technology, and Society”*: Conference Proceedings (Boston, USA, February 10, 2026). Boston, USA: Golden Quill Publishing, 2026. P. 51-54. URL: <https://www.economics.in.ua/2026/02/10.html>. (дата звернення: 20.07.2026).

24. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Кібернетичні принципи адаптивного управління бізнес-системами. *Економіка і менеджмент 2026: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 23–24 квіт). Дніпро : Видавець Біла К. О., 2026. Т.1. С. 39-42. URL: <https://confcontact.com/2026-ekonomika-i-menedzhment/Zbirnyk-konferentsiyi-2026-Tom-1.pdf> (дата звернення: 20.07.2026).

25. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Методологія оцінювання показника ендогенного потенціалу розвитку бізнес-структур. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №5(299). С. 449-459. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-299-449-459.

26. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Модельна формалізація групової динаміки бізнес-структур в контурах адаптивного управління. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №4(298). С. 615-625. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-298-615-625.

27. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Особливості сучасної трансформації бізнес-структур: економіко-технологічний та соціотехнічний аспекти. *Управління розвитком бізнес-структур у сучасній економіці: підприємницький та управлінський виміри* : колект. монографія / за заг. ред. д.е.н., проф. Т. Гринько. Дніпро : Біла К. О., 2026. С. 17–32. URL: [https:// confcontact.com/ 2026-kolektyvna-monographiia/kolektyvna_monohrafiia_ 2026.pdf](https://confcontact.com/2026-kolektyvna-monographiia/kolektyvna_monohrafiia_2026.pdf) (дата звернення: 20.07.2026).

28. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Управління змінами: стратегії розвитку для бізнес-структур у динамічному підприємницькому середовищі. *Економіка і менеджмент 2024: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 4–5 квіт. 2024 р.). Дніпро : Біла К. О., 2024. Т.2. С. 33-37. URL: [https:// www.confcontact.com/ 2024-ekonomika-i-menedzhment/2_gryngo_dulieпов.pdf](https://www.confcontact.com/2024-ekonomika-i-menedzhment/2_gryngo_dulieпов.pdf). (дата звернення: 20.07.2026).

29. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Розвиток бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища: концептуальні засади та практичні орієнтири. In *International Scientific and Practical Conference “Science, Education, Economy, Technology and Society: Challenges and Prospects for Interdisciplinary Development”*: Conference Proceedings (Austin, USA, August 30, 2025). Austin, USA: Golden Quill Publishing, 2025 P. 37-40. URL:<https://www.economics.in.ua/2025/08/30.html>. (дата звернення: 20.02.2026).

30. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Формування стратегії підприємства в умовах соціально-економічної нестабільності. *Економіка і менеджмент 2025: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 3–4 квіт. 2025 р.) Дніпро : Біла К. О, 2025. Т. 2. С. 18–20. URL: https://www.confcontact.com/2025-ekonomika-i-menedzhment/3_gryngo_duleпов.pdf (дата звернення: 20.07.2026).

31. Гринько Т., Дулепов С. Теоретичні основи формування алгоритму розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2025. №77. DOI: [10.32782/2524-0072/2025-77-62](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-77-62)

32. Даньків Й. Я., Остап'юк М. Я., Даньків В. Й., Шостаківська Н. М. Економіка, управління, облік та право України-Русі IX–XIV ст.(короткий історичний огляд). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка*. 2025. №1(2). Т.2. С. 86-90.

33. Дослідження стану та потреб МСБ в Україні за оцінкою органів місцевої влади. Квітень 2023. *Центр розвитку інновацій*. URL: <https://cid.center/state-of-business-as-assessed-by-local-authorities/> (дата звернення: 26.04.2025).

34. Іванов К. Модельна оцінка впливу показників соціально-економічного розвитку України на міграційні процеси. *Економіка та суспільство*, 2024. №64. DOI: 10.32782/2524-0072/2024-64-49

35. Іванов Р. В. Двофакторна модель раціональної дохідної поведінки домогосподарства. *Бізнес Інформ*. 2015. №2. С. 108-112.

36. Іванов Р., Гринько Т., Іванов К. Модельна оцінка ефективності використання штучного інтелекту в економіці. *Актуальні проблеми економіки*. 2025. №5(287). С. 362-371. DOI: 10.32752/1993-6788-2025-1-287-362-371

37. Іванов Р.В. Моделювання економічної поведінки домогосподарств в контексті розвитку економічної думки. *Бізнес-інформ*. 2017. №4. С.35-39.

38. Кваско А. В., Шендерівська Л. П. Ефективність операційної діяльності підприємства та її оцінювання. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series Economic Sciences*. 2022. №46. С. 16-22. DOI: [10.32999/ksu2307-8030/2022-46-3](https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2022-46-3)

39. Кириленко С. В. Інноваційний розвиток бізнес-структур в умовах цифрової економіки . *Журнал стратегічних економічних досліджень*. №5. С. 43–51. DOI: [10.30857/2786-5398.2024.5.4](https://doi.org/10.30857/2786-5398.2024.5.4)

40. Ключові виклики для бізнесу у 2025 році. *Finance.ua*. URL: <https://news.finance.ua/ua/klyuchovi-vyklyky-dlya-biznesu-u-2025-roci> (дата

звернення: 26.12.2025).

41. Князева Т.В. Системний підхід в стратегічному маркетингу та управлінські бізнес-процеси. *Проблеми та перспективи забезпечення стабільного соціально-економічного розвитку. Серія «Економіка»: збірник наукових праць*. 2018. №309. С. 77-84.

42. Кобрусєва Є. А., Іванов Р.В. Проблемні питання взаємоузгодженості кадрової політики та стратегії розвитку підприємства. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки»*. 2020. №12. DOI: 10.25313/2520-2294-2020-12-6797

43. Кошельок Г.В., Царьов О.С. Фактори, що впливають на бізнес-середовище. *Трансформація практики управління інноваційним розвитком соціально-економічних систем: колективна монографія / під заг. ред. Храпкіної В. В., Пічик К. В. Київ, Видавничий дім "Києво-Могилянська академія". 2024. С. 137-148. DOI: 10.35668/978-966-518-844-5*

44. Кривов'язюк І. В., Кухарук Н. В. Теоретичні засади розвитку підприємницького середовища в умовах децентралізації економіки. *Економічний форум*. 2017. №3. С. 51-56.

45. Крилов Д. В. Теоретико-функціональний аналіз домогосподарства в національній економіці України. *Economic Synergy*. 2023. №1. С. 270–280. DOI: [10.53920/ES-2023-1-19](https://doi.org/10.53920/ES-2023-1-19)

46. Кучма М., Орлова-Курилова О. Еволюція концепцій менеджменту в умовах цифрової трансформації: роль штучного інтелекту. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2025. №4(80). С. 242–248. DOI: [10.31732/2663-2209-2025-80-242-248](https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-80-242-248)

47. Литвиненко А. В., Полянський В.О. Соціально-економічні проблеми цифровізації розвитку економіки. *Ефективна економіка*. 2025. №11. DOI: [10.32702/2307-2105.2025.11.72%20](https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.11.72%20)

48. Лопатовська О., Нікольчук Ю., Бондарук С. Особливості фінансового аналізу оборотних активів підприємства. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2025. Т.338. №1. С. 457-464. DOI: [10.31891/2307-](https://doi.org/10.31891/2307-)

[5740-2025-338-67](#)

49. Лопатовська О., Пономарьова К. Сучасна методика аналізу ліквідності та платоспроможності підприємства. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*. 2022. Т.310. №5(1). С. 221-228. DOI: [10.31891/2307-5740-2022-310-5\(1\)-36](#)

50. Лотоцький Р., Руда Л. Методологічні підходи до оцінювання фінансового стану підприємства в умовах кризи.. *Економіка та суспільство*. 2025. №78. DOI: 10.32782/2524-0072/2025-78-52

51. Мельник М. І. *Формування бізнес-середовища України в умовах інституційних трансформацій*. Львів: ІР Д НАН України, 2012. 568 с.

52. Мних О. Б., Дуляба Н. І., Мацевко Б. В., Мазник Ю. І., Старецький А. О. Інтегровані підходи до розвитку бізнес-структур в умовах кризи: соціальна відповідальність, цифрова трансформація та маркетингові стратегії. *Академічні візії*. 2025. №43. DOI: 10.5281/zenodo.15653021

53. Найдовська А., Дубіков Р. Оцінювання фінансової стійкості підприємства. *Економічний простір*. 2026. №211. С. 290-296. DOI: [10.30838/EP.211.290-296](#)

54. Павліщій Д.О. Аналіз сутності наукової категорії «підприємницьке середовище». *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2017. №4(9). С. 63-66.

55. Пархомчук С. Ю. Класифікація факторів зовнішнього середовища підприємства. *Вісник студент. наук. тов-ва «ВАТРА» Вінниц. торгов.-економ. ін-ту КНТЕУ*. 2021. Вип. 101. С.123–129.

56. Підприємництво, торгівля та біржова діяльність / за заг. ред. І. М. Сотник, Л. М. Таранюка. Суми : ВТД «Університетська книга», 2018. 572 с.

57. Пілецька С., Коритько Т., Лукаржевська-Мялик В. Економічний потенціал розвитку підприємства в системі управління його безпекою. *Економіка та суспільство*. 2022. №44. DOI: 10.32782/2524-0072/2022-44-34

58. Покорчак С. Розвиток механізмів страхування бізнес-структур в умовах воєнного стану України. *Економіка та суспільство*. 2024. №59.

DOI: 10.32782/2524-0072/2024-59-64

59. Полінкевич О. Адаптивний механізм управління змінами у бізнесструктурах в умовах covid-19. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*. 2020. №2(6). С. 173-182. DOI: 10.32750/2020- 0216

60. Полінкевич О. Методичні підходи до системного аналізу промислових підприємств у підприємницькому середовищі. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2016. № 1. С. 35–39.

61. Понедільчук Т., Приходько Т. Теоретичні підходи до формування середовища розвитку підприємництва. *Економічний дискурс*. 2022. Вип. 3-4. С. 50-60. DOI: 10.36742/2410-0919-2022-2-5

62. Порохня В., Іванов Р. В. Узагальнена модель формування економічної поведінки домогосподарств в умовах економічної нестабільності. *Економічний простір*. 2018. №133. С. 80-90. DOI: 10.30838/ P.ES.2224.050718.80.72

63. Синюра-Ростун Н. Р. Проблеми функціонування підприємницького середовища в умовах військової агресії: регіональний аспект. *Актуальні проблеми сталого розвитку*. 2024. №1(1). С. 30-37. DOI: 10.60022/1(1)-4SD

64. Стадник В., Йохна В., Наскальний С. Функціонал діджиталізації у формуванні підприємницького середовища: перспективи та проблеми розвитку в Україні. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2022. №308(4). С. 68-75. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-308-4-11

65. Старов О. Еволюція методологічних підходів до стратегічного управління від класичних концепцій до адаптивних моделей. *Економіка та суспільство* 2025. №71. DOI: 10.32782/2524-0072/2025-71-98

66. Тимошенко О.В. Основні функції та завдання державного регулювання підприємницької діяльності. *Держава та регіони: Державне управління*. 2013. № 2. С. 95-99.

67. Тимошенко, Н., & Шабанова, М. Розвиток інноваційної діяльності в умовах цифровізації. *Економіка та суспільство*. 2021. № 29. DOI: [10.32782/2524-0072/2021-29-30](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-29-30)

68. Тимченко А. Теоретичні основи розвитку підприємницького середовища. *Сталий розвиток аграрної сфери: інженерно-економічне забезпечення*: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвячені 125-річчю НУБіП України (м. Бережани, 26 квітня 2023 року). Запоріжжя: Запоріжжя: ФО-П Однорог, 2023. С. 252-253.

69. Ткаченко Т. П., Кавтиш О. П. Підприємницьке середовище функціонування малого бізнесу в Україні. *Економічний вісник Національного технічного університету України «КПІ»*. 2012. Вип. 9. С. 52-58.

70. Халіна В., Колбасинський Ю. Теоретичне підґрунтя адаптивного управління підприємством. *Економіка та суспільство*. 2024. №63. DOI:10.32782/2524-0072/2024-63-127.

71. Череп О. Г. Вибір стратегічних напрямків інвестиційної діяльності підприємств. *Фін.-кредит. діяльн.: пробл. теорії та практики*. 2011. Вип. 2. С. 96–103.

72. Черкасова Т., Єпіфанова І. Технології економічної діагностики як базова складова економічного управління підприємством. *Економіка та суспільство*. 2024. №64. DOI:10.32782/2524-0072/2024-64-17

73. Швець Н. В., Шевцова Г.З. Роль промисловості у забезпеченні сталого розвитку: досвід смартпріоритизації країн Центральної та Східної Європи. *Економічний вісник Донбасу*. 2022. №2 (68). С. 131-141

74. Швиданенко О. А., Бойченко К. С. Формування мережевої бізнес-моделі в процесі інтегрованого розвитку підприємства. *Економічний простір*. 2022. №156. С. 171-175. DOI: 10.32782/2224-6282/156-31

75. Що з бізнесом: огляд стану економіки та бізнесу за грудень 2024. *Київстар Бізнес Hub*. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/shho-z-biznesom-oglyad-stanu-ekonomiki-ta-biznesu-za-gruden-2024> (дата звернення: 26.12.2025).

76. Що з бізнесом? Короткий огляд економічних підсумків 2023 року. *Київстар Бізнес Hub*. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/shho-z-biznesom-korotkij-oglyad-ekonomichnih-pidsumkiv-2023-roku> (дата звернення: 26.12.2025).

77. Яковенко В. С., Косман А. І. Модель управління розвитком

підприємства в умовах турбулентного середовища. *Бізнес Інформ*. 2025. №12. С. 306–313.

<https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-12-306-313>

78. Яковенко Р.В. *Технології продажу товарів*. Кіровоград: Антураж, 2003. 212 с.

79. Яковенко Я., Білик М., Олійник, Є. Цифрова трансформація бізнес-структур: стратегічні орієнтири в епоху інновацій та технологічних змін. *Економічний простір*. 2024. №190. С. 355-360. DOI: 10.32782/2224-6282/190-63

80. Яценко Д., Ревенко Д. Концептуальні основи моделювання впливу цифрової трансформації на динаміку економічного зростання. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2026. Т. 2. №23. С. 475-482. DOI: 10.32782/dees.23-69

81. Abbad H., Rowe F. Understanding dynamic capabilities for digital transformation: a literature review and future research directions. In: *1st International conference on digital transformation society* (May 2024, Naples, Italy). URL: https://www.researchgate.net/publication/380971587_Understanding_dynamic_capabilities_for_digital_transformation_A_literature_review_and_future_research_directions (дата звернення: 26.12.2025).

82. Agrawal A. K., Gans J. S., Goldfarb A. The Economics of bicycles for the mind. *National Bureau of Economic Research*. 2025. DOI: 10.3386/w34034. URL: <https://www.nber.org/papers/w34034> (дата звернення: 24.04.2026).

83. 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/ijrsra.2023.10.1.0792

84. Ahmedov A. B. The impact of artificial intelligence on production efficiency in the digital economy. *Technical Science Integrated Research*. 2025. No.1(6). pp 3-7.

85. Akib H., Furkan N., Sumarno S., Budidarma, A., Salam R., Hadi S. Business resilience in the digital transformation era. *PINISI Discretion Review*. 2022. No. 6(1)/ p. 95. DOI: 10.26858/pdr.v6i1.37708

86. 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

87. Antoniuk D. Antoniuk K. Comparative analysis of startup ecosystems in the development models of Eastern European countries: experience for the post-war reconstruction of Ukraine. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*. 2023. No.2(24). pp. 59-69. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2023-2/24-06>.

