

ЕНТРОПІЯ ЯК ЧИННИК НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЕКОНОМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РЕЗИЛЬЄНТНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ

©2025 БОБРИНЦЕВ П. В.

УДК 330.131.7:658.5:005.52
JEL: E32; L25; O21; O44

Бобринцев П. В. Ентропія як чинник нестабільності економічного середовища та її вплив на резильєнтність підприємств

Статтю присвячено систематизації теоретичних основ дослідження ентропії як визначального фактора нестабільності економічного середовища та її впливу на резильєнтність промислових підприємств як соціально-економічних систем в аспекті їх стратегічного розвитку. Дослідження ентропії як чинника оцінки нестабільності економічного середовища набуває практичного значення не лише в теоретичному осмисленні, але й у практичному застосуванні для підвищення адаптивності, конкурентоспроможності, стійкості, резильєнтності промислових підприємств. Це створює передумови для формування нової парадигми економічного мислення, де складність і невизначеність стають не перешкодою, а конструктивною змінною в процесі управління розвитком промислових підприємств. Проведено комплексне теоретичне обґрунтування впливу ентропійних характеристик на адаптивні властивості підприємств, їхню здатність до ефективного стратегічного планування, прийняття управлінських рішень та підтримання стабільності внутрішніх процесів. Особливу увагу приділено формалізації впливу ентропії на ключові параметри розвитку підприємства, зокрема на ефективність інформаційних потоків, рівень керованості, організаційну цілісність і гнучкість реагування. Доведено, що оцінка впливу зростання ентропії на резильєнтність підприємства показала, що за умов підвищення зовнішньої невизначеності рівень резильєнтності знижується, однак ефективна управлінська динаміка, виражена через адаптивні стратегії та індекс управління, здатна компенсувати негативний ефект, зменшуючи темпи деградації управлінської спроможності. Для побудови системи ефективного управління стратегічно необхідним є розроблення аналітичної моделі, яка відображає взаємозв'язок між ентропійними показниками та економічною результативністю діяльності підприємства, що визначає прикладні напрями використання ентропійних підходів у системах стратегічного моніторингу, прогнозування ризиків і підвищення економічної стійкості промислових структур в умовах нестабільності та динамічності економічного середовища.

Ключові слова: ентропія, резильєнтність, нестабільність, економічне середовище, промислове підприємство, стратегічне управління.

Формул: 2. **Бібл.:** 14.

Бобринцев Павло Вадимович – аспірант кафедри економіки та бізнес-адміністрування, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: bobryntsev@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0101-0111>

UDC 330.131.7:658.5:005.52
JEL: E32; L25; O21; O44

Bobryntsev P. V. Entropy as a Factor of Economic Environment Instability and Its Impact on the Resilience of Enterprises

The article focuses on systematizing the theoretical foundations for studying entropy as a determining factor of economic environment instability and its impact on the resilience of industrial enterprises as socioeconomic systems in the context of their strategic development. Research into entropy as a factor for assessing economic environment instability gains practical significance not only in theoretical understanding but also in its application to enhance adaptability, competitiveness, stability, and resilience of industrial enterprises. This lays the groundwork for forming a new paradigm of economic thinking, where complexity and uncertainty are not obstacles, but constructive variables in the process of managing the development of industrial enterprises. A comprehensive theoretical substantiation has been carried out regarding the influence of entropy characteristics on the adaptive properties of enterprises, their capacity for efficient strategic planning, managerial decision-making, and maintenance of internal process stability. Special attention has been given to formalizing the impact of entropy on key enterprise development parameters, particularly on the efficiency of information flows, controllability, organizational cohesion, and flexible responsiveness. It has been demonstrated that the assessment of the impact of increasing entropy on enterprise resilience shows that, under conditions of heightened external uncertainty, the level of resilience decreases; however, efficient managerial dynamics, expressed through adaptive strategies and the managerial index, can offset the negative effect, slowing the degradation rate of managerial capability. For building an efficient management system, it is strategically essential to develop an analytical model that reflects the relationship between entropy indicators and the economic performance of an enterprise, which determines the practical directions for applying entropy-based approaches in systems of strategic monitoring, risk forecasting, and enhancing the economic resilience of industrial structures under conditions of instability and dynamic economic environments.

Keywords: entropy, resilience, instability, economic environment, industrial enterprise, strategic management.

Formulae: 2. **Bibl.:** 14.

