

Теплюк Марія Анатоліївна
кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри бізнес-економіки та підприємництва
КНЕУ імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна
e-mail: maria_6.11@kneu.edu.ua
ORCID: 0000-0001-6823-336X
+380679820848

ГЕНЕЗА ЕНТРОПІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ ТА СОЦІОЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИНАХ: ГЛОБАЛІЗАЦІЙНІ ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Mariia Tepliuik
PhD, associate professor,
associate professor of the department of business economics and entrepreneurship, KNEU
named after Vadym Hetman Kyiv, Ukraine
e-mail: maria_6.11@kneu.edu.ua
ORCID: 0000-0001-6823-336X

THE GENESIS OF ENTROPY IN THE CONDITIONS OF THE DIGITAL ECONOMY AND SOCIO-ECONOMIC RELATIONS: GLOBALIZATION CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Анотація. У статті досліджено генезу ентропії в умовах цифрової економіки та соціоекономічних відносин, що виникає на тлі надшвидкої цифровізації та прискореної глобалізації сучасних економічних систем. Автором проведено дослідження щодо визначення, як цифрові трансформації сприяють збільшенню невизначеності, створюючи нові виклики для традиційних моделей управління та соціальної взаємодії. В статті особливу увагу приділено аналізу наслідків підвищення рівня ентропії для соціальної нерівності, кібербезпеки, технологічної доступності та адаптації підприємств до нових умов ринку, що є вкрай важливим у сучасному інформаційному просторі. Акцент зроблено на тому, що зростання інформаційної та економічної ентропії є критичним фактором, який впливає на сталий розвиток, що може призвести до дестабілізації соціальних та економічних структур. Окремо досліджено вплив глобалізаційних процесів на ентропійні процеси в економіках країн, що розвиваються, де цифрова нерівність є фактором зростання ентропії. Також, проаналізовано роль державного регулювання у мінімізації негативних наслідків ентропії через впровадження політик цифрової інтеграції та підтримки сталого розвитку шляхом гармонізації всіх процесів. Розглядаються можливості для зменшення ентропії шляхом використання інноваційних технологій, таких як штучний інтелект, великі дані та автоматизація, які дозволяють оптимізувати управління ресурсами і знизити рівень невизначеності. У підсумку підкреслено, що генеза ентропії в цифровій економіці вимагає подальших досліджень, оскільки від цього залежить не лише економічна стійкість систем, але й соціальна гармонія та рівність у доступі до ресурсів. Стаття також містить рекомендації щодо подальших напрямів дослідження ентропії в умовах швидкої цифровізації та глобалізації, що спрямовані на розробку стратегій управління складністю та невизначеністю в сучасних соціоекономічних системах.

Ключові слова: ентропія, цифрова економіка, глобалізація, соціоекономічні системи, сталий розвиток, інноваційні технології, Індустрія 4.0

Abstract. The article traces the genesis of entropy in the minds of the digital economy and social economic developments, which stems from the rapid digitalization and accelerated globalization of current economic systems. The author has conducted research to highlight how digital transformations bring increased insignificance, creating new challenges for traditional models of management and social interaction. In the article, special attention is paid to the analysis of the legacy of the shift in the level of entropy for social unevenness, cybersecurity, technological accessibility and adaptation of enterprises to new minds in the market, which is We are important in the current information space. The emphasis is on the fact that the growing information and economic entropy is a critical factor that contributes to the ongoing development, which can lead to the destabilization of social and economic structures. The influx of globalization processes on entropy processes in the economies of the countries that are developing, where digital inequality is a factor in the growth of entropy, has been closely observed. Also, the role of government regulation in minimizing the negative legacies of entropy through promoting the policy of digital integration and supporting the development of harmonization of all processes has been analyzed. Opportunities for changing entropy are seen through the use of new innovative technologies, such as artificial intelligence, great data and automation, which allow optimizing resource management and reducing the level of insignificance. It is emphasized that the genesis of entropy in the digital economy requires further investigation, from which the economic stability of systems, as well as social harmony and equality have access to resources. The article also makes recommendations for further direct investigation of entropy in the minds of Swedish digitalization and globalization, which is aimed at developing strategies for managing complexity and insignificance in current social and economic systems.

Key words: *entropy, digital economy, globalization, social economic systems, steel development, innovative technologies, Industry 4.0*

JEL codes: F13, F53, K33.

Постановка проблеми. В сучасних умовах галопуючої цифровізації та глобалізації сучасних соціоекономічних систем зростає складність взаємодії між суб'єктами господарювання та соціумом. Світові тенденції такі як: глобальні перетворення, політична нестабільність, фінансова криза, пандемії, військові конфлікти, кліматичні явища, тощо чинять негативний вплив на розвиток і становлення економік держав та утримання синергійного ефекту між «*державо-освіта-наука-бізнес*», що в свою чергу сповільнює процес цифровізації. Зазначимо, що цифрова економіка, заснована на використанні інформаційних технологій, що формує нові можливості для зростання та розвитку, але водночас породжує нові виклики, такі як: нерівність, кібербезпека, невизначеність та навіть хаос.