88. Antoniuk D., Ivens B. S., Kolyada O. How is artificial intelligence changing HR? Adaptive management for the new environment. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2025. No. 11(2), pp. 13-26. DOI: [10.30525/2256-0742/2025-11-2-13-26](https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-2-13-26)

89. Asatiani A., Malo P., Nagbøl P. R., Penttinen E., Rinta-Kahila T., Salovaara A. Sociotechnical envelopment of artificial intelligence: An approach to organizational deployment of inscrutable artificial intelligence systems. *Journal of the association for information systems*. 2021. No. 22(2). pp. 325-352. DOI:[10.17705/1jais.00664](https://doi.org/10.17705/1jais.00664)

90. Ashby W. R. *Design for a Brain: The Origin of Adaptive Behavior*. Second edition. Chapman & Hall, 1960/

91. Ashby W.R. Requisite Variety and Its Implications for the Control of Complex Systems. In: *Facets of Systems Science. International Federation for Systems Research International Series on Systems Science and Engineering*, vol 7. Springer, Boston, MA. DOI: 10.1007/978-1-4899-0718-9_28

92. Audretsch D., Momtaz P. P., Motuzenko H., Vismara S. *The economic costs of the Russia–Ukraine war: A synthetic control study of (lost) entrepreneurship*. *arXiv*. 2023. DOI: [10.48550/arXiv.2303.02773](https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.02773)

93. Babyetsiza J., Lambert E., Frejus F. The Intersection of Classical Philosophy and Entrepreneurship: Exploring Historical Philosophical Wisdom in Modern Business Ventures. *International Journal of Advanced Research*. 2023. No.6(1). Pp. 128-145. DOI: [10.37284/ijar.6.1.1571](https://doi.org/10.37284/ijar.6.1.1571)

94. Balta M., Papadopoulos T., Spanaki K. Business model pivoting and digital technologies in turbulent environments. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*. 2024. No.30(2-3). Pp. 773–799. DOI:10.1108/IJEBr-02-2023-

0210

95. Barlett C. A., Ghoshal S. Matrix management: Not a structure, a frame of mind. *Harvard business review*. 1990. №68(4). C. 138-145.
96. Barney J. B., Hesterly W. *Strategic management and competitive advantage: Concepts* (Global ed.). Pearson Education, 2014.
97. Basal M. , Saraç E. Özer K. Dynamic Pricing Strategies Using Artificial Intelligence Algorithm. *Open Journal of Applied Sciences*. 2024. No. 14. Pp. 1963-1978. DOI: [10.4236/ojapps.2024.148128](https://doi.org/10.4236/ojapps.2024.148128)
98. Becker M., Kasprowicz D., Kurkina T., Davari MD, Gipperich M., Gramelsberger G., Trauth D. Toward Antifragile Manufacturing: Concepts from Nature and Complex Human-Made Systems to Gain from Stressors and Volatility. *Transformation Towards Sustainability: A Novel Interdisciplinary Framework from RWTH Aachen University*. 2024. 425-448.
99. Beer S. *Brain of the Firm*. John Wiley & Sons, 1981.
100. Beer S. The Viable System Model: Its Provenance, Development, Methodology and Pathology. *Journal of the Operational Research Society*. 1984. No.35(1). Pp.7–25. DOI: 10.1057/jors.1984.2
101. Benazeer S., Verelst J., Huysmans P. Towards understanding the role of modularity in the domain of enterprise engineering and enterprise architecture. *International journal of business & management studies*. 2025. No.6(06). Pp. 70-86. DOI: 10.56734/IJBMS.V6N6A6
102. Bezsonnyi V. L. European experience and prospects for the implementation of environmental certification in Ukraine's hospitality sector. *Man and Environment. Issues of Neoecology*. 2025. No.44. pp. 186-200. DOI: [10.26565/1992-4224-2025-44-14](https://doi.org/10.26565/1992-4224-2025-44-14)
103. Bischi G. I., Chiarella C., Kopel M., Szidarovszky F. *Nonlinear oligopolies*. Berlin: Springer, 2010.
104. Bocken N. Business Models for Sustainability. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science, Forthcoming*. 2023. DOI: 10.2139/ssrn.4731205. URL: <https://ssrn.com/abstract=4731205> (дата

звернення: 12.12.2025)

105. Bonnard B., Rouot J. Feedback classification and optimal control with applications to the controlled Lotka–Volterra model. *Optimization*. 2025. No.74(5). Pp. 1173–1196. DOI: [10.1080/02331934.2024.2392209](https://doi.org/10.1080/02331934.2024.2392209)

106. Brynjolfsson E., McAfee A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W.W.Norton & Company, 2014.

107. Burns T., Stalker G. M. *The management of innovation* (3rd ed.). Oxford: Oxford University Press, 1994.

108. Bushuyev S., Chumachenko I., Galkin A., Bushuiev D., Dotsenko N. Sustainable Development Projects Implementing in BANI Environment Based on AI Tools. *Sustainability*. 2025. No.17(6). P. 2607. DOI: [10.3390/su17062607](https://doi.org/10.3390/su17062607)

109. Butenko O. P., Chupyr O. M., Opikunova N. V. Optimizing the use of industrial wastes for sustainable spatial development within the framework of the eco-friendly concept. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. No.31(2). pp. 211-222. DOI: [10.15421/112220](https://doi.org/10.15421/112220)

110. Campuzano L. R., Hincapié Llanos G. A., Zartha Sossa, J. W., Orozco Mendoza G. L., Palacio J. C., Herrera M. Barriers to the Adoption of Innovations for Sustainable Development in the Agricultural Sector–Systematic Literature Review (SLR). *Sustainability*. 2023. No.15(5). P. 4374. DOI: [10.3390/su15054374](https://doi.org/10.3390/su15054374)

111. Cantillon, R. *Richard Cantillon's Essay on the nature of trade in general: A variorum edition*. Routledge, 2015.

112. Carr H. An interpretation of the Weber-Fechner law. *Psychological Review*. 1927. No.34(4). Pp. 313-319.

113. 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](https://doi.org/10.1057/s41267-024-00758-8)

114. Celestin M., Sujatha S., Kumar A. D., Vasuki M. The rise of agile methodologies in managing complex business projects: Enhancing efficiency, collaboration, and adaptability. *Indo American Journal of Multidisciplinary Research and Review*. 2024. No. 8(2). pp. 69-77. DOI: [doi: 10.5281/zenodo.13871832](https://doi.org/10.5281/zenodo.13871832)

115. Choudhury D., Gorantla T. AI in supply chain, logistics and manufacturing. *Artificial intelligence for business*. Productivity Press, 2023. Pp. 206-224
116. Coase Ronald. The Nature of the Firm. *Economica*. 1937. No. 4 (16). Pp. 386–405. DOI:10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x.
117. 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
118. Davenport T. H., Ronanki R. Artificial Intelligence for the Real World. *Harvard Business Review*. 2018. No. 96(1). Pp. 108–116.
119. Deller S. Are we at an inflection point in community economic development? The 4th wave. *Economic Development Quarterly*. 2025. No.39(4). Pp. 215-231. DOI: [10.1177/08912424251339139](https://doi.org/10.1177/08912424251339139)
120. Digital Tiger: the Power of Ukrainian IT – 2023. *IT Ukraine Association*. URL: https://itukraine.org.ua/en/digital-tiger-the-power-of-ukrainian-it-2023/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 24.04.2026).
121. Döhler M. The Bias of Structures: How Multidivisional Organizations Work in the Public Sector. *Public Organiz Rev*. 2017. No.17. pp. 83–100. DOI: [10.1007/s11115-015-0329-8](https://doi.org/10.1007/s11115-015-0329-8)
122. Donaldson L. The contingency theory of organizations. SAGE Publications, Inc., 2001. DOI: [10.4135/9781452229249](https://doi.org/10.4135/9781452229249)
123. Duchek S. Organizational resilience: a capability-based conceptualization. *Business Research*. 2020. No.13. pp. 215–246. DOI: [10.1007/s40685-019-0085-7](https://doi.org/10.1007/s40685-019-0085-7)
124. Economic Surveys: Ukraine 2025. *OECD*. URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-surveys-ukraine-2025_940cee85-en.html (дата звернення: 24.04.2026).
125. Elaydi S. *An introduction to difference equations*. New York, NY: Springer New York, 2005.
126. Eskandari Z., Avazzadeh Z., Khoshsiar Ghaziani R., Li B. Dynamics and bifurcations of a discrete-time Lotka–Volterra model using nonstandard finite difference discretization method. *Math. Meth. Appl. Sci*. 2025. No.48. pp. 7197–7212,

[DOI: 10.1002/mma.8859](https://doi.org/10.1002/mma.8859)

127. Espinosa A. Revisiting the Viable System Model as an emancipatory systems approach. *Systems Research and Behavioral Science*. 2025. No.42(1). Pp. 171-188. DOI: 10.1002/sres.3090

128. Estevão J., Lopes J. D., Penela D. The importance of the business environment for the informal economy: Evidence from the Doing Business ranking. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. №174. p. 121288. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121288

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

130. Floridi L. Distant Writing: Literary Production in the Age of Artificial Intelligence. *Centre for Digital Ethics (CEDE) Research Paper*. 2025. DOI: 10.2139/ssrn.5232088

131. Fogel G. An Analysis of Entrepreneurial Environment and Enterprise Development in Hungary. *Journal of Small Business Management*. 2001. №39(1). p. 103–109. DOI: 10.1111/0447-2778.00010

132. Future-Proofing SME and Entrepreneurship Policies. *OECD*. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-issues/smes-and-entrepreneurship/2023-ministerial-documents/Ministerial-key-issues-paper_2023.pdf (дата звернення: 24.04.2026).

133. Gary P. Pisano, Toward a prescriptive theory of dynamic capabilities: connecting strategic choice, learning, and competition. *Industrial and Corporate Change*. 2017. Volume 26. No. 5. Pp. 747–762. DOI: [10.1093/icc/dtx026](https://doi.org/10.1093/icc/dtx026)

134. Gnyawali D. R., Fogel D. S. Environments for Entrepreneurship Development: Key Dimensions and Research Implications. *Entrepreneurship Theory and Practice*. 1994. № 7. P. 43-62.

135. Gollin D., Kaboski J. P. New views of structural transformation: insights from recent literature. *Oxford Development Studies*. 2023. No. 51(4). Pp. 339–361. DOI: 10.1080/13600818.2023.2280748

136. Goold M., Campbell A. *Making Matrix Structures Work:: Creating Clarity*

on Unit Roles and Responsibility. *European Management Journal*. 2003. No.21(3). Pp. 351-363.

137. Grover J. *Strategic economic decision-making: Using Bayesian belief networks to solve complex problems*. Springer Science & Business Media, 2012.

138. Gulati R. Alliances and networks. *Strategic Management Journal*. 1998. No. 19(4). Pp. 293–317. DOI: [10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199804\)19:4<293::AID-SMJ982>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199804)19:4<293::AID-SMJ982>3.0.CO;2-M)

139. Han J., Ruan Y., Wang Y., Zhou H.. Toward a complex adaptive system: The case of the Zhongguancun entrepreneurship ecosystem. *Journal of business research*. 2021. No. 128. Pp. 537-550.. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.11.077

140. Hannan M. T., Freeman J. *Organizational ecology*. Harvard university press, 1989.

141. Hanushchak R. M., Margasova, V. H. Modeling innovative development of integrated business structures through open innovations. *Journal of Strategic Economic Research*/ 2022. No.3. pp. 33-43. DOI: 10.30857/2786-5398.2022.3.3

142. Held P., Heubeck T., Meckl R. Boosting SMEs' digital transformation: the role of dynamic capabilities in cultivating digital leadership and digital culture. *Rev Manag Sci*. 2025. DOI: [10.1007/s11846-025-00919-5](https://doi.org/10.1007/s11846-025-00919-5)

143. Hizarci-Payne A. K., İpek İ., Kurt Gümüş G. How environmental innovation influences firm performance: A meta-analytic review. *Business Strategy and the Environment*. 2021. No.30(2). Pp. 1174-1190. DOI:10.1002/bse.2678

144. Hussain W. The Common Good. *Stanford Encyclopaedia of Philosophy*. URL: <https://plato.stanford.edu/entries/common-good/> (дата звернення: 24.04.2026).

145. Ivanov R. V., Grynko T. V., Porokhnya V. M., Maksyshko N. K., Oglih, V. V.. Model aspect of the study of the processes of sustainable development of socio-economic systems. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1254, No. 1, p. 012123. IOP Publishing.

146. 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.

147. Ivanov R. V., Maksyshko N. K. Model Assessment of Interaction between Banking and Insurance Segments of the Financial Market. *European Journal of Management Issues*. 2021. No. 29(2). Pp. 101-108. DOI: [10.15421/192110](https://doi.org/10.15421/192110)

148. Jackson, M. C. *Critical systems thinking and the management of complexity*. John Wiley & Sons, 2019.

149. Jerab Daoud, Mabrouk Tarek. The Evolving Landscape of Organizational Structures: A Contemporary Analysis. *SSRN*. 2023. DOI: [10.2139/ssrn.4584643](https://doi.org/10.2139/ssrn.4584643)

150. Karneli O. The role of adhocratic leadership in facing the changing business environment. *Journal of Contemporary Administration and Management (ADMAN)*. 2023. №1(2). P. 77-83. DOI: [10.61100/adman.v1i2.26](https://doi.org/10.61100/adman.v1i2.26)

151. Karnowski J., Szufel P. Ukrainian-style oligarchic economies: how concentrated power undermines value added in production chains. *arXiv preprint arXiv:2508.02949*. 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2508.02949> (дата звернення: 24.04.2026).

152. Koshelenko K. *Management in Times of War: Leadership Examples from Ukraine's Government and Private Sector*. Ultimate Beneficiary Publishing, 2024.

153. Kropelnytska, S. et al. Barriers and Opportunities for Entrepreneurship Development in Ukraine: Towards a Sustainable and Resilient Economic Future. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 2025. No.12. pp. 116–130. DOI:[10.15330/jpnu.12.2.116-130](https://doi.org/10.15330/jpnu.12.2.116-130).

154. 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.

155. Laguta Y., Burko I., Hromyak S., Dulieпов S., Goncharenko M. Sustainable Finance Tools as Drivers of Business Adaptation and Development. *African Journal of Applied Research*. 2026. Vol. 12, No.4. P. 62-84. DOI:[10.26437/sc2ejp55](https://doi.org/10.26437/sc2ejp55)

156. Leso B.H., Cortimiglia M.N., Ghezzi A., Minatogawa V. Exploring digital

transformation capability via a blended perspective of dynamic capabilities and digital maturity: a pattern matching approach. *Rev Manag Sci.* 2024. No. 18(4). Pp. 1149–1187. DOI: [10.1007/s11846-023-00692-3](https://doi.org/10.1007/s11846-023-00692-3)

157. Less Bureaucracy, More Business: Ukraine's Digital Transformation. *Digital State UA*. URL: <https://digitalstate.gov.ua/news/govtech/less-bureaucracy-more-business-ukraines-digital-transformation> (дата звернення: 24.04.2026).

158. Lissack M. Beyond Signal Fidelity: A Critical Analysis of Floridi's Certainty-Scope Conjecture through the Lens of Ashby's Law of Requisite Variety and Semantic Information Theory. *SSRN eLibrary*. 2025. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5538561 (дата звернення: 24.04.2026).

159. Liu C., Cui P., Zhao H., Zhang Z., Zhu Y., Liu H. Green finance, economic policy uncertainty, and corporate ESG performance. *Sustainability*. 2024. No. 16(22). Pp. 10141. DOI: [10.3390/su162210141](https://doi.org/10.3390/su162210141)

160. Loon M., Quan X. I. Theorising business model innovation: An integrated literature review. *Australian Journal of Management*. 2021. No. 46(3). Pp. 548-577. DOI: [10.1177/0312896220976751](https://doi.org/10.1177/0312896220976751)

161. Luo Y., Cui H., Zhong H., Wei C. Business environment and enterprise digital transformation. *Finance Research Letters*. 2023. №57. P. 104250. DOI: [10.1016/j.frl.2023.104250](https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104250).

162. Mangalaraj G., Nerur S., Dwivedi R. Digital Transformation for Agility and Resilience: An Exploratory Study. *Journal of Computer Information Systems*. 2022. No.63(1). Pp. 11–23. DOI: [10.1080/08874417.2021.2015726](https://doi.org/10.1080/08874417.2021.2015726)

163. Mayer W., Grossmann G., Selway M., Stanek J., Stumptner M. Variety management for big data. *Semantic Applications: Methodology, Technology, Corporate Use*. 2012. Pp. 47-62. DOI: [10.1007/978-3-662-55433-3_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-55433-3_4)

164. Mele G., Capaldo G., Secundo G., Corvello V. Revisiting the idea of knowledge-based dynamic capabilities for digital transformation. *Journal of Knowledge Management*. 2024. No.28(2). Pp. 532-563. DOI: [10.1108/JKM-02-2023-0121](https://doi.org/10.1108/JKM-02-2023-0121)

165. Mieszajkina E., Ostapińska K. Evaluation of the Impact of the BANI World on Small Business Innovation Activities. *European Research Studies*. 2024. No.27. pp. 272-288. DOI: 10.35808/ersj/3489

166. Miles R. E., Snow C. C. Causes of failure in network organizations. *California management review*. 1992. No. 34(4). Pp. 53-72. DOI: 10.2307/41166703

167. Mintzberg H. *Understanding organizations... Finally!: Structuring in sevens*. Berrett-Koehler Publishers, 2023.

168. Mintzberg H., Ahlstrand B., Lampel J. Strategy Safari: A Guided Tour through the Wilds of Strategic Management. *Management Services*. 1998. No.42(11). Pp. 4-44.

169. Mitchell W. D. *Proactive predictive analytics within the customer lifecycle to Prevent Customer Churn*. Northcentral University, 2020.

170. Mykhailovska O., Liashenko O. Behavioural Dynamics of Strategic Adaptation in Public Administration under Hybrid Challenges. *Problems of Modern Transformations. Series: Economics and Management*. 2026. No. 24. DOI: [10.54929/2786-5738-2026-24-02-01](https://doi.org/10.54929/2786-5738-2026-24-02-01)

171. Ogborigbo J. C., Sobowale O. S., Amienwalen E. I., Owoade Y., Samson A. T., Egerson J., Owoade Y. Strategic integration of cyber security in business intelligence systems for data protection and competitive advantage. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2024. No.23(1). Pp. 081-096. DOI: 10.30574/wjarr.2024.23.1.1900 38.