Bobryntsev Pavlo V. – Postgraduate Student of the Department of Economics and Business Administration, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

E-mail: bobryntsev@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0101-0111>

У сучасних умовах глобальної економічної турбулентності, зростання геополітичної напруги, нестабільності фінансових ринків, енергетичних криз та активної цифрової трансформації підвищується значущість нових науково обґрунтованих підходів до діагностики, прогнозування, адаптації підприємств до змін зовнішнього середовища, досягнення та збереження оптимального рівня резильєнтності. Особливої гостроти набуває проблема розробки інструментів, які б дозволяли не лише виявляти ознаки дестабілізації, але й кількісно оцінювати рівень невизначеності, що є критичним для прийняття ефективних управлінських рішень.

Актуальність проблеми зумовлена необхідністю розробки нових аналітичних моделей, здатних враховувати не лише кількісні показники, а й рівень інформаційної невизначеності та ризиків, які супроводжують функціонування промислових підприємств в умовах постійних змін. Традиційні підходи до аналізу нестабільності економічного середовища часто не враховують динаміку дезорганізаційних процесів, що ускладнює формування ефективних стратегій розвитку інноваційної діяльності та цифрового середовища.

Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є дослідження ентропії як міри невизначеності, хаосу та інформаційної дезорганізації, запозиченої з термодинаміки та теорії інформації, – для аналізу економічних систем. Ентропія в означеному контексті розглядається як кількісна характеристика рівня безпорядку в економічному середовищі, що відображає деструкцію системних зв'язків, втрату передбачуваності та ускладнення процесів прийняття рішень на підприємстві.

Промислові підприємства, як ключові суб'єкти реального сектора економіки, діють у складному конкурентному середовищі під впливом численних макроекономічних, політичних, технологічних та екологічних чинників. Вони особливо вразливі до наслідків нестабільності економічного середовища, оскільки їх життєздатність прямо залежить від здатності зберігати функціональну цілісність, адаптуватися до нових умов і забезпечувати ефективне стратегічне управління навіть за високого рівня ентропії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, присвячених визначенню та обчисленню ентропійних показників складних об'єктів, підтверджує актуальність означеної проблематики. У роботі [1] вирішується проблема комплексного підходу до вивчення та впровадження методів розрахунку ентропійних показників, які враховували б ентропію в системах управління економічними процесами як ключового фактора впливу на управління, оскільки відображає рівень хаосу та невизначеності.

Рівень ентропії безпосередньо впливає на стабільність і адаптивність управлінських стратегій, що дозволяє підприємствам краще реагувати на зовнішні виклики та внутрішні ризики. Застосування математичних моделей, зокрема формул Шеннона, дає змогу кількісно оцінити рівень ентропії та виявити потенційні ризики, що виникають в економічних системах. У роботі [2] були запропоновані вдосконалені алгоритми для типових моделей обчислення ентропії, проте покращення часу обчислення досягнуто не було. У роботі [3] запропоновано нові підходи до визначення ентропії на основі стохастичного моделювання, однак недоліком зазначено врахування лише середніх значень ентропійних показників. У роботі [4] запропоновано вимірювати ентропію декількома методами з подальшим порівнянням отриманих результатів, проте недоліком є складність обчислень ентропійних індексів та їх усереднення.

Методи обчислення конфігураційної ентропії у складних структурах додатково розглядаються в роботі [5], однак не всі рівні ентропії враховуються. Чисельне моделювання ентропії розглянуто в роботі [6], проте моделюються лише загальні значення ентропії. У роботі [7] запропоновано програмне забезпечення для кодування та декодування ентропії, що ускладнює ідентифікацію ентропійних показників. У роботах [8; 9] досліджується ентропія в часі в складних нелінійних системах, а недоліком є складна залежність ентропійних показників від часу. У роботах [10; 11] продемонстровано застосування ентропійних методів для дослідження екологічних систем, при цьому зазначаються значні труднощі в обчисленні ентропійних показників залежно від показників екологічної системи.

У роботах [12–14] аналізується ентропія як обмежувальний параметр для розвитку соціально-економічних систем, а також підкреслюється, що зростання ентропії обмежує адаптивність систем, знижує ефективність управлінських рішень та потребує переосмислення стратегічних підходів до управління, враховуючи ентропійні ризики як системні.

Таким чином, критичний аналіз праць вчених [1–14] показує, що існує низка серйозних проблем з обчисленням ентропійних показників у складних системах, якими в дослідженні виступають промислові підприємства. Це обумовлює розроблення комплексного підходу до вивчення та впровадження моделей, які б враховували ентропію як чинник визначення нестабільності економічного середовища та її вплив на розвиток промислових підприємств.