Одним з ключових факторів, який впливає на стабільність і сталий розвиток відповідних систем, є ентропія — міра невизначеності та хаосу в системі. Доцільно відзначити, що у цифровій економіці, перебіг даних відбувається досить швидкою, а ринкові умови змінюються непередбачувано, а сам рівень ентропії значно підвищується, що в свою чергу створює серйозні ризики для сталого розвитку, оскільки зростання ентропії може призвести до дестабілізації соціальних і економічних структур. В ході сучасних обставин розвитку, доцільно відзначити, що дана тема є досить актуальною і потребує більш ретельного вивчення, що є зумовлює необхідність подальших наукових досліджень.

Аналіз досліджень і публікацій. В ході проведеного аналізу літературних джерел за даною тематикою, було встановлено, що хоч концепція ентропії ши-

роко використовується в інших науках, вона ще недостатньо вивчена в соціо-економічних відносинах, тобто в межах економічного сприйняття в науковій спільноті відсутнє конкретне тлумачення даного поняття.

В працях Rierina I. та інших (2024) проаналізовано вплив ентропії та цифровізації на розвиток підприємств, де авторами підкреслено, що ентропія, як міра неупорядкованості, має значний вплив на структури підприємств, особливо в умовах цифрової трансформації. А також у дослідженнях наголошується на тому, що ентропійні процеси здатні спричинити ризики для підприємств, особливо у глобалізованій економіці. Водночас, автори акцентують увагу на тому, що цифровізація може сприяти зменшенню невизначеності та підвищенню конкурентоспроможності підприємств. У статті Polishchuk Y. та інших (2024) авторами запропоновано ентропійний підхід до оцінювання бізнес-релокації в контексті сталого розвитку. В дослідженні зазначено, що ентропія впливає на процеси переміщення бізнесу та як підприємства можуть адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі. В науковій праці Voronkova V., Kaganov Y., & Metelenko N. (2022) — розглянуто формування цінностей цифрового суспільства та цифрової людини в умовах глобалізації та Індустрії 4.0. Авторами підкреслено, що глобалізація та цифровізація створюють нові виклики для соціальних та економічних систем, наголошуючи на тому, що саме цифрова трансформація сприяє не тільки технічному прогресу, але й змінює соціальні взаємозв'язки. Дейнега, О. В., & Дейнега, І. О. (2018) досліджують ентропію в діяльності підприємства, зокрема її вплив на управлінські процеси, надаючи аналіз основних підходів до оцінювання ентропії на підприємствах та пропонують методи її вимірювання. Мушнікова С. А. (2020) в своїй роботі приділила увагу розробці параметричних обмежень для оцінки безпеки розвитку підприємств у контексті їх життєвих циклів. В монографії за редакцією Прохорова В. В. (2024) присвячена увага трансформації економічного середовища в умовах ентропії, де авторами чітко проаналізовано, як ентропійні процеси впливають на економічні системи та підприємства в умовах сучасних викликів, таких як глобалізація та цифровізація. У дослідженні Савенко В. І., Доценко С. І., Федоренко С. В., & Пальчик П. П. (2019) розглянуто роль ентропії та синергії у функціонуванні будівельних організацій, ідентифікуючи фактори впливу на ефективність діяльності виробничих систем і пропонують практичні рекомендації щодо підвищення ефективності управління. Стаття Шевчик Б. (2016) присвячена аналізу циклів економічної динаміки з точки зору ентропійних процесів та пасіонарності, де зазначено, як ентропія впливає на макроекономічні цикли, пропонуючи нові підходи до їх оцінки та прогнозування.

Отже, доцільно зазначити, що дана тема є досить актуальною і потребує більш глибокого дослідження різних аспектів прояву ентропії в економіці.

Методика дослідження ґрунтуватися на теоретичних і практичних аспектах, таких як кваліметричне вимірювання ентропії, аналіз зв'язку між ентропією та цифровізацією, а також вивчення впливу глобалізації на рівень ентропії і навпаки.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На сьогоднішній день можна ідентифікувати багато факторів, які чинять вплив на розвиток суб'єктів господарювання і залишаються недостатньо вивченими в межах

тематики нашого наукового дослідження. Серед них можна виділити такі невирішені частини проблеми:

- концепція ентропії широко використовується в фізиці та інформаційних технологіях, її кількісне та якісне оцінювання в соціоекономічних системах залишається складним завданням. Разом з тим, не існує чітких методик або моделей для вимірювання рівня ентропії в цифровій економіці та соціоекономічних відносинах, де кількість змінних і факторів є значно більшою, ніж у фізичних системах;