172. Osiyevskyy O., Dewald J. Explorative versus exploitative business model change: the cognitive antecedents of firm-level responses to disruptive innovation. *Strategic Entrepreneurship Journal*. 2015. No. 9(1). Pp. 58-78. DOI: [10.1002/sej.1192](https://doi.org/10.1002/sej.1192)

173. Özdilek Ü. Integrating Lotka-Volterra dynamics and gravity modeling for regional population forecasting. *Frontiers in Built Environment*. 2025. No.11. pp. 1469890. DOI: [10.3389/fbuil.2025.1469890](https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1469890)

174. Palyanytsya V. Entrepreneurship Development: Innovative Strategies and

Digital Transformation. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2024. No.328(2). Pp. 219–225. DOI: 10.31891/2307-5740-2024-328-49

175. Philipp Reineke, Riitta Katila, Kathleen M. Eisenhardt. Decentralization in Organizations: A Revolution or a Mirage? *Academy of Management Annals*. 2024. Vol. 19, No. 1 DOI: 10.5465/annals.2022.0206

176. Porter M. E. Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*. 2000. No. 14(1). Pp. 15–34. DOI: [10.1177/089124240001400105](https://doi.org/10.1177/089124240001400105)

177. Porter M. E. Value chain analysis. *London: Oxford Press Ltd*, 1980.

178. Porterm M. E. The Five Competitive Forces That Shape Strategy. *Harvard Business Review*. 2008. No. 86(1). Pp. 78-93.

179. Powell W. W. Neither market nor hierarchy: Network forms of organization. *Research in Organizational Behavior*. 1990. No. 12. Pp. 295–336.

180. Prokopenko M. (Ed.). *Guided self-organization: Inception* (Vol. 9). Springer Science & Business Media, 2019.

181. Raab J., Kenis P. Heading Toward a Society of Networks? Empirical Developments and Theoretical Challenges. *Journal of Management Inquiry*. 2009. No.18(3). Pp. 198–210. DOI: 10.1177/1056492609337493

182. Ricardo D. *On the principles of political economy*. London: J. Murray, 1821.

183. Ronalter L. M., Bernardo M. Integrated management systems and sustainability—a review on their relationships. *Total Quality Management & Business Excellence*. 2023. No. 34(11-12). Pp. 1438-1468. DOI: [10.1080/14783363.2023.2178407](https://doi.org/10.1080/14783363.2023.2178407)

184. 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

185. 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.

186. Salman H. A., Kalakech A., Steiti A. Random forest algorithm overview. *Babylonian Journal of Machine Learning*. 2024. Pp. 69-79. DOI: 10.58496/BJML/2024/007
187. Say J.-B. Letters To Mr. Malthus and Catechism of Political Economy. NEW YORK: Augustus M. Kelley Publishers, 1967. URL: https://cdn.mises.org/Letters%20to%20Mr%20Malthus_2.pdf (дата звернення: 24.04.2026).
188. Schumpeter J.A. The theory of Economic Development. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1934.
189. Schwaninger M. Model-based Management: A cybernetic concept. *Systems Research and Behavioral Science*. 2015. No.32(6). Pp. 564-578. DOI: 10.1002/sres.2286
190. 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. 100261. DOI: 10.1016/j.jjime.2024.100261
191. Shakya A. K., Pillai G., Chakrabarty S. Reinforcement learning algorithms: A brief survey. *Expert Systems with Applications*. 2023. No.231. pp. 120495. DOI: [10.1016/j.eswa.2023.120495](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120495)
192. Shatila K., Aránega A. Y., Soga L. R., Hernández-Lara A. B. Digital literacy, digital accessibility, human capital, and entrepreneurial resilience: a case for dynamic business ecosystems. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2025. No.10(3). Pp. 100709. DOI: 10.1016/j.jik.2025.100709
193. Shepherd D.A., Williams T.A. Different response paths to organizational resilience. *Small Bus Econ* 61. 2023. Pp. 23–58. DOI: [10.1007/s11187-022-00689-4](https://doi.org/10.1007/s11187-022-00689-4)
194. Sheshinski E., Baumol W. J., Strom R. J. *Entrepreneurship, innovation, and the growth mechanism of the free-enterprise economies*. Princeton University Press, 2021.
195. Shi B., Li Y., Liang T., Sun X., Cui L., Zhang H., Yin Y. The Evolution of Service Ecosystems Based on the Lotka–Volterra Model. *Applied Sciences*. 2025.

No.15(10). Pp. 5403. [DOI: 10.3390/app15105403](https://doi.org/10.3390/app15105403)

196. 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

197. Siegenfeld A. F., Bar-Yam Y. A Formal Definition of Scale-Dependent Complexity and the Multi-Scale Law of Requisite Variety. *Entropy*. 2025. No.27(8). Pp. 835. [DOI: 10.3390/e27080835](https://doi.org/10.3390/e27080835)

198. Smith A. 1776 An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. *Foundations of Monetary Economics*. 2024. Vol. 1. pp. 223-295.

199. Smith A. *The theory of moral sentiments*. Penguin, 2010. URL: <https://www.nationallibertyalliance.org/files/docs/Books/Adam%20Smith%20-%20The%20Theory%20of%20Moral%20Sentiments.pdf> (дата звернення: 24.04.2026).

200. Smith A. The Wealth Of Nations-Adam Smith. *Lebooks Editora*. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=5Jv8EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=Adam+Smith%E2%80%99s+Wealth+of+Nations&ots=SWjNiYqJ0_&sig=Rq8PsZ4JP1Y_vYgcxI7iTq39_1E&redir_esc=y#v=onepage&q=Adam%20Smith%E2%80%99s%20Wealth%20of%20Nations&f=false (дата звернення: 24.02.2026).

201. Sojecka A. A., Drozd-Rzoska A. Verhulst-type equation and the universal pattern for global population growth. *PLoS One*. 2025. No. 20(5). Pp. e0323165. [DOI: 10.1371/journal.pone.0323165](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323165)

202. Sony Interactive's Paul Walsh on Digital Evolution: Make the Technology Invisible. *The Wall Street Journal*. URL: <https://deloitte.wsj.com/cio/sony-interactives-paul-walsh-on-digital-evolution-make-the-technology-invisible-c3b81fbd> (дата звернення: 17.01.2026).

203. Spicer A. Organizational culture and COVID-19. *Journal of Management Studies*. 2020. No.57(8). Pp. 1737–1740. [DOI: 10.1111/joms.12625](https://doi.org/10.1111/joms.12625)

204. Spieth P., & Schneider S. Business model innovativeness: designing a formative measure for business model innovation. *Journal of business Economics*. 2016. No. 86(6). Pp. 671-696.

205. Spigel B., Harrison R. Toward a process theory of entrepreneurial ecosystems. *Strategic entrepreneurship journal*. 2018. No.12(1). Pp. 151-168. DOI: [10.1002/sej.1268](https://doi.org/10.1002/sej.1268)
206. Sterman J. D. Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. New York, NY: McGraw-Hill, 2020.
207. Strogatz S. H. Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering. Chapman and Hall/CRC, 2024.
208. Stupniker H. L., Kashyrnikova I. O., Levchynskyi D. L. Розвиток сучасного підприємництва в умовах цифрової економіки. *Економічний простір*. 2021. No. (175). Pp. 83–86. DOI: 10.32782/2224-6282/175-16
209. Support to the Economic Recovery of Ukraine. UNDP. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-02/undp-supporteconomicrecoveryukraine2024en_v04.pdf (дата звернення: 12.04.2026).
210. Taleb N. N. Antifragile: Things that gain from disorder. Penguin UK, 2012.
211. Taleb N.N., West J. Working with convex responses: Antifragility from finance to oncology. *Entropy* . 2023. No. 25 (2). Pp. 343. DOI: [10.3390/e25020343](https://doi.org/10.3390/e25020343)
212. Tannir M., Mills G., Kalra J. Adaptable approach to governance, cooperation and coordination: A conceptual framework of the Law of Requisite Variety in large complex projects. *In Reshaping capitalism for a sustainable world, European Academy of Management Conference-EURAM*. 2021. URL: <https://researchportal.lsbu.ac.uk/en/publications/adaptable-approach-to-governance-cooperation-and-coordination-a-c/> (дата звернення: 24.03.2026).
213. Teece David J., Peteraf Margaret A., Heaton Sohvi. Dynamic Capabilities and Organizational Agility: Risk, Uncertainty and Entrepreneurial Management in the Innovation Economy. *California Management Review, Forthcoming, Tuck School of Business Working Paper*. 2016. No. 2771245. DOI: [10.2139/ssrn.2771245](https://doi.org/10.2139/ssrn.2771245)
214. UNCTAD. World Investment Report 2023: Investing in Sustainable Energy for All. *United Nations*, 2023. URL: <https://unctad.org/webflyer/world-investment-report-2023> (дата звернення: 24.03.2026).
215. Van de Wetering R., Mikalef P., Pateli A. Strategic Alignment Between IT

Flexibility and Dynamic Capabilities: An Empirical Investigation. *International Journal of IT/Business Alignment and Governance (IJITBAG)*. 2018. No. 9(1). Pp. 1-20. DOI: [10.4018/IJITBAG.2018010101](https://doi.org/10.4018/IJITBAG.2018010101)

216. Van Houdt G., Mosquera C. Nápoles G. A review on the long short-term memory model. *Artif Intell Rev.* 2020. No.53. pp. 5929–5955. DOI: [10.1007/s10462-020-09838-1](https://doi.org/10.1007/s10462-020-09838-1)

217. Vatankhah S., Bamshad V., Altinay L., De Vita G. Understanding business model development through the lens of complexity theory: Enablers and barriers. *Journal of Business Research.* 2023. No.155. pp. 113350.. DOI: 10.1016/j.jbusres.2022.113350

218. Wiener N. *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. MIT press, 2019.

219. Wirtz B. W. *Digital business and electronic commerce: Strategy, business models and technology*. Springer Nature, 2024.

220. Wu R.M., 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

221. Xenophon. *Oeconomicus*. Harvard University Press. URL: https://www.loebclassics.com/view/xenophon_athens-oeconomicus_2013/2013/pb_LCL168.383.xml (дата звернення: 18.05.2024).

222. Yang S., Chu, W., Kevrekidis P. An epidemical model with nonlocal spatial infections. *arXiv preprint arXiv:2407.07538*. URL: <https://arxiv.org/abs/2407.07538> (дата звернення: 18.05.2024).

223. Yoshikuni A. C., Dwivedi R., Kamal M. M., Zhou D., Dwivedi P., Apolinario S. A dynamic information technology capability model for fostering innovation in digital transformation. *Journal of Innovation & Knowledge.* 2024. No.9(4) pp. 100589. DOI: [10.1016/j.jik.2024.100589](https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100589)

224. 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.

225. Zhang J., Li H., Zhao H. The Impact of Digital Transformation on Organizational Resilience: The Role of Innovation Capability and Agile Response. *Systems*. 2025. No. 13(2). Pp. 75. DOI: [10.3390/systems13020075](https://doi.org/10.3390/systems13020075)

226. Ziemnowicz C. Joseph A. Schumpeter and innovation. *Encyclopedia of creativity, invention, innovation and entrepreneurship*. Cham: Springer International Publishing. 2020. pp. 1517-1522. DOI: [10.1007/978-3-319-15347-6_476](https://doi.org/10.1007/978-3-319-15347-6_476)

227. 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/rtuct-2020-0028

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Компаративний аналіз моделей структурування підприємницького середовища

Критерій порівняння	4-рівнева модель [55]	5-рівневий підхід [61]	6-сферна модель [78]
Логіка структурування	Територіально-адміністративна. Від мікро- до мегарівня	Інституційно-суб'єктна. Додає нанорівень як базис	Функціонально-процесна. Сфери впливу та діяльності
Місце підприємця	Об'єкт впливу середовища на мікрорівні	Активний учасник нано- та мікрорівнів	Ключовий драйвер, що змінює 2-гу сферу
Характер зв'язків	Вертикальна ієрархія (Top-down)	Концентрична вкладеність	Нестационарна мережа з прямими/зворотними зв'язками
Врахування деструктивів	Переважно макроекономічні шоки	Інституційні ризики рівнів	Явне виділення деструктивів (6-та сфера – тінь)
Вплив на розвиток	Через параметри рівноваги	Через взаємодію рівнів	Через інноваційну функцію та ціннісні фільтри
Нижній поріг (Базис)	Мікрорівень (ринкове оточення)	Нанорівень (людський капітал, власник)	2-га сфера (інноваційно-трансформаційна діяльність)
Верхній поріг	Мегарівень (глобальна економіка)	Глобальний рівень (ТНК та світ)	5-та сфера (ЗЕД та митне регулювання)

Джерело: узагальнено автором на основі [55;61;78]

Таблиця А.2

Класифікація факторів формування підприємницького середовища

РІВЕНЬ	КОМПОНЕНТИ	МОЖЛИВИЙ ВПЛИВ
Фактори макрорівня	Економічні, політичні, технологічні, соціальні, екологічні, правові (PESTEL-фактори)	Діджиталізація економіки, законодавчі інструменти, культура стійкості [67]
Фактори мезорівня	Регіональні/галузеві структури, інституції	Формування бізнес-кластерів, регіональні інноваційні стратегії
Фактори мікрорівня	Внутрішні ресурси, управлінські компетенції	Цифрові стратегії, організаційні інновації [174]

Джерело: узагальнено автором

Таблиця А.3

Ситуативні фактори підприємницького середовища та їх вплив на економіку України у 2020-2025 р.р.

СИТУАТИВНИЙ ФАКТОР	ВПЛИВ В УКРАЇНІ
Військова агресія проти України та військові дії	Втрата ринків, релокація, дефіцит кадрів, зниження купівельної спроможності населення, зниження інвестиційної активності [63;152]
Пандемія COVID-19	Масове впровадження онлайн-продажів і логістичних платформ [59]
Цифровізація	цифрові платформи для управління процесами, системи business intelligence (BI) [171], agile-методології [114], та партнерські бізнес-екосистеми, технології e-Governance [157], big data
Зміни споживчої поведінки	Зростання попиту на екологічні продукти та крафтове виробництво [67]

Джерело: узагальнено автором

Таблиця А.4

Структура підприємницького середовища у межах системного підходу

РІВЕНЬ	КОМПОНЕНТИ	ХАРАКТЕР ВПЛИВУ
Макросередовище	Економічні умови, правове поле, державна політика, глобалізаційні тренди	Створює «фрейм» для діяльності бізнесу
Мезосередовище	Галузеві кластери, регіональні інституції, інноваційні екосистеми	Забезпечує специфічні умови розвитку в межах регіону чи галузі
Мікросередовище	Постачальники, конкуренти, споживачі, внутрішні ресурси	Безпосередньо впливає на щоденну діяльність підприємства

Джерело: узагальнено автором

Таблиця А.5

**Порівняння підходів до трактування поняття
«підприємницьке середовище»**

Підхід	Сутність	Сильні сторони	Обмеження
Факторний	Розглядає середовище як сукупність факторів (економічних, політичних, технологічних та ін.).	Простота аналізу; можливість кількісного виміру факторів.	Ігнорує взаємодію факторів та їхню динаміку.
Ситуативний	Підприємницьке середовище сприймається через конкретні ситуації та їхній вплив на бізнес.	Враховує контекст та унікальність обставин; гнучкість.	Відсутність універсальності; складність прогнозування.
Системний	Середовище – це цілісна система з підсистемами та взаємозв'язками.	Забезпечує комплексний погляд; виявляє взаємозалежності.	Складність побудови моделей; потреба у великій кількості даних.
Процесний	Середовище – це потік процесів взаємодії бізнесу і зовнішніх умов.	Дозволяє моделювати динаміку; підкреслює зворотний зв'язок.	Потребує постійного моніторингу процесів; складність операціоналізації.
Комплексний	Поєднання різних підходів для повного розуміння середовища.	Найбільш реалістичний і прикладний підхід.	Висока складність дослідження; потреба у міждисциплінарному аналізі.

Джерело: узагальнено автором

Трактування поняття «підприємницьке середовище»

Підхід	Автори	Визначення
Факторний	Д. Павліцій [54]	Сукупність факторів, які впливають на стан сприятливості
	D. Gnyawali, D. Fogel [134]	Комбінація факторів, які відіграють певну роль у розвитку підприємництва та виокремлюють загальноекономічні, соціокультурні та політичні фактори, що впливають на готовність та здатність індивідуумів брати участь у підприємницькій діяльності.
	О. Тимошенко [66]	Інтегрована сукупність об'єктивних і суб'єктивних факторів, що дають змогу досягати поставлених цілей і реалізовувати проекти.
Ситуативний	О. Артеменко [3]	Суспільно-економічна ситуація, що охоплює ступінь економічної свободи, наявність підприємницького інституту, домінування економічних зв'язків ринкового типу, діапазон можливостей для формування і використання капіталу.
	Т. Ткаченко, О. Кавтиш [69]	Сприятлива соціально-економічна, цивільно-правова, політична ситуація, що склалася в державі, яка забезпечує економічну свободу дієздатної частини населення для здійснення підприємницької діяльності, націленої на задоволення поточних потреб усіх суб'єктів ринкової системи.
Системний	Д. Антонюк [2]	Сукупність складових, в межах яких на основі відповідного інституційного та інфраструктурного забезпечення створюються умови для ефективної взаємодії суб'єктів підприємницької діяльності.
	А. Бутенко, І. Сараєва, Н. Носова [10]	Складна інтегрована система, що задає вимоги та обмеження суб'єкту підприємництва, складається із сукупності компонентів, що обумовлюють як створення нових елементів інфраструктури, так і зв'язок між ними.
	О. Полінкевич [60]	Система, результати якої залежать від системного аналізу зовнішніх факторів та визначають діяльність підприємства.
Процесний	B.Spigel, R. Harrison [205]	Динамічний процес взаємодії між культурними, соціальними та матеріальними атрибутами, що еволюціонують у часі. Процес «циркуляції» ресурсів, знань та кадрів між учасниками екосистеми.
Комплексний	Н. Васишин [11]	Комплекс об'єктивних стабільних і тривалих можливостей для підприємницької активності для підприємців і підприємств, що функціонують на визначеній території.
	О. Череп [71]	Комплекс умов і сил зовнішнього характеру, які впливають на можливості і кінцеві результати діяльності суб'єктів ринкових відносин.