В умовах зростаючої нестабільності соціально-економічного середовища роль ентропії як інте-

грального показника невизначеності та складності економічних процесів стає дедалі вагомішою. Проте, попри наявність окремих досліджень [1–14], низка критично важливих аспектів залишається недостатньо вивченою або лише фрагментарно розкритою. Зважаючи на це, доцільно окреслити ключові теоретико-методичні аспекти, які обумовлюють необхідність подальшого дослідження в контексті впливу ентропії на нестабільність економічного середовища та розвиток промислових підприємств, а саме:

- ✦ поглиблення глобалізації, інтеграційних процесів, зростання залежності між секторами економіки формує високо динамічне, нелінійне середовище;
- ✦ недостатньо проаналізовано, яким чином внутрішньовиробнича ентропія реагує на зовнішню фінансову нестабільність;
- ✦ потребує вдосконалення методологія врахування ентропійних ризиків у процесах управління підприємствами як соціально-економічними системами;
- ✦ потребує поглиблення формування ефективних моделей адаптації підприємств до високої варіативності цифрових рішень в умовах ентропійного зростання;
- ✦ відсутня інтегрована методика, яка б дозволяла комплексно враховувати інформаційну та економічну ентропію в процесах стратегічного управління розвитком підприємств як соціально-економічних систем.

Отже, проблема впливу ентропії на розвиток промислових підприємств у контексті нестабільності економічного середовища вимагає розробки міждисциплінарного підходу, який включає системний аналіз, інформаційно-математичне моделювання та адаптивне управління ризиками в умовах ентропійної невизначеності.

Метою статті є систематизація теоретичних основ дослідження ентропії як визначального фактора нестабільності економічного середовища та її впливу на резильєнтність промислових підприємств як соціально-економічних систем в аспекті їх стратегічного розвитку.

Сучасні підприємства функціонують у середовищі, яке характеризується високим ступенем зовнішньої турбулентності, чутливістю до коливань цін на паливо, валютного курсу, регуляторного навантаження. Це зумовлює необхідність дослідження впливу ентропії зовнішнього середовища на резильєнтність підприємства. Попри негативний вплив зовнішньої турбулентності та ентропії, підприємство може ефективно підтримувати або навіть підвищувати резильєнтність через

вчасні та інтенсивні управлінські дії (цифровізація, оптимізація структури, гнучкість персоналу тощо). Резильєнтність – це не просто виживання підприємства під час кризи, а його спроможність гнучко реагувати, зберігати ключові функції, швидко адаптуватися та використовувати зміни як можливість.

У контексті дослідження взаємозв'язок між ентропією економічного середовища та резильєнтністю підприємства визначається через їх протилежну функціональну природу.

Ентропія відображає ступінь невизначеності, хаотичності та нестабільності зовнішнього середовища, тоді як *резильєнтність* характеризує здатність підприємства адаптуватися, зберігати ключові функції та перетворювати зміни на джерело розвитку.

Таким чином, зростання ентропії створює загрозу зниження рівня резильєнтності, а ефективні управлінські дії виступають компенсаторним механізмом, що зменшує негативний вплив невизначеності на стратегічну стійкість підприємства.

Економічна ентропія виступає кількісним індикатором невизначеності, дезорганізації, зростання складності інформаційного простору та порушення керованості в умовах динамічної турбулентності, тому поглиблення дослідження означеної предметної площини доцільно зосередити на ключових напрямках, а саме:

- ✦ систематизація теоретичних засади ентропійного аналізу в економіці;
- ✦ вивчення ентропії як індикатора нестабільності економічного середовища;
- ✦ дослідження впливу економічної ентропії на розвиток промислових підприємств.

Теоретичні засади ентропійного аналізу в економіці. У загальному вигляді ентропія (H) у класичних системах визначається як міра неупорядкованості. В економічному контексті ентропія інтерпретується як рівень невизначеності щодо стану системи, що відображає ступінь деструкції економічних зв'язків, інформаційних потоків та управлінських впливів.

У класичному розумінні ентропія (позначається як H) – це фундаментальне поняття термодинаміки, що виражає міру неупорядкованості або хаосу в фізичних системах. Із розвитком наук про складні системи та інформаційну теорію поняття ентропії було адаптовано до багатьох інших сфер, зокрема до теорії інформації, кібернетики, системного аналізу, синергетики, а згодом і до економіки. У сучасному економічному контексті ентропія трактується як кількісна міра невизначеності, інформаційної розпорошеності, деструкції внутрішніх зв'язків і дезорганізації у функціонуванні економічних сис-

тем. Вона виявляється в порушенні механізмів передбачуваності, порушенні функціонального балансу, розмитості стратегічних орієнтирів та зниженні ефективності управлінських впливів.

Сутність ентропійного підходу полягає в інтеграції кількісного та якісного аналізу складності економічного середовища через призму інформаційних втрат, дисбалансів у розподілі ресурсів, фрагментації ринкових сигналів, а також унеможливлення точного прогнозування розвитку подій. При цьому особливу роль відіграє інформаційна ентропія, запропонована К. Шенноном, яка відображає середню кількість інформації, необхідну для усунення невизначеності в системі (1):

$$H_{inf} = -\sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2(p_i), \quad (1)$$

де H_{inf} – інформаційна ентропія (міра невизначеності сигналу);

p_i – ймовірність настання i -го стану;

n – кількість можливих станів;

\log_2 – логарифм за основою 2, що вимірює ентропію в бітах.

На відміну від класичних лінійних моделей, які виходять із припущення про стабільність, ентропійні підходи дозволяють враховувати динаміку, нелінійність, множинність сценаріїв і збурення, що особливо актуально в умовах цифровізації, інноваційних трансформацій і глобальної нестабільності.

З позицій синергетики та теорії складних адаптивних систем економіка розглядається як відкрита, самоорганізована система, що схильна до флуктуацій, біфуркацій та ентропійного зростання. При цьому ентропія є не лише індикатором розпаду структури, а й тригером для можливого переходу до нового порядку (нової економічної моделі, стратегії чи інноваційної парадигми).

Таким чином, економічна ентропія може бути використана як: індикатор системної нестабільності; інструмент аналізу ризиків і невизначеності; параметр оцінки рівня організованості підприємств і ринків; орієнтир для антикризового управління та стратегічного планування.

У випадку промислових підприємств, які функціонують у складному міжгалузевому середовищі, на перетині ринкових, регуляторних і технологічних систем, використання ентропійного аналізу дозволяє виявити слабкі ланки, визначити потенційні точки дестабілізації, а також сформулювати сценарні моделі розвитку з урахуванням рівня ентропії.

Водночас зростає значення інформаційної грамотності, цифрової культури та здатності до обробки складних, часто неповних або суперечливих даних. Саме ці фактори стають основою для

зниження ентропії у внутрішньому середовищі підприємства та забезпечення його резильєнтності в довгостроковій перспективі.

Економічна ентропія визначається сукупністю індикаторів вимірювання нестабільності економічного середовища, а саме:

1. *Хаотичність поведінки суб'єктів ринку* – в періоди економічної нестабільності поведінка учасників ринку часто втрачає передбачуваність і стратегічну узгодженість. Суб'єкти починають приймати рішення під впливом неповної, застарілої або суперечливої інформації, що призводить до імпульсивних або нераціональних економічних дій. Такий стан характеризується зростанням волатильності, коливанням попиту та пропозиції, нестабільністю цін, непослідовністю інвестиційних і виробничих рішень. У цьому контексті ентропія фіксує відхилення від системної логіки функціонування ринку.

2. *Порушення логіки економічних зв'язків* – за умов високої ентропії порушується узгодженість між основними елементами економічної системи, зокрема між виробництвом, споживанням, логістикою, фінансуванням і регуляторною політикою. Таке порушення спричиняє збої в ланцюгах постачання, зменшення ефективності міжгалузевих і внутрішньогалузевих кооперацій, втрату синергії між структурними підрозділами підприємства. У результаті система втрачає функціональну єдність і демонструє симптоми дезінтеграції.

3. *Зростання інформаційної невизначеності* – за умов ентропійного навантаження інформаційне поле економічної системи заповнюється шумами, неповною або спотвореною інформацією. Це ускладнює процес прийняття управлінських рішень, погіршує якість стратегічного прогнозування та обґрунтування ризиків. Втрачається чітке розуміння економічних пріоритетів, оцінка ефективності управлінських дій стає неточною. З погляду інформаційної теорії ентропія в такому випадку виконує функцію індикатора ступеня розсіювання або деструкції інформації в системі.

4. *Зниження керованості соціально-економічною системою* – під впливом ентропійних процесів зменшується ефективність управління підприємствами та економічними об'єктами в цілому. Це проявляється у зростанні трансакційних витрат, послабленні мотивації персоналу, розбалансуванні організаційних структур. У підсумку знижується здатність до стратегічного реагування, адаптації та саморегуляції системи в умовах кризи чи невизначеності.

5. *Формування умов для ризиків і кризових явищ* – високий рівень економічної ентропії створює передумови для виникнення фінансових

дисбалансів, технологічних збоїв, банкрутств підприємств, дестабілізації ринків, що знижує інституційну та економічну стійкість системи, провокує накопичення невирішених проблем, які можуть призвести до системних криз.