Джерело: за матеріалами [20]

Таблиця В.1

Узагальнення підходів до визначення поняття «бізнес-структура»

ПІДХІД	ОСОБЛИВОСТІ
Класичний	бізнес-структура – це формальна схема підпорядкування, розподілу обов’язків та комунікаційних потоків [107;167]
Системний	бізнес-структура – інтегрована сукупність елементів (ресурсів, підрозділів, процесів), які утворюють єдину цілісність [5;41;206]
Мережевий	бізнес-структура – це система вузлів і зв’язків між ними (філії, дочірні компанії, стратегічні партнери) [74;179]
Цифровий	бізнес-структура як відкрита кіберфізична система, що функціонує на базі цифрових платформ і big data [79;219]

Джерело: узагальнено автором

Таблиця В.2

Основні характеристики бізнес-структур органічного типу

ХАРАКТЕРИСТИКА	ОСОБЛИВОСТІ
Децентралізація	рішення приймаються не лише на верхньому рівні, а й на рівні команд
Гнучкий розподіл ролей	працівники можуть виконувати кілька функцій, ролі змінюються залежно від завдань
Мережеві комунікації	комунікаційні потоки горизонтальні, без надмірної бюрократії
Інноваційність	найбільш підходить для високотехнологічних, креативних та стартапових компаній
Адаптивність	структура змінюється разом із ринковими викликами

Джерело: узагальнено автором на основі [122]

Таблиця В.3

Основні характеристики бізнес-структур мережевого типу

ХАРАКТЕРИСТИКА	ОСОБЛИВОСТІ
Децентралізованість	відсутність жорсткої ієрархії; управління здійснюється через взаємодію вузлів мережі
Гнучкість і адаптивність	структура швидко змінюється залежно від зовнішнього середовища
Аутсорсинг і партнерство	частину функцій виконують зовнішні організації (логістика, виробництво, маркетинг)
Інноваційність	мережеві структури часто застосовуються у високотехнологічному бізнесі, стартапах та глобальних корпораціях
Інформаційні технології	ключова роль у забезпеченні координації та комунікацій.

Джерело: узагальнено автором на основі [166]

Таблиця В.4

Порівняльний аналіз та узагальнення характеристик різних типів бізнес-структур

Тип структури	Основні характеристики	Переваги	Недоліки
Унітарна	Централізована влада, чітка вертикаль, підрозділи не мають автономії	Контроль, єдність управління, простота	Низька гнучкість, перевантаження центру
Дивізійна	Поділ на бізнес-одиниці за продуктами, регіонами або ринками	Гнучкість, орієнтація на ринок, швидкість реагування	Дублювання функцій, високі витрати
Матрична	Поєднання функціональної та дивізійної моделі; подвійне підпорядкування	Оптимальне використання ресурсів, гнучкість	Конфлікти між керівниками, складність координації
Органічна	Мінімальна ієрархія, гнучкі ролі, горизонтальні комунікації	Інноваційність, швидка адаптація	Низька передбачуваність, ризик хаосу
Мережева	Децентралізовані взаємозв'язки між незалежними учасниками	Висока гнучкість, глобальне охоплення, інноваційність	Залежність від партнерів, складність координації

Джерело: узагальнено автором на основі [166]

УЗАГАЛЬНЕННЯ СУЧАСНИХ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО РОЗУМІННЯ РОЗВИТКУ БІЗНЕС-СТРУКТУР

Таблиця Г.1

Особливості дослідницького підходу до розуміння розвитку бізнес-структур

Дослідницький підхід (оновлення бізнес-структури) [66;174]	Засоби забезпечення розвитку бізнес-структур
	• Стратегічна гнучкість; • Вища орієнтація на цифрові технології та цифрову стратегію; • Постійна узгодженість між ресурсами бізнесу та потребами клієнтів; • Можливості для інновацій; • Екстрагенеративне пізнання, системна перспектива, динамічна амбідекстерність, модульність для реконфігурації та екзаптації, парадоксальна евристика, кооперативні альянси взаємності; • Лідерство в організаційних змінах; • Пошукова поведінка; • Інноваційність підприємства, інноваційність бізнес-середовища; • Здатність до засвоєння знань, організаційна гнучкість, уважність вищого керівництва; • Сприйняття можливостей, сприйняття загрози, що знижує продуктивність, та попередній успішний досвід ризику; • Організаційний дизайн (вищий ступінь делегування); • Зондування, використання нових можливостей, переналаштування ресурсів; • Стратегічна орієнтація (тобто попереднє зобов'язання та гнучкість); • Контекстуальні фактори (наприклад, бізнес-еко-мережа, поведінкова орієнтація бізнес-акторів, володіння технологіями, правилами та управлінням, складність бізнесу)

Джерело: узагальнено автором на основі [217]

Таблиця Г.2

**Особливості експлуататорського підходу до розуміння
розвитку бізнес-структур**

Експлуататорський підхід (удосконалення бізнес-структури) [172]	Засоби забезпечення розвитку бізнес-структур
	• Стратегічна спрямованість сприйняття загроз, адаптація (негативно пов'язана зі сприйняттям критичної загрози та терміном перебування в галузі, а також позитивно пов'язана з досвідом ризику); • Поведінка локального пошуку та проблемний пошук на основі загроз; • Поступові інновації (тобто поступове розширення продуктів/послуг шляхом додавання складних функцій, які повинні оцінити ринкові клієнти)

Джерело: узагальнено автором на основі [217]

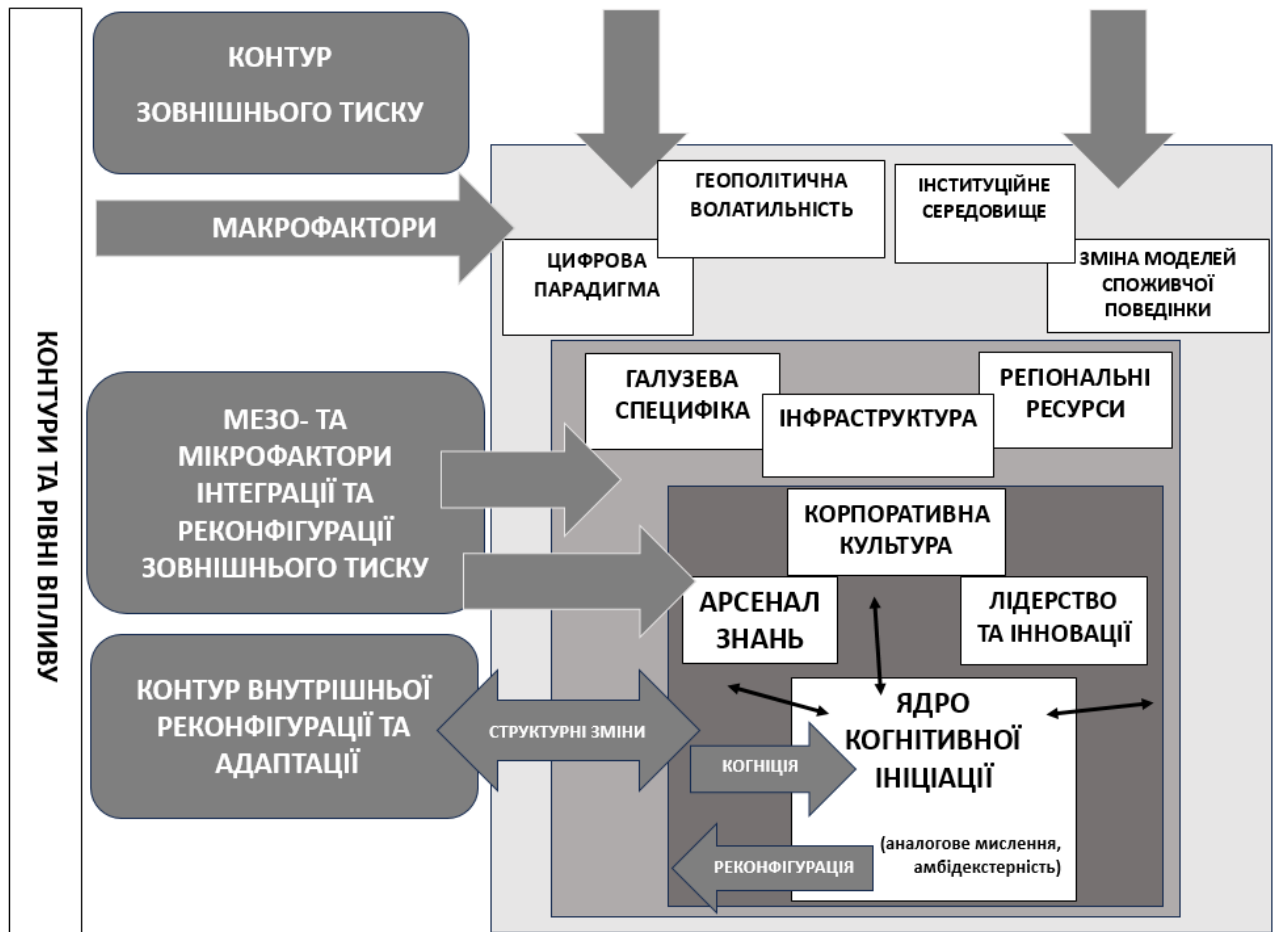
Таблиця Г.3

**Особливості комбінованого підходу до розуміння
розвитку бізнес-структур**

Комбінований тип	Засоби забезпечення розвитку бізнес-структур
	• Адаптивні інновації за допомогою стійких динамічних можливостей (зондування та оповіщення, швидка активація, деактивація, рекомбінація, спільне використання ресурсів та можливостей; тривале несення можливих витрат та ризиків організаційного навчання та змін); • Логіка прийняття рішень в термінах «ефекту» використовується для генерації життєздатної ціннісної пропозиції, а потім «причинно-наслідкового зв'язку»; • Організаційна культура (наприклад, цінність культури, орієнтованої на новизну)

Джерело: узагальнено автором на основі [217]

МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ БІЗНЕС-СТРУКТУР В МІНЛИВОМУ СЕРЕДОВИЩІ



↔ – індукція та синергія

Рис. Д.1. Ієрархічна модель формування процесів розвитку бізнес-структур в мінливому середовищі

Джерело: побудовано автором

Додаток Е

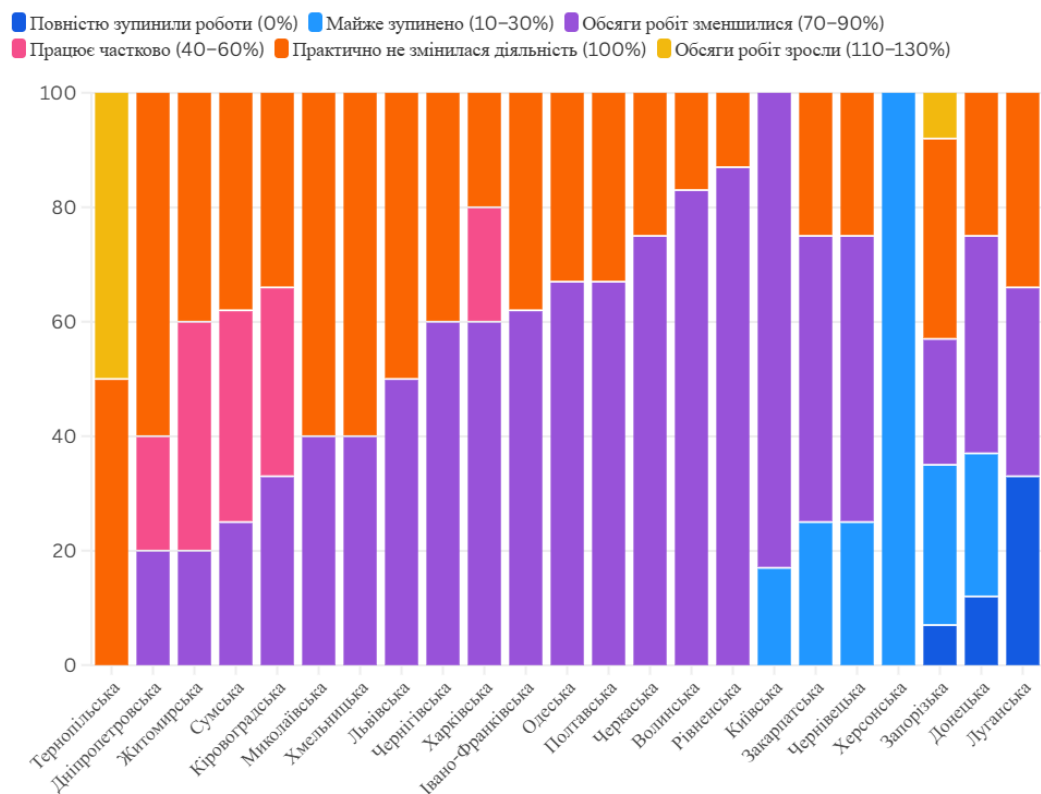


Рис. Е.1. Результати адаптації підприємств України у травні 2023 року порівняно з періодом до 24.02.2022

Джерело: побудовано автором за даними [33]

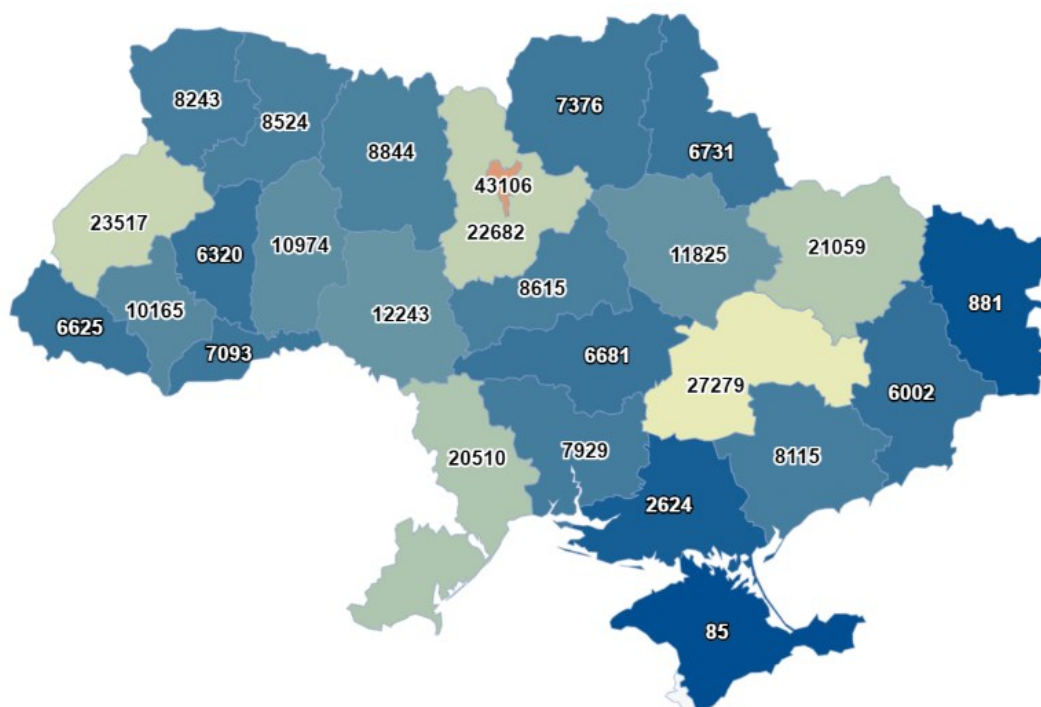


Рис. Е.2. Кількість нових ФОП станом на грудень 2023 року

Джерело: за матеріалами [13]