6. *Розрив між потенційними можливостями та фактичною реалізацією* – за умов ентропії потенціал промислового підприємства (ресурсний, інноваційний, кадровий, технологічний) не реалізується повною мірою через втрату керованості, стратегічної орієнтації або через брак узгодженої взаємодії структур, що формує «інформаційно-управлінський вакуум», який посилює неефективність.

7. *Деструкція інституційних механізмів* – проявляється в порушенні стабільного функціонування основних інститутів, які забезпечують передбачуваність і нормативність економічної поведінки. Йдеться не лише про державні регуляторні органи, а й про ринкові, соціальні та правові інституції, що забезпечують стабільність ділового середовища. Підвищена ентропія свідчить про те, що інститути втрачають здатність формувати ефективні правила гри, забезпечувати правозастосування та гарантувати виконання зобов'язань. Це призводить до зниження довіри між економічними агентами, зростання трансакційних витрат, домінування неформальних практик (тіньова економіка, корупція), що загалом знижує ефективність функціонування економічної системи. У такому середовищі порушується зворотний зв'язок між економічною політикою та результатами її впровадження, ускладнюється прогнозування та планування на всіх рівнях управління. Висока ентропія інституційної системи також обмежує привабливість економіки для інвесторів, особливо в умовах глобальної конкуренції, оскільки втрачається стабільність прав власності, контрактних відносин і загальних гарантій безпеки господарської діяльності.

8. *Інформаційна неузгодженість між рівнями управління* – проявляється в порушенні цілісності, узгодженості та своєчасності передавання інформації між різними ієрархічними рівнями управління економічною системою: від стратегічного до операційного. Зростання ентропії в цьому аспекті вказує на те, що управлінські сигнали спотворюються, втрачають актуальність або не доходять до виконавців у прийнятній формі. Це може бути зумовлено фрагментацією інформаційних систем, відсутністю єдиного інформаційного простору, несумісністю цифрових платформ, політичною або структурною дезинтеграцією управлінських органів. У результаті – управлінські рішення стають несвоечасними, недостатньо обґрунтованими або конфліктними, що знижує ефективність реалізації економічної політики, збільшує ризики прийняття

хибних рішень і посилює загальну нестабільність. У промислових підприємствах це може проявлятися в невідповідності між стратегічними цілями та поточними діями, відсутністю зворотного зв'язку, дублюванні функцій або хаотичному розподілі відповідальності, що значно ускладнює досягнення цільових показників ефективності.

9. *Втрата стабільності стратегічних орієнтирів* – полягає в розмитості або змінності довгострокових цілей економічного розвитку, що викликає дезорієнтацію економічних агентів, інвесторів, управлінських структур. У системі з високим рівнем ентропії стратегічні орієнтири втрачають послідовність, наступність і логічну структурованість. Це може бути наслідком частих змін політичного курсу, нестабільності нормативно-правового середовища, відсутності узгодженого бачення майбутнього економіки з боку держави та бізнесу. Втрата стратегічної стабільності призводить до зростання трансакційних витрат, зниження інвестиційної привабливості, відтермінування інноваційних рішень, а також до невизначеності у виробничих і логістичних ланцюгах. Для промислових підприємств це означає неможливість довгострокового планування, втрату конкурентоспроможності на зовнішніх ринках і посилення внутрішніх кризових явищ.

Ентропія як індикатор нестабільності економічного середовища. Нестабільність економіки проявляється в коливанні цін, інфляційних очікуваннях, диспропорціях на ринку праці, дефіциті інвестиційних ресурсів тощо, що є проявами ентропії в економічній системі.

Ентропія в економіці є не лише теоретичною категорією, а й практичним індикатором, що дозволяє кількісно та якісно оцінити рівень нестабільності економічного середовища. Нестабільність економіки зазвичай проявляється у вигляді структурних збоїв і коливань ключових макро- та мікроекономічних параметрів. До таких проявів належать: різкі цінові коливання (цінова турбулентність); зростання інфляційних очікувань; структурні диспропорції на ринку праці (безробіття за наявності незадоволеного попиту на спеціалістів); дефіцит інвестиційних ресурсів та обмеженість кредитування; нестабільність національної валюти та коливання валютного курсу; низький рівень довіри до інституцій; збої в логістичних і постачальницьких ланцюгах; нерівномірність економічного зростання в секторальному та регіональному розрізах.

Усе це можна інтерпретувати як прояви економічної ентропії, тобто зростання невизначеності, порушення впорядкованості в економічній системі. Ентропія виступає як інтегральний показник

ступеня деструкції економічної системи внаслідок внутрішніх і зовнішніх шоків.

Перевага ентропійного підходу полягає в його здатності виявляти не лише зовнішні прояви нестабільності, але й приховані тенденції дестабілізації, які ще не набули відкритої форми. Ентропія є чутливим маркером порушення балансу в економічному середовищі, що робить її ефективним інструментом для ранньої діагностики кризових явищ. Для формалізації ентропії економічного середовища може бути використано аналогію з інформаційною ентропією за К. Шенноном, де ентропія (H_{inf}) визначається як міра невизначеності інформаційного сигналу. В економічному контексті це може бути інтерпретовано як ступінь невизначеності в поведінці економічних підприємств (2):

$$H_{ek} = -\sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2(p_i), \quad (2)$$

де H_{ek} – ентропія економічного середовища (міра невизначеності);

p_i – ймовірність настання економічного стану i (стабільність, зростання, стагнація, рецесія, криза тощо);

n – кількість можливих економічних сценаріїв або станів системи.

У разі економічної нестабільності система втрачає структурну організованість і переходить у стан підвищеної ентропії. Цей процес супроводжується: зростанням числа непередбачуваних ситуацій: порушенням інституційних механізмів координації; руйнуванням сталих моделей взаємодії між економічними агентами; накопиченням інформаційного шуму та неузгодженості даних; різким зниженням ефективності управління на всіх рівнях – від макроекономіки до мікрорівня підприємства. Чим більша кількість рівно ймовірних сценаріїв розвитку подій, тим вищий рівень ентропії, тобто невизначеності.

У стабільній економічній системі, де один сценарій домінує з високою ймовірністю, рівень ентропії є низьким. Навпаки, за умов кризи, коли важко передбачити, в якому напрямку буде розвиватися ситуація, ентропія значно зростає. Практичне значення ентропійного підходу полягає в тому, що він дає змогу: кількісно оцінити рівень нестабільності за допомогою статистичних або експертних оцінок імовірностей сценаріїв; виявити приховані джерела економічної турбулентності; моніторити динаміку стабільності економіки в реальному часі; формувати ранні попередження про наближення кризових фаз циклу. У практичному аспекті промислових підприємствах ентропійний аналіз дозволяє оперативно виявляти внутрішні збої у функціонуванні систем управління, фінан-

сових потоках, взаємодії підрозділів, логістиці та стратегічному плануванні.

Ентропія стає не лише абстрактним економіко-філософським поняттям, а й конкретним інструментом діагностики та управління нестабільністю.

Промислове підприємство функціонує у взаємодії з численними суб'єктами ринку, органами регулювання та внутрішнім організаційним середовищем. У разі зростання ентропії: порушується передбачуваність зовнішніх умов; зменшується ефективність стратегічного планування; зростає потреба в адаптивних управлінських рішеннях; виникає потреба в системах моніторингу та антикризового реагування. Зокрема, за високого рівня ентропії знижується ефективність використання інформаційного потенціалу, ускладнюються прийняття рішень, зростають транзакційні витрати.

Промислові підприємства функціонують у складному багаторівневому економічному середовищі, що включає взаємодію з численними контрагентами, державними інституціями, споживачами, а також внутрішніми підсистемами управління. За умов зростання економічної ентропії ці зв'язки стають менш передбачуваними, а потоки інформації – більш фрагментованими та суперечливими. Це суттєво ускладнює як стратегічне планування, так і оперативне управління.

Одним із найсуттєвіших впливів є порушення передбачуваності зовнішнього середовища. Нестабільність нормативно-правової бази, несталість курсової політики, волатильність ринкових параметрів (ціни на ресурси, вартість логістики, попит на продукцію) формують інформаційне тло з високим рівнем ентропії. У таких умовах будь-яке довгострокове прогнозування набуває високого ступеня ризику, що обмежує інвестиційну активність і стримує реалізацію інноваційних програм.

Зменшення ефективності стратегічного планування є наступним наслідком високої економічної ентропії. У невизначеному середовищі стратегії розвитку змушені базуватися на сценарних підходах, що передбачають широкий спектр можливих подій, кожна з яких потребує окремих ресурсів та управлінських рішень. Це призводить до розпорошення зусиль і ускладнення механізмів координації діяльності.

Зростання потреби в адаптивних управлінських рішеннях стає критичним чинником виживання підприємства. У ситуації ентропійної нестабільності класичні ієрархічні моделі управління демонструють низьку ефективність, поступаючись децентралізованим, сітковим і гнучким підходам.

Управлінці змушені діяти в режимі постійного коригування рішень, що вимагає високої кваліфікації, швидкого доступу до достовірної інформації та наявності розвинутої інформаційної інфраструктури.