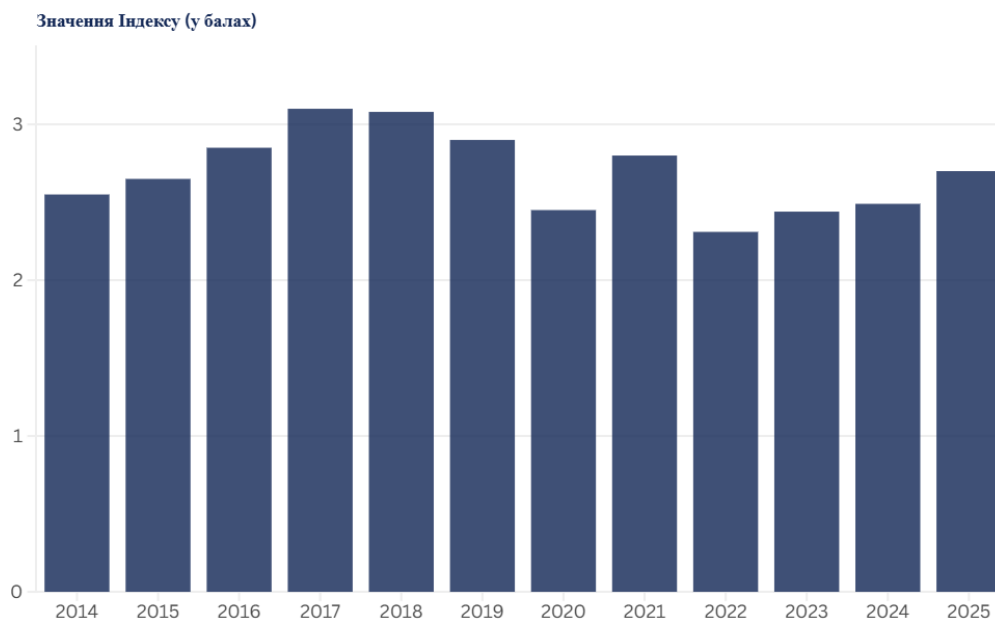


Рис. Ж.1. Динаміка Індексу інвестиційної привабливості України
(у 5-бальній шкалі)

Джерело: побудовано автором за даними [12]

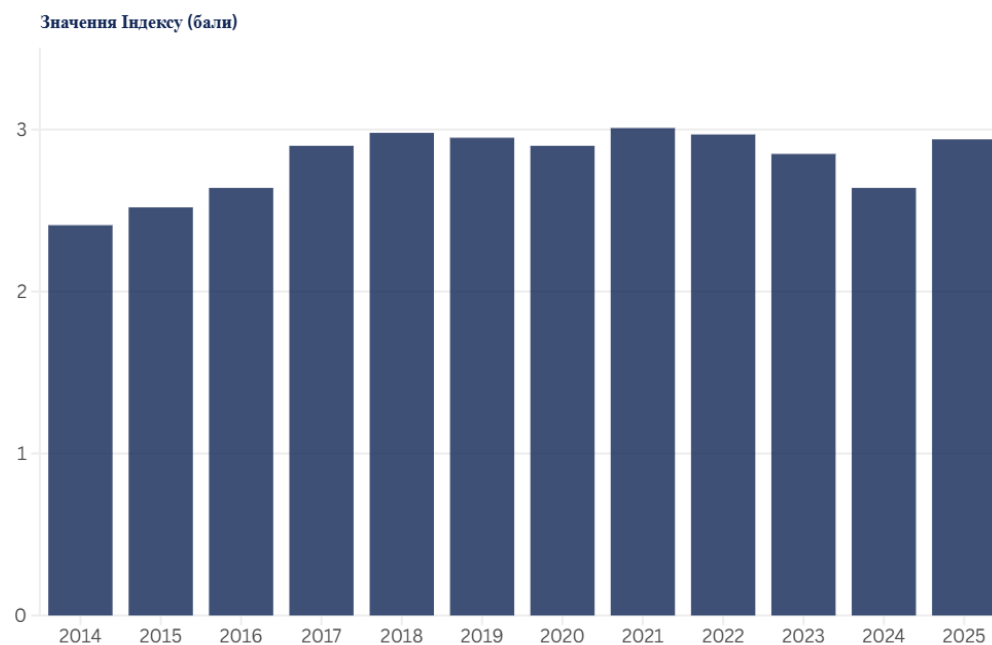


Рис. Ж.2. Динаміка Податкового індексу України (у 5-бальній шкалі)

Джерело: побудовано автором за даними [75]

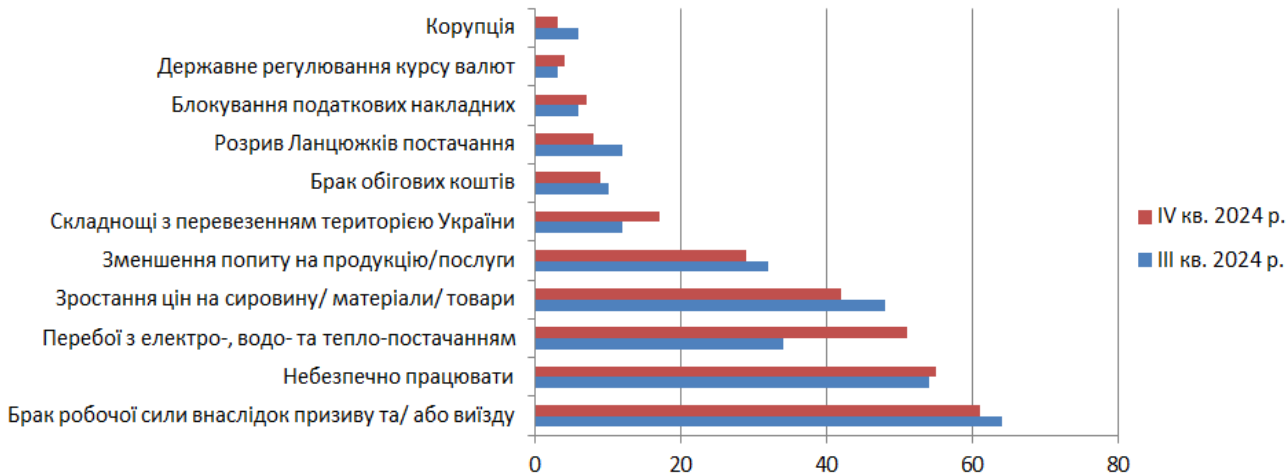


Рис. К.1. Основні перешкоди для ведення бізнесу у воєнний час (% респондентів)

Джерело: побудовано автором за даними [75]

Таблиця К.1

Основні макроекономічні фактори негативного впливу мінливого підприємницького середовища для бізнесу України у 2022–2025 рр.

Категорія	Приклади прояву	Наслідки
Геополітичні ризики	Війна, санкції, блокування логістичних потоків	Втрата ринків, релокація
Економічні	Інфляція, дефіцит капіталу	Зниження інвестиційної активності, зниження купівельної спроможності населення
Технологічні	Кіберзагрози, нестача ІТ-ресурсів	Затримка цифровізації
Соціальні	Міграція, дефіцит кадрів	Падіння продуктивності

Джерело: узагальнено в [31] на основі [104;151;152;209]

Таблиця К.2

Основні мікроекономічні фактори розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища

Фактор розвитку	Приклади прояву
Управлінські компетенції	- компетенції керівників; - цифрова грамотність
Корпоративна культура	- гнучкість та відкритість; - здатність до навчання
Організаційні ресурси	- внутрішня гнучкість; - цифрова інфраструктура

Джерело: узагальнено автором

Таблиця Л-1.1
**Нормалізовані значення індикаторів для розрахунку внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №1»
за 2019-2025 р.р.**

Код	Назва індикатора	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021	Q2 2021	Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022
χ_2	Автоматизація бізнес-процесів	0,010	0,020	0,032	0,063	0,092	0,104	0,140	0,168	0,211	0,247	0,283	0,319	0,331	0,259
χ_5	Щільність інформ. обміну	0,001	0,025	0,032	0,065	0,119	0,219	0,264	0,319	0,364	0,410	0,450	0,482	0,501	0,428
χ_8	Ефективність упр. відходами	0,616	0,648	0,601	0,675	0,631	0,409	0,512	0,586	0,645	0,690	0,728	0,740	0,498	0,001
χ_{10}	Питома енергомісткість	0,991	1,000	0,970	0,998	0,973	0,872	0,930	0,948	0,967	0,985	0,995	0,975	0,776	0,081
χ_{13}	Коефіцієнт автономії	0,923	0,962	0,885	1,000	0,846	0,616	0,731	0,769	0,808	0,846	0,885	0,808	0,501	0,001
χ_{14}	Швидка ліквідність	0,938	0,969	0,891	1,000	0,875	0,532	0,672	0,735	0,781	0,828	0,860	0,797	0,516	0,001
χ_{15}	Рентабельність операційна	0,809	0,844	0,661	0,870	0,670	0,227	0,461	0,531	0,635	0,696	0,748	0,687	0,322	0,140
χ_{16}	Оборотність оборотних засобів	0,822	0,857	0,768	0,893	0,732	0,358	0,536	0,608	0,679	0,768	0,822	0,786	0,429	0,055

Код	Назва індикатора	Q3 2022	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023	Q1 2024	Q2 2024	Q3 2024	Q4 2024	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025
χ_2	Автоматизація бізнес-процесів	0,307	0,391	0,450	0,534	0,594	0,642	0,701	0,737	0,785	0,845	0,892	0,928	0,964	1,000
χ_5	Щільність інформ. обміну	0,491	0,555	0,619	0,664	0,709	0,755	0,791	0,818	0,846	0,891	0,918	0,946	0,973	1,000
χ_8	Ефективність упр. відходами	0,010	0,320	0,453	0,586	0,681	0,645	0,631	0,498	0,394	0,704	0,823	0,897	0,956	1,000
χ_{10}	Питома енергомісткість	0,333	0,001	0,247	0,579	0,739	0,530	0,542	0,210	0,124	0,505	0,702	0,862	0,665	0,284
χ_{13}	Коефіцієнт автономії	0,116	0,270	0,347	0,462	0,577	0,501	0,462	0,232	0,078	0,539	0,654	0,731	0,808	0,846
χ_{14}	Швидка ліквідність	0,157	0,220	0,313	0,422	0,563	0,469	0,438	0,204	0,110	0,501	0,672	0,766	0,844	0,891
χ_{15}	Рентабельність операційна	0,088	0,175	0,288	0,514	0,670	0,487	0,461	0,149	0,001	0,548	0,757	0,870	0,948	1,000
χ_{16}	Оборотність оборотних засобів	0,001	0,126	0,322	0,465	0,608	0,518	0,483	0,251	0,144	0,554	0,715	0,839	0,946	1,000

Джерело: систематизовано автором

Таблиця Л-2.1

Показники внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №1» за 2019-2025 р.р.

Показник	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021	Q2 2021	Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022
$EC(t)$	0,003	0,022	0,032	0,064	0,105	0,151	0,192	0,232	0,277	0,318	0,357	0,392	0,407	0,333
$CR(t)$	0,819	0,841	0,801	0,853	0,818	0,644	0,733	0,782	0,822	0,854	0,878	0,873	0,650	0,014
$FH(t)$	0,871	0,906	0,795	0,939	0,776	0,404	0,590	0,653	0,722	0,782	0,827	0,768	0,435	0,009
$H_t(R)$	0,642	0,684	0,706	0,745	0,802	0,875	0,892	0,907	0,922	0,932	0,941	0,954	0,979	0,260

Показник	Q3 2022	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023	Q1 2024	Q2 2024	Q3 2024	Q4 2024	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025
$EC(t)$	0,388	0,466	0,528	0,595	0,649	0,696	0,745	0,777	0,815	0,868	0,905	0,937	0,968	1,000
$CR(t)$	0,082	0,010	0,315	0,582	0,715	0,573	0,576	0,297	0,197	0,577	0,748	0,876	0,769	0,470
$FH(t)$	0,036	0,190	0,317	0,465	0,603	0,494	0,461	0,205	0,033	0,535	0,698	0,800	0,884	0,932
$H_t(R)$	0,622	0,611	0,971	0,995	0,998	0,991	0,983	0,851	0,563	0,978	0,994	0,998	0,996	0,957

Джерело: систематизовано автором

Додаток Л-3

Таблиця Л-3.1

**Показники зовнішньої ентропії «Бізнес-структури №1»
за 2019-2025 р.р.**

	d_0	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	$H_t(D)$
2019 Q1	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q2	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q3	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q4	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2020 Q1	1	0	1	0	0	0	0	0,426
2020 Q2	1	0	1	1	0	0	1	0,734
2020 Q3	1	0	1	0	0	0	0	0,426
2020 Q4	1	0	1	0	0	0	0	0,426
2021 Q1	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q2	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q3	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q4	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2022 Q1	1	0	1	1	1	0	1	0,838
2022 Q2	1	0	1	1	1	0	1	0,838
2022 Q3	1	0	1	1	1	0	1	0,838
2022 Q4	1	1	1	1	1	1	1	1,000
2023 Q1	1	1	1	0	1	0	1	0,838
2023 Q2	1	0	1	0	1	0	0	0,602
2023 Q3	1	0	0	0	1	1	0	0,602
2023 Q4	1	0	1	0	1	0	1	0,734
2024 Q1	1	0	1	0	1	0	1	0,734
2024 Q2	1	1	1	0	1	0	0	0,734
2024 Q3	1	1	1	0	1	1	1	0,926
2024 Q4	1	1	1	0	1	1	0	0,838
2025 Q1	1	1	1	0	1	0	1	0,838
2025 Q2	1	0	1	1	1	1	0	0,838
2025 Q3	1	1	1	0	1	1	1	0,926
2025 Q4	1	1	1	0	1	1	1	0,926

Джерело: систематизовано автором

Додаток Л-4

Таблиця Л-4.1

**Динаміка ентропійних показників оцінки діяльності
«Бізнес-структури №1» у 2019–2025 рр.**

t	$H_t(R)$	$H_t(D)$	α
2019 Q1	0,642	0,163	3,95
2019 Q2	0,684	0,163	4,20
2019 Q3	0,706	0,163	4,34
2019 Q4	0,745	0,163	4,58
2020 Q1	0,802	0,426	1,88
2020 Q2	0,875	0,734	1,19
2020 Q3	0,892	0,426	2,09
2020 Q4	0,907	0,426	2,13
2021 Q1	0,922	0,163	5,67
2021 Q2	0,932	0,163	5,73
2021 Q3	0,941	0,163	5,78
2021 Q4	0,954	0,163	5,87
2022 Q1	0,979	0,838	1,17
2022 Q2	0,260	0,838	0,31
2022 Q3	0,622	0,838	0,74
2022 Q4	0,611	1,000	0,61
2023 Q1	0,971	0,838	1,16
2023 Q2	0,995	0,602	1,65
2023 Q3	0,998	0,602	1,66
2023 Q4	0,991	0,734	1,35
2024 Q1	0,983	0,734	1,34
2024 Q2	0,851	0,734	1,16
2024 Q3	0,563	0,926	0,61
2024 Q4	0,978	0,838	1,17
2025 Q1	0,994	0,838	1,19
2025 Q2	0,998	0,838	1,19
2025 Q3	0,996	0,926	1,08
2025 Q4	0,957	0,926	1,03

Джерело: розроблено автором

**Нормалізовані значення ентропійного коефіцієнта та рентабельності
задіяного капіталу «Бізнес-структури №1» у 2019–2025 рр.**

t	α_N	$ROCE_N$
2019 Q1	0,6547	0,9022
2019 Q2	0,6996	0,9659
2019 Q3	0,7248	0,6933
2019 Q4	0,7680	1,0000
2020 Q1	0,2824	0,6978
2020 Q2	0,1583	0,1600
2020 Q3	0,3201	0,3985
2020 Q4	0,3273	0,4948
2021 Q1	0,9640	0,6385
2021 Q2	0,9748	0,7615
2021 Q3	0,9838	0,8533
2021 Q4	1,0000	0,7630
2022 Q1	0,1547	0,2311
2022 Q2	0,0000	0,0622
2022 Q3	0,0773	0,0444
2022 Q4	0,0540	0,0667
2023 Q1	0,1529	0,1319
2023 Q2	0,2410	0,3141
2023 Q3	0,2428	0,5185
2023 Q4	0,1871	0,2948
2024 Q1	0,1853	0,2785
2024 Q2	0,1529	0,0652
2024 Q3	0,0540	0,0000
2024 Q4	0,1547	0,4489
2025 Q1	0,1583	0,6770
2025 Q2	0,1583	0,9585
2025 Q3	0,1385	0,8207
2025 Q4	0,1295	0,5911

Джерело: розраховано автором

Regression Statistics									
Multiple R	0,66689692								
R Square	0,4447515								
Adjusted R Square	0,42339578								
Standard Error	0,25021104								
Observations	28								
ANOVA									
	df	SS	MS	F	Significance F				
Regression	1	1,303816	1,303816	20,8258803	0,00010638				
Residual	26	1,627745	0,062606						
Total	27	2,931561							
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%	
Intercept	0,02518503	0,08741	0,288127	0,7755343	-0,154488	0,204858	-0,15449	0,204858	
X Variable 1	0,67910191	0,14881	4,563538	0,00010638	0,37321777	0,984986	0,373218	0,984986	

Рис. Л-5.1. Результати регресійного аналізу зв'язку між показниками рентабельності задіяного капіталу та відносного ентропійного коефіцієнту (за поквартальними даними «Бізнес-структури №1» за період 2019–2025 рр.)