Виникнення необхідності в системах моніторингу та антикризового реагування також є прямим наслідком зростання ентропії. Для своєчасного виявлення критичних змін у середовищі функціонування підприємство має впроваджувати системи раннього попередження, цифрові платформи ситуаційного аналізу, цифрові двійники виробничих процесів тощо.

Це сприяє формуванню інформаційної стійкості підприємства – здатності підтримувати ефективну діяльність попри зовнішні шоки. Особливу увагу слід приділити впливу ентропії на інформаційний потенціал промислового підприємства. Високий рівень інформаційної ентропії призводить до: втрати цілісності інформаційних потоків; зниження швидкості обміну даними; фрагментації баз знань; зростання трансакційних витрат через перевірку, дублювання або недостовірність даних; ускладнення процедур прийняття рішень в умовах багатозначності та ризику. Це все, своєю чергою, знижує конкурентоспроможність підприємства, оскільки уповільнює його реакцію на зміни інформаційного середовища, підвищує операційні витрати та зменшує інноваційну активність.

ВИСНОВКИ

Ентропія є індикатором нестабільності економічного середовища, який може бути використаний у процесі стратегічного управління промисловими підприємствами. Її аналізування та вимірювання дає змогу формувати адаптивні моделі управління, забезпечувати гнучкість системи та підвищувати життєстійкість підприємства в умовах турбулентної економіки. Економічна ентропія виступає ключовим діагностичним індикатором рівня нестабільності економічного середовища та може бути використана як об'єктивна кількісна характеристика ступеня дезорганізації, невизначеності та складності функціонування промислових підприємств. Зростання ентропії асоціюється з послабленням керованості, втратою адаптивності та резильєнтності, фрагментацією інформаційних потоків та загрозами для організаційної цілісності.

Ентропія відображає рівень невизначеності та хаотичності в економічних процесах. У контексті функціонування промислових підприємств економічна ентропія сигналізує про ризики порушення системного порядку, зменшення ефективності управлінських рішень, ускладнення процесів стратегічного планування та підвищення витрат на

комунікацію та координацію. Високий рівень ентропії означає зростання деструктивних процесів, таких як дезінтеграція інституційних механізмів; порушення узгодженості між рівнями управління; втрата стратегічних орієнтирів та ослаблення здатності до адаптації.

Таким чином, економічна ентропія виступає як багатоаспектний деструктивний фактор, що вимагає розробки адаптивних управлінських моделей, цифрових рішень для зниження невизначеності та побудови гнучких стратегічних платформ розвитку. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Prokhorova V., Budanov M. Entropy as a Factor of Influence on Energy Security Management of Enterprises. *Technology Audit and Production Reserves*. 2024. No. 5/4. P. 6–12. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.314397>
2. Bhavsar R., Helian N., Sun Y. et al. Efficient Methods for Calculating Sample Entropy in Time Series Data Analysis. *Procedia Computer Science*. 2018. Vol. 145. P. 97–104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.11.016>
3. Ekberg V., Ryde U. On the Use of Interaction Entropy and Related Methods to Estimate Binding Entropies. *Journal of Chemical Theory and Computation*. 2021. Vol. 17. Iss. 8. P. 5379–5391. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jctc.1c00374>
4. Chen C., Sun S., Cao Z. et al. A comprehensive comparison and overview of R packages for calculating sample entropy. *Biology Methods and Protocols*. 2019. Vol. 4. Iss. 1. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/bp016>
5. Dippo O. F., Vecchio K. S. A universal configurational entropy metric for high-entropy materials. *Scripta Materialia*. 2021. Vol. 201. Art. 113974. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2021.113974>
6. Asenjo D., Paillusson F., Frenkel D. Numerical Calculation of Granular Entropy. *Physical Review Letters*. 2014. Vol. 112. Iss. 9. Art. 098002. DOI: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.112.098002>
7. Davies S. R., Macfarlane R., Buchanan W. J. Comparison of Entropy Calculation Methods for Ransomware Encrypted File Identification. *Entropy*. 2022. Vol. 24. Iss. 10. Art. 1503. DOI: <https://doi.org/10.3390/e24101503>
8. Heidari H., Velichko A., Murugappan M., Chowdhury M. E. H. Novel techniques for improving NNetEn entropy calculation for short and noisy time series. *Nonlinear Dynamics*. 2023. Vol. 111. Iss. 10. P. 9305–9326. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11071-023-08298-w>
9. Velichko A., Heidari H. A Method for Estimating the Entropy of Time Series Using Artificial Neural Networks. *Entropy*. 2021. Vol. 23. Iss. 11. Art. 1432. DOI: <https://doi.org/10.3390/e23111432>

10. Sherwin W. B., Prat i Fornells N. The Introduction of Entropy and Information Methods to Ecology by Ramon Margalef. *Entropy*. 2019. Vol. 21. Iss. 8. Art. 794. DOI: <https://doi.org/10.3390/e21080794>
11. Prokhorova V., Budanov M., Budanov P. Devising an integrated methodology for energy safety assessment at an industrial power-generating enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 4. No. 13. P. 118–131. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.308056>
12. Прохорова В. В., Мушнікова С. А., Юхман Я. В. Ентропія як параметричне обмеження умов розвитку соціально-економічних систем. *Трансформація економічного середовища в умовах ентропії*: колективна монографія / за заг. ред. В. В. Прохорової. Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2024. Розд. 2.4. С. 92–98.
13. Трансформація економічного середовища в умовах ентропії : кол. монограф. / за заг. ред. В. В. Прохорової. Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2024. 260 с.
14. Prokhorova V., Mushnykova S., Kovalenko D. et al. Convergence of educational technologies as an imperative for the development of innovation cooperation in the context of circular transformation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 4. No. 13. P. 26–35. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286183>

REFERENCES

- Asenjo D., Paillusson F. & Frenkel D. (2014). Numerical Calculation of Granular Entropy. *Physical Review Letters*, 9(112). <https://doi.org/10.1103/physrevlett.112.098002>
- Bhavsar R., Helian N. & Sun Y. (2018). Efficient Methods for Calculating Sample Entropy in Time Series Data Analysis. *Procedia Computer Science*, 145, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.11.016>
- Chen C., Sun S. & Cao Z. (2019). A comprehensive comparison and overview of R packages for calculating sample entropy. *Biology Methods and Protocols*, 1(4). <https://doi.org/10.1093/biomet/bp016>
- Davies S. R., Macfarlane R. & Buchanan W. J. (2022). Comparison of Entropy Calculation Methods for Ransomware Encrypted File Identification. *Entropy*, 10(24). <https://doi.org/10.3390/e24101503>
- Dippo O. F. & Vecchio K. S. (2021). A universal configurational entropy metric for high-entropy materials. *Scripta Materialia*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2021.113974>
- Ekberg V. & Ryde U. (2021). On the Use of Interaction Entropy and Related Methods to Estimate Binding Entropies. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 8(17), 5379–5391. <https://doi.org/10.1021/acs.jctc.1c00374>
- Heidari H., Velichko A., Murugappan M. & Chowdhury M. E. H. (2023). Novel techniques for improving NNetEn entropy calculation for short and noisy time series. *Nonlinear Dynamics*, 10(111), 9305–9326. <https://doi.org/10.1007/s11071-023-08298-w>
- Prokhorova V., Budanov M. & Budanov P. (2024). Devising an integrated methodology for energy safety assessment at an industrial power-generating enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 13(4), 118–131. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.308056>
- Prokhorova V., Mushnykova S. & Kovalenko D. (2023). Convergence of educational technologies as an imperative for the development of innovation cooperation in the context of circular transformation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 13(4), 26–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286183>
- Prokhorova V. & Budanov M. (2024). Entropy as a Factor of Influence on Energy Security Management of Enterprises. *Technology Audit and Production Reserves*, 5/4, 6–12. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.314397>
- Prokhorova V. V., Mushnykova S. A. & Yuxhman Ya. V. (2024). Entropiia yak parametrychne obmezhenia umov rozvytku sotsialno-ekonomichnykh system [Entropy as a Parametric Constraint of the Conditions of Socio-Economic Systems Development]. *Transformatsiia ekonomichnoho seredovyschcha v umovakh entropii: kolektyvna monohrafiia* [Transformation of the Economic Environment under Entropy: Collective Monograph] (p. 92–98). Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenka I. S.
- Transformatsiia ekonomichnoho seredovyschcha v umovakh entropii : col. monogr. [Transformation of the Economic Environment under Entropy]. Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenka I. S., 2024.
- Sherwin W. B. & Prat i Fornells N. (2019). The Introduction of Entropy and Information Methods to Ecology by Ramon Margalef. *Entropy*, 8(21). <https://doi.org/10.3390/e21080794>
- Velichko A. & Heidari H. (2021). A Method for Estimating the Entropy of Time Series Using Artificial Neural Networks. *Entropy*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/e23111432>

Науковий керівник – Бабічев А. В.,

кандидат наук з державного управління, доцент,
проректор ХНУ ім. В. Н. Каразіна (м. Харків)

Стаття надійшла до редакції / Received: 10.12.2025.

Статтю прийнято до публікації / Accepted: 24.12.2025