Джерело: розраховано автором в середовищі MS Excel

Таблиця М-1.1
**Нормалізовані значення індикаторів для розрахунку внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №2»
за 2019-2025 р.р.**

Код	Назва індикатора	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021	Q2 2021	Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022
χ_2	Автоматизація бізнес-процесів	0,010	0,030	0,060	0,089	0,119	0,089	0,148	0,177	0,207	0,236	0,295	0,324	0,354	0,148
χ_5	Щільність інформ. обміну	0,001	0,027	0,054	0,080	0,106	0,054	0,132	0,185	0,211	0,264	0,316	0,369	0,395	0,054
χ_8	Ефективність упр. відходами	0,001	0,044	0,088	0,088	0,131	0,175	0,218	0,262	0,348	0,435	0,522	0,609	0,653	0,088
χ_{10}	Питома енергомісткість	0,846	0,885	0,923	0,769	0,731	0,808	0,885	0,769	0,885	0,962	1,000	0,923	0,885	0,593
χ_{13}	Коефіцієнт автономії	0,056	0,082	0,109	0,056	0,633	0,174	0,187	0,213	0,001	0,101	0,119	0,124	0,174	0,182
χ_{14}	Швидка ліквідність	0,259	0,178	0,098	0,017	0,339	0,388	0,452	0,565	0,046	0,152	0,140	0,165	0,549	0,484
χ_{15}	Рентабельність операційна	0,204	0,184	0,165	0,099	0,001	0,286	0,218	0,272	0,022	0,366	0,436	0,508	0,729	0,715
χ_{16}	Оборотність оборотних засобів	0,262	0,760	0,831	1,000	0,052	0,458	0,255	0,509	0,153	0,238	0,289	0,340	0,153	0,035

Код	Назва індикатора	Q3 2022	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023	Q1 2024	Q2 2024	Q3 2024	Q4 2024	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025
χ_2	Автоматизація бізнес-процесів	0,295	0,412	0,442	0,486	0,530	0,530	0,618	0,633	0,677	0,736	0,794	0,882	0,941	1,000
χ_5	Щільність інформ. обміну	0,264	0,474	0,527	0,579	0,606	0,658	0,711	0,737	0,763	0,816	0,869	0,895	0,947	1,000
χ_8	Ефективність упр. відходами	0,348	0,218	0,131	0,435	0,609	0,522	0,435	0,566	0,696	0,609	0,870	0,913	1,000	0,870
χ_{10}	Питома енергомісткість	0,885	0,232	0,155	0,347	0,539	0,308	0,385	0,155	0,001	0,347	0,462	0,539	0,462	0,116
χ_{13}	Коефіцієнт автономії	0,185	0,187	0,318	0,240	0,371	0,580	0,607	0,659	0,712	0,738	0,738	0,895	1,000	0,712
χ_{14}	Швидка ліквідність	0,420	0,404	0,662	0,742	0,839	1,000	0,098	0,065	0,049	0,001	0,082	0,468	0,517	0,855
χ_{15}	Рентабельність операційна	0,286	0,429	0,743	0,757	0,929	1,000	0,529	0,657	0,715	0,743	0,501	0,486	0,443	0,472
χ_{16}	Оборотність оборотних засобів	0,187	0,035	0,069	0,120	0,221	0,255	0,136	0,221	0,103	0,001	0,187	0,458	0,323	0,170

Джерело: систематизовано автором

Таблиця М-2.1

Показники внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №2» за 2019-2025 р.р.

Показник	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021	Q2 2021	Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022
$EC(t)$	0,003	0,029	0,057	0,084	0,112	0,069	0,140	0,181	0,209	0,250	0,305	0,346	0,374	0,089
$CR(t)$	0,057	0,267	0,360	0,323	0,368	0,438	0,505	0,500	0,609	0,700	0,771	0,782	0,783	0,276
$FN(t)$	0,167	0,213	0,195	0,099	0,058	0,307	0,262	0,359	0,020	0,191	0,214	0,244	0,321	0,216
$H_t(R)$	0,576	0,788	0,816	0,823	0,752	0,829	0,886	0,932	0,607	0,848	0,862	0,887	0,925	0,918

Показник	Q3 2022	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023	Q1 2024	Q2 2024	Q3 2024	Q4 2024	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025
$EC(t)$	0,279	0,442	0,482	0,531	0,567	0,591	0,663	0,683	0,719	0,775	0,831	0,889	0,944	1,000
$CR(t)$	0,609	0,226	0,145	0,380	0,566	0,381	0,405	0,260	0,014	0,434	0,595	0,665	0,629	0,260
$FN(t)$	0,254	0,183	0,322	0,356	0,503	0,620	0,256	0,281	0,225	0,027	0,274	0,553	0,521	0,470
$H_t(R)$	0,923	0,931	0,908	0,985	0,999	0,981	0,934	0,903	0,561	0,678	0,921	0,982	0,971	0,870

Джерело: систематизовано автором

Додаток М-3

Таблиця М-3.1

**Показники зовнішньої ентропії «Бізнес-структури №2»
за 2019-2025 р.р.**

	d_0	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	$H_t(D)$
2019 Q1	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q2	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q3	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q4	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2020 Q1	1	0	1	1	1	0	1	0,838
2020 Q2	1	0	1	0	1	1	1	0,838
2020 Q3	1	0	0	0	0	0	1	0,426
2020 Q4	1	0	1	0	1	0	1	0,734
2021 Q1	1	0	0	0	1	0	0	0,426
2021 Q2	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q3	1	1	0	1	0	0	1	0,734
2021 Q4	1	1	1	1	0	0	1	0,838
2022 Q1	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2022 Q2	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2022 Q3	1	0	1	1	1	0	1	0,838
2022 Q4	1	1	1	0	1	0	1	0,838
2023 Q1	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2023 Q2	1	0	1	0	1	0	1	0,734
2023 Q3	1	0	1	0	1	1	1	0,838
2023 Q4	1	0	1	1	1	0	1	0,838
2024 Q1	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2024 Q2	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2024 Q3	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2024 Q4	1	1	1	1	1	1	1	1,000
2025 Q1	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2025 Q2	1	0	1	0	1	0	1	0,734
2025 Q3	1	1	1	1	1	0	1	0,926
2025 Q4	1	1	1	1	1	0	1	0,926

Джерело: систематизовано автором

Додаток М-4

Таблиця М-4.1

**Динаміка ентропійних показників оцінки діяльності
«Бізнес-структури №2» у 2019–2025 рр.**

t	$H_t(R)$	$H_t(D)$	α
2019 Q1	0,576	0,163	3,54
2019 Q2	0,788	0,163	4,84
2019 Q3	0,816	0,163	5,02
2019 Q4	0,823	0,163	5,06
2020 Q1	0,752	0,838	0,90
2020 Q2	0,829	0,838	0,99
2020 Q3	0,886	0,426	2,08
2020 Q4	0,932	0,734	1,27
2021 Q1	0,607	0,426	1,43
2021 Q2	0,848	0,163	5,21
2021 Q3	0,862	0,734	1,17
2021 Q4	0,887	0,838	1,06
2022 Q1	0,925	0,926	1,00
2022 Q2	0,918	0,926	0,99
2022 Q3	0,923	0,838	1,10
2022 Q4	0,931	0,838	1,11
2023 Q1	0,908	0,926	0,98
2023 Q2	0,985	0,734	1,34
2023 Q3	0,999	0,838	1,19
2023 Q4	0,981	0,838	1,17
2024 Q1	0,934	0,926	1,01
2024 Q2	0,903	0,926	0,98
2024 Q3	0,561	0,926	0,61
2024 Q4	0,678	1,000	0,68
2025 Q1	0,921	0,926	0,99
2025 Q2	0,982	0,734	1,34
2025 Q3	0,971	0,926	1,05
2025 Q4	0,870	0,926	0,94

Джерело: розраховано автором

Додаток М-5

Таблиця М-5.1

**Нормалізовані значення ентропійного коефіцієнта та рентабельності
задіяного капіталу «Бізнес-структури №2» у 2019–2025 рр.**

t	α_N	$ROCE_N$
2019 Q1	0,6370	0,4641
2019 Q2	0,9196	0,4036
2019 Q3	0,9587	0,3737
2019 Q4	0,9674	0,1644
2020 Q1	0,0630	0,0673
2020 Q2	0,0826	0,6442
2020 Q3	0,3196	0,4111
2020 Q4	0,1435	0,4559
2021 Q1	0,1783	0,0000
2021 Q2	1,0000	0,4036
2021 Q3	0,1217	0,9268
2021 Q4	0,0978	0,8662
2022 Q1	0,0848	0,6457
2022 Q2	0,0826	0,8371
2022 Q3	0,1065	0,4335
2022 Q4	0,1087	0,5157
2023 Q1	0,0804	0,9641
2023 Q2	0,1587	1,0000
2023 Q3	0,1261	0,9768
2023 Q4	0,1217	0,8879
2024 Q1	0,0870	0,6420
2024 Q2	0,0804	0,9043
2024 Q3	0,0000	0,7810
2024 Q4	0,0152	0,5979
2025 Q1	0,0826	0,6652
2025 Q2	0,1587	0,8595
2025 Q3	0,0957	0,6353
2025 Q4	0,0717	0,6652

Джерело: розраховано автором

Regression Statistics								
Multiple R	0,4662852							
R Square	0,2174219							
Adjusted R	0,1873227							
Standard E	0,2867045							
Observations	28							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	0,59376945	0,59376945	7,223521	0,01238209			
Residual	26	2,13718569	0,08219945					
Total	27	2,73095514						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	0,5806322	0,13503027	4,30001501	0,000213	0,30307349	0,85819089	0,303073495	0,858190888
X Variable	-0,5413948	0,20143717	-2,6876609	0,0123821	-0,95545482	-0,12733477	-0,955454818	-0,12733477

Рис. М-5.1. Результати регресійного аналізу зв'язку між показниками рентабельності задіяного капіталу та відносного ентропійного коефіцієнту (за поквартальними даними «Бізнес-структури №2» за період 2019–2025 рр.)

Джерело: розраховано автором в середовищі MS Excel

Таблиця Н-1.1
**Нормалізовані значення індикаторів для розрахунку внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №3»
за 2019-2025 р.р.**

Код	Назва індикатора	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021	Q2 2021	Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022
x_2	Автоматизація бізнес-процесів	0,123	0,126	0,149	0,137	0,115	0,080	0,126	0,160	0,183	0,239	0,273	0,251	0,046	0,001
x_5	Щільність інформ. обміну	0,080	0,102	0,124	0,113	0,102	0,080	0,124	0,158	0,169	0,225	0,259	0,237	0,035	0,001
x_8	Ефективність упр. відходами	0,895	0,737	0,658	0,842	0,921	1,000	0,790	0,947	0,974	0,816	0,711	0,869	0,395	0,132
x_{10}	Питома енергомісткість	0,137	0,251	0,319	0,160	0,092	0,001	0,183	0,046	0,024	0,160	0,228	0,115	0,410	0,637
x_{13}	Коефіцієнт автономії	0,895	0,947	0,974	0,842	0,790	0,579	0,711	0,763	0,816	0,921	1,000	0,869	0,185	0,001
x_{14}	Швидка ліквідність	0,660	0,820	0,940	0,600	0,540	0,401	0,700	0,620	0,580	0,860	1,000	0,680	0,141	0,001
x_{15}	Рентабельність операційна	0,625	0,857	0,964	0,536	0,447	0,322	0,750	0,572	0,501	0,893	1,000	0,608	0,090	0,001
x_{16}	Оборотність оборотних засобів	0,518	0,862	0,966	0,449	0,363	0,483	0,742	0,501	0,414	0,897	1,000	0,535	0,001	0,104

Код	Назва індикатора	Q3 2022	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023	Q1 2024	Q2 2024	Q3 2024	Q4 2024	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025
x_2	Автоматизація бізнес-процесів	0,183	0,262	0,376	0,455	0,546	0,603	0,659	0,705	0,750	0,773	0,818	0,886	0,943	1,000
x_5	Щільність інформ. обміну	0,169	0,248	0,349	0,439	0,529	0,585	0,641	0,686	0,731	0,764	0,798	0,865	0,921	1,000
x_8	Ефективність упр. відходами	0,316	0,054	0,211	0,527	0,422	0,579	0,553	0,211	0,001	0,316	0,395	0,579	0,474	0,632
x_{10}	Питома енергомісткість	0,591	0,932	0,818	0,410	0,501	0,364	0,410	0,773	1,000	0,637	0,546	0,364	0,478	0,319
x_{13}	Коефіцієнт автономії	0,264	0,159	0,264	0,474	0,527	0,422	0,369	0,316	0,211	0,185	0,264	0,448	0,527	0,369
x_{14}	Швидка ліквідність	0,461	0,261	0,341	0,620	0,740	0,421	0,381	0,540	0,660	0,301	0,341	0,660	0,800	0,461
x_{15}	Рентабельність операційна	0,393	0,144	0,215	0,625	0,715	0,322	0,269	0,501	0,572	0,179	0,251	0,643	0,786	0,286
x_{16}	Оборотність оборотних засобів	0,432	0,173	0,225	0,656	0,759	0,311	0,259	0,569	0,673	0,190	0,242	0,690	0,828	0,294

Джерело: систематизовано автором

Таблиця Н-2.1
Нормалізовані значення індикаторів для розрахунку внутрішньої ентропії «Бізнес-структури №3»
за 2019-2025 р.р.

Показник	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021	Q2 2021	Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022
$EC(t)$	0,099	0,113	0,136	0,125	0,108	0,080	0,125	0,159	0,176	0,232	0,266	0,244	0,040	0,001
$CR(t)$	0,350	0,430	0,458	0,367	0,291	0,032	0,380	0,210	0,152	0,361	0,403	0,315	0,402	0,290
$FN(t)$	0,661	0,871	0,961	0,591	0,513	0,436	0,725	0,607	0,560	0,892	1,000	0,662	0,039	0,003
$H_t(R)$	0,808	0,785	0,792	0,861	0,856	0,571	0,825	0,839	0,832	0,856	0,858	0,913	0,511	0,075

Показник	Q3 2022	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023	Q1 2024	Q2 2024	Q3 2024	Q4 2024	Q1 2025	Q2 2025	Q3 2025	Q4 2025
$EC(t)$	0,176	0,255	0,362	0,447	0,537	0,594	0,650	0,695	0,740	0,769	0,808	0,876	0,932	1,000
$CR(t)$	0,433	0,223	0,416	0,465	0,459	0,459	0,476	0,404	0,032	0,449	0,465	0,459	0,476	0,449
$FN(t)$	0,379	0,179	0,257	0,589	0,678	0,365	0,315	0,470	0,481	0,209	0,272	0,602	0,724	0,346
$H_t(R)$	0,943	0,991	0,983	0,993	0,988	0,982	0,962	0,975	0,702	0,890	0,916	0,968	0,968	0,901

Джерело: систематизовано автором

Додаток Н-3

Таблиця Н-3.1

**Показники зовнішньої ентропії «Бізнес-структури №3»
за 2019-2025 р.р.**

	d_0	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	$H_t(D)$
2019 Q1	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q2	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q3	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2019 Q4	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2020 Q1	1	0	0	1	0	1	1	0,734
2020 Q2	1	0	1	1	1	1	1	0,926
2020 Q3	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2020 Q4	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q1	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q2	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q3	1	0	0	0	0	0	0	0,163
2021 Q4	1	0	0	1	0	0	0	0,426
2022 Q1	1	0	1	1	1	1	1	0,926
2022 Q2	1	0	1	1	1	1	1	0,926
2022 Q3	1	0	1	1	1	0	1	0,838
2022 Q4	1	1	1	0	1	0	1	0,838
2023 Q1	1	1	1	0	1	0	1	0,838
2023 Q2	1	0	0	0	1	0	1	0,602
2023 Q3	1	0	0	0	1	0	1	0,602
2023 Q4	1	0	0	0	1	0	1	0,602
2024 Q1	1	0	0	0	1	1	1	0,734
2024 Q2	1	1	1	1	1	1	1	1,000
2024 Q3	1	1	1	0	1	1	1	0,926
2024 Q4	1	0	0	0	1	1	1	0,734
2025 Q1	1	0	0	0	1	0	1	0,602
2025 Q2	1	0	0	0	1	0	1	0,602
2025 Q3	1	0	0	0	1	0	1	0,602
2025 Q4	1	0	0	0	1	0	1	0,602

Джерело: систематизовано автором

Додаток Н-4

Таблиця Н-4.1

**Динаміка ентропійних показників оцінки діяльності
«Бізнес-структури №3» у 2019–2025 рр.**

t	$H_t(R)$	$H_t(D)$	α
2019 Q1	0,808	0,163	4,97
2019 Q2	0,785	0,163	4,83
2019 Q3	0,792	0,163	4,87
2019 Q4	0,861	0,163	5,30
2020 Q1	0,856	0,734	1,17
2020 Q2	0,571	0,926	0,62
2020 Q3	0,825	0,163	5,07
2020 Q4	0,839	0,163	5,16
2021 Q1	0,832	0,163	5,11
2021 Q2	0,856	0,163	5,26
2021 Q3	0,858	0,163	5,28
2021 Q4	0,913	0,426	2,14
2022 Q1	0,511	0,926	0,55
2022 Q2	0,075	0,926	0,08
2022 Q3	0,943	0,838	1,13
2022 Q4	0,991	0,838	1,18
2023 Q1	0,983	0,838	1,17
2023 Q2	0,993	0,602	1,65
2023 Q3	0,988	0,602	1,64
2023 Q4	0,982	0,602	1,63
2024 Q1	0,962	0,734	1,31
2024 Q2	0,975	1,000	0,97
2024 Q3	0,702	0,926	0,76
2024 Q4	0,890	0,734	1,21
2025 Q1	0,916	0,602	1,52
2025 Q2	0,968	0,602	1,61
2025 Q3	0,968	0,602	1,61
2025 Q4	0,901	0,602	1,50

Джерело: розраховано автором

Додаток Н-5

Таблиця Н-5.1

Нормалізовані значення ентропійного коефіцієнта та десозонованої рентабельності задіяного капіталу «Бізнес-структури №3» у 2019–2025 рр.

t	α_N	$ROCE_N^*$
2019 Q1	0,9368	0,9505
2019 Q2	0,9100	0,9766
2019 Q3	0,9176	0,9831
2019 Q4	1,0000	1,0000
2020 Q1	0,2088	0,7813
2020 Q2	0,1034	0,6510
2020 Q3	0,9559	0,9635
2020 Q4	0,9732	0,9701
2021 Q1	0,9636	0,9661
2021 Q2	0,9923	0,9831
2021 Q3	0,9962	0,9896
2021 Q4	0,3946	0,8203
2022 Q1	0,0900	0,3516
2022 Q2	0,0000	0,0000
2022 Q3	0,2011	0,6901
2022 Q4	0,2107	0,7031
2023 Q1	0,2088	0,7096
2023 Q2	0,3008	0,7878
2023 Q3	0,2165	0,7161
2023 Q4	0,2759	0,7617
2024 Q1	0,2931	0,7747
2024 Q2	0,2931	0,7786
2024 Q3	0,2720	0,7552
2024 Q4	0,9368	0,9505
2025 Q1	0,9100	0,9766
2025 Q2	0,9176	0,9831
2025 Q3	1,0000	1,0000
2025 Q4	0,2088	0,7813

Джерело: розраховано автором

Regression Statistics									
Multiple R	0,78397606								
R Square	0,61461846								
Adjusted R Square	0,59979609								
Standard Error	0,22792407								
Observations	28								
ANOVA									
	df	SS	MS	F	Significance F				
Regression	1	2,15411268	2,15411268	41,4656076	8,0037E-07				
Residual	26	1,35068393	0,05194938						
Total	27	3,50479661							
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%	
Intercept	-0,56991704	0,16546088	-3,44442154	0,00195289	-0,910026755	-0,22981	-0,91003	-0,22981	
X Variable	1,32983437	0,20651592	6,43937944	8,0037E-07	0,905334818	1,75433	0,90533	1,75433	

Рис. Н-5.1. Результати регресійного аналізу зв'язку між скоригованим показником рентабельності задіяного капіталу та відносним ентропійним коефіцієнтом (за поквартальними даними «Бізнес-структури №3» за період 2019–2025 рр.)

Джерело: розраховано автором в середовищі MS Excel

СПИСОК НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ДУЛЄПОВА СЕРГІЯ СЕРГІЙОВИЧА

В яких опубліковані основні результати дисертації:

1. Laguta Y., Burko I., Hromyak S., Dulieпов S., Goncharenko M. Sustainable Finance Tools as Drivers of Business Adaptation and Development. *African Journal of Applied Research*. 2026. Vol. 12, No.4. P. 62-84. DOI: [10.26437/sc2eip55](https://doi.org/10.26437/sc2eip55) (Scopus, Q4).

Laguta Y.: концептуалізація дослідження, формулювання його мети та дослідницької проблематики; обґрунтування теоретико-методичних засад дослідження впливу інструментів сталого фінансування на адаптивність і розвиток бізнесу в умовах кліматичного переходу; визначення ключових напрямів дослідження ESG-орієнтованого фінансування.

Burko I.: формування та систематизація масиву вторинних даних щодо динаміки обсягів емісії сталих облігацій; структуризація інформаційної бази дослідження за основними видами сталих фінансових інструментів; підготовка даних до кількісної обробки та подальшого статистичного аналізу.

Hromyak S.: методичне забезпечення та проведення описового статистичного аналізу; оцінювання динаміки обсягів випуску сталих облігацій у 2022-2025 рр.; виявлення та систематизація основних тенденцій функціонування окремих сегментів ринку сталого фінансування.

Dulieпов S.: здійснення економіко-статистичного аналізу взаємозв'язків між окремими видами сталих облігацій на основі коефіцієнта кореляції Пірсона; інтерпретація результатів щодо впливу інструментів сталого фінансування на адаптацію та розвиток бізнес-структур.

Goncharenko M.: інтерпретація результатів емпіричного дослідження; узагальнення встановлених закономірностей взаємодії між сегментами ринку сталих облігацій; формулювання висновків щодо характеру їх взаємозалежності та ступеня самостійності динаміки окремих сегментів.

2. Гринько Т.В., Дулєпов С.С. Підприємницьке середовище: сутність, особливості та сучасний стан. *Актуальні проблеми економіки*. 2025. №1(283). С. 175-188. DOI: [10.32752/1993-6788-2025-1-283-175-188](https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-283-175-188). (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація та критичне узагальнення наукових підходів до трактування сутності підприємницького середовища; обґрунтування п'ятирівневої структури підприємницького середовища; формування теоретичних положень щодо впливу інституційних умов на розвиток підприємництва.

Дулєпов С.С.: формулювання авторського тлумачення поняття «підприємницьке середовище»; аналіз основних показників стану підприємницького середовища України; визначення ключових проблем та деструктивних чинників функціонування підприємницького середовища в умовах російської агресії; обґрунтування пріоритетних напрямів удосконалення інституційно-регуляторних умов розвитку підприємництва.

3. Гринько Т.В., Дулєпов С.С. Теоретичні основи формування алгоритму розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2025. №77. DOI:10.32782/2524-0072/2025-77-62. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація класичних підходів та сучасних концепцій розвитку бізнесу; обґрунтування ключових чинників впливу на функціонування та розвиток бізнес-структур, зокрема геополітичних ризиків, економічної турбулентності, цифровізації, кадрових трансформацій та глобальної конкуренції; узагальнення українських та зарубіжних практик забезпечення стійкості й конкурентоспроможності бізнесу.

Дулєпов С.С.: розробка концептуальних засад формування механізму розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища; інтеграція положень концепцій динамічних цифрових спроможностей, антикрихкості та цифрової трансформації у систему управління розвитком бізнес-структур; визначення взаємозв'язку адаптивності, інноваційності, цифровізації та антикрихкості як ключових детермінант підвищення конкурентоспроможності бізнесу; розробка концептуальної моделі розвитку бізнес-структур; обґрунтування ролі інноваційних інструментів управління як каталізаторів формування стійких і конкурентоспроможних бізнес-структур.

4. Гринько Т.В., Дулєпов С.С. Закон необхідної різноманітності як

фундамент адаптивності сучасних бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2026. №83. DOI:10.32782/2524-0072/2026-83-36. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація наукових підходів до забезпечення організаційної гнучкості та здатності бізнес-структур до адаптації; обґрунтування доцільності застосування закону необхідної різноманітності В.Р. Ешбі для дослідження механізмів реагування підприємств на критичні зміни; узагальнення теоретичних положень щодо обмежень традиційних ієрархічних моделей управління.

Дулепов С.С.: розробка концептуального підходу до забезпечення життєздатності та адаптивності підприємств на основі закону необхідної різноманітності В.Р. Ешбі; обґрунтування обмеженості традиційних ієрархічних моделей управління з позиції їх здатності забезпечувати необхідний рівень різноманітності управлінських реакцій; удосконалення підходу до проєктування організаційної архітектури підприємства на засадах децентралізації управлінських рішень та інтеграції інтелектуальних систем підтримки управління; обґрунтовано взаємозв'язку між дотриманням принципу необхідної різноманітності та мінімізацією інформаційної ентропії в системі управління; розробка практичних рекомендацій щодо реструктуризації бізнес-процесів та підвищення конкурентоспроможності підприємств в умовах цифрової економіки.

5. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Формалізація та моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на засадах нелінійної динаміки. *Економіка та суспільство*. 2026. №86. DOI:10.32782/2524-0072/2026-86-8. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: узагальнення теоретичних положень закону необхідної різноманітності В.Ешбі та сучасних підходів до моделювання стійкості складних організаційних систем; обґрунтування необхідності урахування динамічних характеристик управлінських механізмів при дослідженні здатності бізнес-структур до підтримання гомеостазу; інтерпретація отриманих результатів з позицій забезпечення стійкості та керованості бізнес-структур.

Дулепов С.С.: розробка науково-методичного підходу до моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на основі синтезу закону необхідної

різноманітності В. Ешбі та апарату нелінійної дискретної динаміки; формалізація процесів розвитку бізнес-структури шляхом переходу від неперервних моделей до дискретного рекурентного рівняння; математичне обґрунтування впливу управлінського лагу на траєкторію гомеостазу системи; розробка концепції «інженерії різноманітності»; аналіз стійкості запропонованого дискретного відображення та визначення фундаментальних порогів втрати керованості системи; обґрунтування залежності динамічної стійкості бізнес-структури від швидкості активації доступних управлінських механізмів.

6. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Модельна формалізація групової динаміки бізнес-структур в контурах адаптивного управління. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №4(298). С. 615-625. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-298-615-625. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: обґрунтування актуальності дослідження динаміки бізнес-структур в умовах перманентної турбулентності та інтенсифікації екзогенних впливів; теоретичне узагальнення положень щодо функціонування бізнес-структур в умовах BANI-середовища, ресурсної нестабільності, безпекових шоків і цифрової трансформації; визначення практичної спрямованості результатів дослідження щодо підвищення адаптивності та ефективності стратегічного управління бізнес-структурами.

Дулепов С.С.: розробка моделі формалізації групової динаміки бізнес-структур у контурах адаптивного управління та стратегічного адміністрування; формування математичного апарату дослідження на основі нелінійних рівнянь Лотки-Вольтерри, фазового аналізу та положень системної кібернетики; розробка підходу до формалізації коефіцієнтів міжгрупового тиску на основі закону Вебера-Фехнера; обґрунтування інтегрального показника розвитку бізнес-екосистем; аналіз локальної стійкості стаціонарних точок розробленої моделі; ідентифікація та класифікація сценаріїв втрати стабільності системи; інтерпретація результатів моделювання з позицій забезпечення адаптивності та керованості бізнес-структур.

7. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Методологія оцінювання показника

ендогенного потенціалу розвитку бізнес-структур. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №5(299). С. 449-459. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-299-449-459. (Категорія Б).

Гринько Т.В.: систематизація сучасних підходів до оцінювання внутрішніх чинників розвитку та резильєнтності бізнес-структур; обґрунтування необхідності зміщення акцентів стратегічного управління від реагування на екзогенні впливи до активізації внутрішніх механізмів самоорганізації та розвитку; визначення ролі ендogenous потенціалу у забезпеченні довгострокової стійкості мікроекономічних систем; інтерпретація результатів дослідження з позицій їх практичного використання у стратегічному та оперативному менеджменті.

Дулепов С.С.: обґрунтування модернізованого економетричного підходу до квантифікації ендogenous потенціалу розвитку бізнес-структур в умовах цифрової трансформації та «зеленого» переходу; формування тривимірного дескриптивного простору оцінювання, що інтегрує субіндекси екосистемної компліментарності, циркулярної стійкості та фінансово-операційного гомеостазу; розробка експрес-методики оцінювання ендogenous потенціалу; обґрунтування механізму формування динамічних ентропійних ваг субіндексів; формалізація механізму сигналізації щодо необхідності мобілізації внутрішніх ресурсів бізнес-структури.

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Управління змінами: стратегії розвитку для бізнес-структур у динамічному підприємницькому середовищі. *Економіка і менеджмент 2024: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку*: зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 4–5 квіт. 2024 р.). Дніпро : Біла К. О., 2024. Т.2. С. 33-37. URL: https://www.confcontact.com/2024-ekonomika-i-menedzhment/2_grynko_dulieпов.pdf. (дистанційна участь).

Гринько Т. В.: обґрунтування теоретичних засад управління змінами в умовах динамічного підприємницького середовища; систематизація основних викликів та чинників, що зумовлюють необхідність адаптації бізнес-структур;

визначення ролі стратегічного планування та маркетингових інновацій у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств.

Дулепов С.С.: критичний аналіз механізмів управління змінами в бізнес-структурах; обґрунтування застосування стратегічного планування, інноваційних та адаптаційних інструментів; визначення основних методів реалізації змін, зокрема проєктний менеджмент, комунікаційні стратегії, залучення стейкхолдерів, моніторинг та оцінювання результативності; розробка практичних рекомендацій щодо підвищення гнучкості, адаптивності та конкурентоспроможності бізнес-структур..

9. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Формування стратегії підприємства в умовах соціально-економічної нестабільності. *Економіка і менеджмент 2025: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку* : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 3–4 квіт. 2025 р.) Дніпро : Біла К. О, 2025. Т. 2. С. 18–20. URL: https://www.confcontact.com/2025-ekonomika-i-menedzhment/3_gryngo_dulepov.pdf. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: систематизація причин виникнення криз та підходів до управління в умовах нестабільності; узагальнення основних стратегій реагування підприємств на екзогенні негативні фактори.

Дулепов С.С.: порівняльний аналіз стратегій антикризового реагування; обґрунтування переваг проактивної стратегії та визначення основних інструментів її реалізації; аналіз динаміки Індексу інвестиційної привабливості України; формулювання висновків щодо посилення проактивного управління в умовах нестабільності.

10. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Розвиток бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища: концептуальні засади та практичні орієнтири. In *International Scientific and Practical Conference "Science, Education, Economy, Technology and Society: Challenges and Prospects for Interdisciplinary Development"*: Conference Proceedings (Austin, USA, August 30, 2025). Austin, USA: Golden Quill Publishing, 2025. P. 37-40. URL: <https://www.economics.in.ua/2025/08/30.html>. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: систематизація сучасних концепції динамічних

спроможностей, антикрихкості та адаптивного управління; визначення основних виклики мінливого підприємницького середовища.

Дулепов С.С.: розробка концептуальної моделі розвитку бізнес-структур в умовах турбулентного середовища; обґрунтування інтеграції принципів адаптивності, інноваційності, антикрихкості та цифровізації; визначення інструментів й механізмів реалізації моделі розвитку бізнес-структур, зокрема цифрових платформ, agile, бізнес-екосистем, стратегічного планування, інноваційного менеджменту та управління ризиками.

11. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Еволюція бізнес-структур: механізм забезпечення стійкості в контексті принципу необхідної різноманітності. In *International Scientific and Practical Conference "Current Issues, Problems, and Prospects for the Development of Science, Education, Technology, and Society"*: Conference Proceedings (Boston, USA, February 10, 2026). Boston, USA: Golden Quill Publishing, 2026. P. 51-54. URL: <https://www.economics.in.ua/2026/02/10.html>. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: визначення актуальності дослідження управління підприємствами в умовах BANI-середовища; аналіз основних викликів сучасного бізнесу; обґрунтування необхідності адаптації традиційних управлінських підходів до умов зростання нестабільності, складності й невизначеності.

Дулепов С.С.: розвиток теоретико-методичних засад застосування закону необхідної різноманітності В. Ешбі в управлінні сучасними бізнес-структурами; обґрунтування ролі цифрових технологій, штучного інтелекту, Big Data, цифрових двійників і предиктивної аналітики у підвищенні адаптивності та життєздатності підприємств.

12. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Кібернетичні принципи адаптивного управління бізнес-системами. *Економіка і менеджмент 2026: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку*: зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 23–24 квіт). Дніпро : Видавець Біла К. О., 2026. Т.1. С. 39-42. URL: <https://confcontact.com/2026-ekonomika-i-menedzhment/Zbirnyk-konferentsiyi-2026-Tom-1.pdf>. (дистанційна участь).

Гринько Т.В.: розробка теоретичних засад адаптивного управління бізнес-системами на основі кібернетичного підходу та закону необхідної різноманітності.

Дулєпов С.С.: обґрунтування ролі адаптивного управління, штучного інтелекту, Big Data та цифрових технологій у розширенні управлінських реакцій і підвищенні адаптивності бізнес-систем; визначення необхідності балансу між управлінською різноманітністю та інформаційною складністю організації..

Які додатково відображають результати дисертації:

13. Гринько Т.В., Дулєпов С.С. Особливості сучасної трансформації бізнес-структур: економіко-технологічний та соціотехнічний аспекти. *Управління розвитком бізнес-структур у сучасній економіці: підприємницький та управлінський виміри* : колект. монографія / за заг. ред. д.е.н., проф. Т. Гринько. Дніпро : Біла К. О., 2026. С. 17–32. URL: https://confcontact.com/2026-kolektyvna-monographiia/kolektyvna_monohrafiia_2026.pdf.

Гринько Т.В.: поглиблення теоретико-методичних засад дослідження трансформації бізнес-структур в умовах цифровізації та інтелектуалізації економіки; обґрунтування концепції штучного інтелекту як стратегічного економічного ресурсу; визначення економіко-технологічних й соціотехнічних аспектів адаптації бізнес-структур до мінливого середовища.

Дулєпов С.С.: розробка алгоритму адаптації бізнес-структур на основі інтелектуальних систем, концептуалізація ШІ як ендогенного ресурсу, обґрунтування застосування когнітивного менеджменту, цифрових двійників і предиктивного моделювання для підвищення організаційної резильєнтності; визначення напрямів впливу ШІ на ланцюги створення вартості, корпоративну культуру та формування моделі «інтелектуального підприємства».

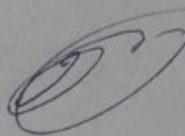
14. Гринько Т.В., Дулєпов С.С. Багатоцільова оптимізація рішень щодо аутсорсингу на віртуальному підприємстві. *Challenges and Issues of Modern Science*. 2024. №3. С. 274–278. URL: <https://cims.fti.dp.ua/j/article/view/231>

Гринько Т.В.: поглиблення теоретичних засад функціонування віртуальних підприємств; визначення ролі аутсорсингу в забезпеченні

ефективності використання ресурсного потенціалу та адаптації бізнес-структур до умов цифрової трансформації й мінливого економічного середовища;

Дулєпов С.С.: розробка математичної моделі багатоцільової оптимізації аутсорсингу на віртуальному підприємстві; формалізація критеріїв оцінювання ефективності розподілу завдань за показниками вартості та якості виконання робіт; удосконалення концептуального підходу до багатоцільової оптимізації управлінських рішень; формування механізму інтегральної оцінки альтернативних варіантів аутсорсингу.

Здобувач



Дулєпов С.С.

Вчений секретар



Ходанен Т.В.

ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Міжнародна науково-практична конференція «Економіка і менеджмент 2024: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку» (4–5 квітня 2024 р., м. Дніпро, форма участі – дистанційна).

2. Міжнародна науково-практична конференція «Економіка і менеджмент 2025: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку» (3–4 квітня 2025 р., м. Дніпро, форма участі – дистанційна).

3. International Scientific and Practical Conference “Science, Education, Economy, Technology and Society: Challenges and Prospects for Interdisciplinary Development”: Conference Proceedings (Austin, USA, August 30, 2025, форма участі – дистанційна).

4. International Scientific and Practical Conference «Current Issues, Problems, and Prospects for the Development of Science, Education, Technology, and Society»: Conference Proceedings (Boston, USA, February 10, 2026, форма участі – дистанційна).

5. Міжнародна науково-практична конференція «Економіка і менеджмент 2026: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку» : (м. Дніпро, 23–24 квітня, форма участі – дистанційна).

ДОВІДКИ ТА АКТИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ



Вих. №275-26/1
від 27.05.2026

ДОВІДКА про впровадження результатів дисертаційного дослідження Дулепова Сергія Сергійовича

Даною довідкою підтверджуємо, що результати наукових досліджень Дулепова С.С. на тему «Формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища» були впроваджені в діяльність ТОВ «АЛЬФА-ФІНАНС». Зокрема, у практичну діяльність підприємства впроваджено алгоритм управління розвитком бізнес-структур, який інтегрує інструменти експрес-діагностики та предиктивного моніторингу в єдиний інформаційно-управлінський контур підприємства.

У практичній діяльності підприємства використання запропонованого алгоритму дозволило удосконалити процедури оперативного оцінювання стану підприємства, моніторингу ключових показників його діяльності та виявлення ранніх ознак внутрішньої дестабілізації. Зокрема, результати експрес-діагностики використовуються для своєчасного визначення проблемних зон та обґрунтування управлінських рішень, а елементи предиктивного моніторингу - для оцінювання можливих змін траєкторії розвитку підприємства та формування випереджальних заходів реагування.

За результатами впровадження розробленого Дулеповим С.С. алгоритму управління розвитком бізнес-структур засвідчуємо підвищення оперативності інформаційно-аналітичного забезпечення управління, обґрунтованості управлінських рішень, адаптивності підприємства до змін зовнішнього середовища та своєчасності реагування на потенційні ризики.

Генеральний директор
Кузнєцов Вячеслав Геннадійович



ТОВ «Альфа-Фінанс»
ЄДРПОУ: 31016932
Адреса: Україна, 49000, м. Дніпро, вул. Барикадна, б. 4Г
Тел/Факс: +38 056 7551047
E-mail: info@alphafin.com.ua
IBAN: UA 51 320478 0000026004924943694
Банк: АБ «УКРГАЗБАНК»
SWIFT: UGASUAUK

Alpha-Finance Ltd
Company reg Nr: 31016932
Address: Barykadna str., 4G, Dnipro city, Ukraine, PC 49000
Tel/Fax: +38 056 7551047
E-mail: info@alphafin.com.ua
IBAN: UA 51 320478 0000026004924943694
Bank: JSB UKRGASBANK
SWIFT: UGASUAUK

ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ
АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД»
(АТ «ДАЗ»)

вул. Щепкіна, 53, м Дніпро, 49011, Україна,
тел. (056) 370-28-05 (прийм.), (0562) 31-25-11 (довідк.),
факс. (0562) 31-25-03
E-mail: dazoved@gmail.com, mail@aodaz.com.ua
http: www.aodaz.com.ua
ПІН 143116104023, ЄДРПОУ 14311614
Р/р UA453348510000000002600585805
в АТ «ПУМБ», МФО 334851



PRIVATE JOINT STOCK COMPANY
«DNIPROPETROVSK
AGGREGATE PLANT»
 («DAP» JSC)

53 Schepkina Str., Dnipro 49011, Ukraine
Tel.: +38 (056) 370 28 05
Fax: +38 (0562) 31-25-03
E-mail: dazoved@gmail.com, mail@aodaz.com.ua
http: www.aodaz.com.ua

12.08.2026 № 19-08

ДОВІДКА

*про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Дулепова С.С.*

ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД» засвідчує, що окремі результати дисертаційного дослідження Дулепова С.С., зокрема розроблений процедурний інструментарій прийняття управлінських рішень у бізнес-структурах, використано у практичній діяльності підприємства. Практичну цінність для підприємства становить запропонований автором алгоритм, який поєднує процедури моніторингу стану бізнес-структури, моделювання її стійкості та оптимізації управлінських рішень. Зазначений інструментарій дозволяє забезпечити послідовний взаємозв'язок між виявленням змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі підприємства, оцінюванням їх потенційного впливу, прогнозуванням можливих наслідків і формуванням відповідних управлінських заходів.

Використання запропонованих процедур у діяльності ПРИВАТНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ АГРЕГАТНИЙ ЗАВОД» сприяло удосконаленню інформаційно-аналітичного забезпечення управління розвитком підприємства. Зокрема, інструментарій застосовується під час оцінювання поточного стану підприємства, визначення рівня його стійкості, аналізу можливих варіантів розвитку та підготовки управлінських рішень щодо реагування на зміни ринкового середовища. Особливо важливим результатом практичного застосування є можливість здійснення випереджального реагування на потенційні зміни та ризики.

Застосування розробленого Дулеповим С.С. інструментарію дозволило підвищити оперативність прийняття управлінських рішень, якість оцінювання ризиків та обґрунтованість вибору заходів щодо підтримання стійкості й розвитку підприємства в умовах мінливого середовища.

Голова правління



В.Г. Наумов



ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ»
КОД 41228981
02121 м. Київ, Харківське шосе.
201-203 корпус 1А літера Ю

Вих. № 623 від 17.06.2026р.

Довідка про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Даною довідкою підтверджуємо впровадження в практичну діяльність ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ» окремих результатів дисертаційного дослідження Дулепова С.С. на тему «Формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища», зокрема науково-методичних положень щодо обґрунтування стратегічних пріоритетів, визначення сценарних умов і формування механізмів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища.

Розроблені положення були враховані при удосконаленні підходів до визначення стратегічних орієнтирів розвитку ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ». У межах практичного використання результатів дослідження запропоновані підходи застосовано для обґрунтування пріоритетних напрямів розвитку, оцінювання можливих сценаріїв функціонування та визначення доцільності коригування окремих внутрішніх бізнес-процесів і напрямів взаємодії з діловими партнерами та контрагентами.

Особливо важливим для ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ» є орієнтація на своєчасне виявлення змін, які можуть свідчити про виникнення потенційних дисбалансів у діяльності підприємства. На основі аналізу відповідної інформації забезпечується можливість завчасного перегляду окремих управлінських параметрів, уточнення стратегічних пріоритетів і коригування механізмів взаємодії з урахуванням очікуваних умов розвитку.

Результати дисертаційного дослідження Дулепова С.С. в подальшому також будуть використовуватися ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ» у процесі формування стратегічних орієнтирів, оцінювання перспективних напрямів розвитку та удосконалення механізмів адаптації підприємства до змін зовнішнього та внутрішнього середовища.

Директор ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ» ДЕРЕН Наталія



ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ»
02121, Україна, м. Київ, Харківське шосе, 201-203
тел.: +380 44 338 55 65, www.7cgroup.com

LLC «SEVEN CI»
201-203 Kharkiv highway, Kyiv, 02121, Ukraine
tel.: +380 44 338 55 65, www.7cgroup.com

ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «БІОЛА»
вул. Берегова, 135, м. Дніпро, 49021



тел./факс: +38 (056) 789 94 05
info.mail@biola.ua

№ 566/1 від 06.08. 2026 р.

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Видана Дулепову С.С. у тому, що результати його дисертаційного дослідження на тему «Формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища» впроваджено у практичну діяльність ТОВ ТД «БІОЛА».

Практичну цінність для діяльності ТОВ ТД «БІОЛА» становить запропонована Дулеповим С.С. методика, яка передбачає комплексне врахування впливу основних груп факторів зовнішнього середовища, зокрема воєнно-безпекових, макроекономічних, логістичних, кадрових, регуляторних та зовнішньоекономічних факторів.

Застосування розробленого підходу на ТОВ ТД «БІОЛА» дозволяє здійснювати кількісне вимірювання рівня турбулентності зовнішнього середовища, визначати ступінь шокowego навантаження на бізнес-структуру, виявляти найбільш значущі джерела зовнішніх ризиків та оцінювати їх потенційний вплив на процеси функціонування і розвитку підприємства.

Використання результатів дослідження сприяє підвищенню обґрунтованості управлінських рішень в умовах мінливого та високовизначеного середовища, зокрема при оцінюванні зовнішніх загроз, визначенні пріоритетних напрямів адаптації бізнес-структури, формуванні заходів щодо зниження негативного впливу шоків факторів та виборі напрямів подальшого розвитку.

Результати дисертаційного дослідження Дулепова С.С. впроваджено та використовуються у діяльності ТОВ ТД «БІОЛА» при здійсненні оцінювання впливу зовнішнього середовища на функціонування та розвиток бізнес-структури, а також при підготовці управлінських рішень щодо її адаптації до мінливих умов господарювання.

Керівник установи / підприємства



(підпис)

М.П.

» серпень 2026 р.

(ПІБ)



ПРАТ «ЕРЛАН», вул. Берегова, 135
м. Дніпро, 49021, Україна

тел./факс: +38 (056) 789 94 01
info.mail@biola.ua



www.biola.ua

Вих. № 368 від 04.08.2026 р.

ДОВІДКА про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Даною довідкою підтверджується, що результати дисертаційного дослідження Дулепова С.С. на тему «Формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища» використано у діяльності ПРАТ «ЕРЛАН» при формуванні та реалізації заходів, спрямованих на забезпечення стійкого розвитку та адаптації бізнес-структури до мінливих умов функціонування.

Особливе практичне значення для ПРАТ «ЕРЛАН» мають результати дослідження щодо обґрунтування стратегічних пріоритетів, сценарних умов та практичних механізмів розвитку бізнес-структур, орієнтованих на нівелювання організаційно-економічних ризиків та забезпечення стратегічної життєздатності суб'єктів господарювання.

У практичній діяльності ПРАТ «ЕРЛАН» використано сформований автором комплекс напрямів підвищення адаптаційного потенціалу бізнес-структури, який передбачає застосування превентивного антиентропійного управління, перебудову операційних контурів відповідно до зміни зовнішніх умов, використання інструментів сталого фінансування, цифровізацію процесів управління на основі створення цифрових двійників стійкості, а також гармонізацію механізмів адаптації у межах бізнес-екосистем.

Засвідчуємо, що практичне використання розроблених рекомендацій дозволило підвищити обґрунтованість стратегічних рішень, посилити організаційну та фінансову стійкість, розвитку адаптаційні можливості підприємства та знизити негативний вплив організаційно-економічних ризиків.

Керівник установи / підприємства

[Handwritten signature]

(підпис)

[Handwritten signature: Куценко М.М.]

(ГПБ)



» _____ 2026 р.



УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

49045, м. Дніпро, пр. Науки, 72, телефон (056)374-98-01, (056)374-98-22
 факс (056)374-98-41, 374-98-42, E-mail: cdep@dnua.dp.ua

«26» 08 2026 р.

№ 87-904-161

А К Т

впровадження результатів дисертаційної роботи
Дуленова Сергія Сергійовича
 на тему «Формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур
 в умовах мінливого середовища»
 в освітній процес Дніпровського національного університету
 імені Олеса Гончара

«Моделювання соціально-економічних процесів та систем у контексті сталого розвитку»
 (номер державної реєстрації 0122U001402); «Моделювання соціально-економічних
 процесів та систем в контексті забезпечення економічної безпеки» (номер державної
 реєстрації №0125U002083)

1. Стисла характеристика результатів дослідження.

В результаті проведеного дослідження розроблено алгоритм управління розвитком бізнес-структури в умовах мінливого середовища. Розроблено та обґрунтовано математичний інструментарій моделювання траєкторій розвитку бізнес-структур та предиктивної ідентифікації біфуркаційних порогів втрати їхньої стійкості під впливом екстремальних екзогенних шоків. Обґрунтовано стратегічні пріоритети, сценарні умови та практичні механізми розвитку бізнес-структур для нівелювання організаційно-економічних ризиків і забезпечення їхньої стратегічної життєздатності в умовах мінливого середовища. Сформовано комплекс практичних напрямів підвищення адаптаційного потенціалу, що охоплює впровадження превентивного антиентропійного управління, перебудову операційних контурів, залучення сталого фінансування, цифровізацію через створення цифрових двійників стійкості та гармонізацію механізмів адаптації в межах екосистем.

2. Використання в освітньому процесі.

Основні науково-методичні результати дослідження впроваджено в освітній процес факультету економіки Дніпровського національного університету імені Олеса Гончара МОН України під час викладання навчальних дисциплін: «Моделювання економіки» – для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, «Імітаційний аналіз соціально-економічних систем та процесів» – для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

3. Відомості про розроблені права інтелектуальної власності.

За результатами дослідження опубліковано 7 наукових статей, із яких 1 – у фаховому науковому виданні, що індексується у міжнародних наукометричній базі Scopus, 6 – у фахових наукових виданнях категорії «Б»:

1. Laguta Y., Burko I., Hromyak S., Dulieпов S., Goncharenko M. Sustainable Finance Tools as Drivers of Business Adaptation and Development. *African Journal of Applied Research*, 2026. Vol. 12, No.4. P. 62-84. DOI:10.26437/sc2ejr55 (*Scopus, Q4*).

2. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Підприємницьке середовище: сутність, особливості та сучасний стан. *Актуальні проблеми економіки*. 2025. №1(283). С. 175-188. DOI: 10.32752/1993-6788-2025-1-283-175-188. (*Категорія Б*).

3. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Теоретичні основи формування алгоритму розвитку бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2025. №77. DOI:10.32782/2524-0072/2025-77-62. (*Категорія Б*).

4. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Закон необхідної різноманітності як фундамент адаптивності сучасних бізнес-структур в умовах мінливого підприємницького середовища. *Економіка та суспільство*. 2026. №83. DOI:10.32782/2524-0072/2026-83-36. (*Категорія Б*).

5. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Формалізація та моделювання динамічної стійкості бізнес-структур на засадах нелінійної динаміки. *Економіка та суспільство*. 2026. №86. DOI:10.32782/2524-0072/2026-86-8. (*Категорія Б*).

6. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Модельна формалізація групової динаміки бізнес-структур в контурах адаптивного управління. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №4(298). С. 615-625. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-298-615-625. (*Категорія Б*).

7. Гринько Т.В., Дулепов С.С. Методологія оцінювання показника ендегенного потенціалу розвитку бізнес-структур. *Актуальні проблеми економіки*. 2026. №5(299). С. 449-459. DOI: 10.32752/1993-6788-2026-1-299-449-459. (*Категорія Б*).

4. Пропозиції ради, кафедри:

Вважати, що результати дисертаційної роботи Дулепова Сергія Сергійовича на тему «Формування та моделювання процесів розвитку бізнес-структур в умовах мінливого середовища» впроваджено в освітній процес Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

Проректор з
наукової роботи



Олег МАРЕНКОВ