- сучасна цифровізація прискорює розвиток і трансформацію економічних систем, але її вплив на ентропійні процеси недостатньо досліджені, тобто залишається незрозумілим, як саме нові технології, такі як штучний інтелект, великі дані та блокчейн, впливають на ентропію та рівень хаосу в соціально-економічних відносинах;

- існуючі підходи до управління ентропією в умовах глобальної економіки, не дають відповідь на питання, як можна зменшити ентропію в умовах цифрової трансформації для забезпечення сталого розвитку;

- ентропія є індикатор кризових явищ, але, разом з тим, потенційно може слугувати показником економічної або соціальної кризи — це використання залишається нерозвиненим у соціоекономічній науці. Разом з тим, якісне дослідження ентропійних процесів могло б допомогти передбачати кризові явища та розробляти ефективніші заходи щодо їх запобігання або подолання;

- глобалізація збільшує зв'язки між країнами та економічними системами, що підвищує рівень складності і, відповідно, ентропії. У даному контексті виникає необхідність більш глибокого дослідження, як глобалізаційні процеси впливають на динаміку ентропії в окремих економіках і у світовій економіці загалом;

- вплив ентропійних процесів на соціальну нерівність досі не розкритий повною мірою. Тобто, гостро постає питання, чи сприяє ентропія загостренню нерівності в умовах цифрової економіки, де доступ до технологій і ресурсів є асиметричним, чи навпаки.

Таким чином, відповідні невирішені частини проблеми відкривають нові можливості для дослідження ролі ентропії в умовах цифрової економіки та соціоекономічних відносинах. Вивчення даних аспектів допоможе розробити ефективні підходи до управління складністю та невизначеністю в сучасному світі.

Метою статті є теоретичне обґрунтування ентропії як параметра, що обмежує розвиток соціоекономічних систем у контексті цифрової економіки.

Виклад основного матеріалу. Кожне підприємство як складна соціально-економічна система прагне досягати розвитку швидше, ніж це можливо в сучасних ринкових умовах під впливом негативних факторів функціонування зовнішнього середовища. Результатом негативного впливу, є створення хаосу та невизначеності, а також можуть спричинити кризові явища або навіть дестабілізацію системи. Відповідні фактори можуть мати як природний характер, так і бути штучно створеними, що ускладнює економічні взаємини та становить перепони на шляху прийняття взважених управлінських рішень. Особливо, стає очевидним даний вплив у періоди глобальної невизначеності, коли фінансова система також вносить нестабільність, спричиняючи часту зміну фаз зростання на кризи або стагнацію. Сьогоднішні економічні кризи вже не є шокуючими для

суб'єктів господарювання, вони набули глобального масштабу і чинить глокальний вплив. Крім того, важливо враховувати життєвий цикл будь-якої соціо-економічної системи, оскільки залежно від стадії життєвого циклу, система може вказувати на зростання ефективності, або навпаки — спад та нерезультативність. Сукупність різних факторів, що впливають на розвиток будь яких систем, породжує явище ентропії.

В ході нашого наукового дослідження, вважаємо доцільним звернутись до етимології поняття «ентропія» (з грец. *εντροπία* «ен» — міститься, «тропе» — перетворення) — це науковий термін, який вказує на міру хаосу і неупорядкованості системи, який вперше ввів Р. Клаузіус у 1865 році. Німецький фізик є один із засновників термодинаміки і молекулярно-кінетичної теорії теплоти, як явище або процес, добре вивчена у фізиці (*закон термодинаміки*), а також досліджується в інформаційних технологіях. Він описав ентропію як міру хаосу і неупорядкованості системи, базуючись на цьому термодинамічному законі, який стверджує, що зміна ентропії відображає перетворення енергії в розсіяне тепло і, відповідно, зниження можливості виконання роботи.

В окреслених галузях науки її розглядають як кількісну характеристику, що визначає рівень невизначеності в природних та інформаційних системах. За часів неоіндустріалізації, ключовою характеристикою розвитку соціально-економічних систем була достовірність і повнота інформації, тобто рівень її якості, саме тому питання щодо оцінювання рівня інформаційної ентропії набуває великого значення в кваліметричному контексті. Французький фізик Л. Бріллюен, який протягом довгого часу досліджував процеси ентропії, вважав, що інформація різної якості є негативною ентропією або «негентропією», з чого випливає, що кількість інформації еквівалентна збільшенню негентропії. Разом з тим, в контексті соціоекономічних систем ентропія досі недостатньо вивчена і потребує наукових доопрацювань задля формування кваліметричної оцінки даного процесу для будь-яких економічних систем (табл. 1).

Таблиця 1

ВИДОВА КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЕНТРОПІЙНИХ ВЕЛИЧИН

Назва	Опис	Формула	Застосування
Термодинамічна ентропія	Величина, що визначає ступінь хаотичності (неупорядкованості) мікростанів фізичної системи. Вона пов'язана зі зміною тепла в системі при постійній температурі.	$\Delta S = \Delta Q / T$, де S — ентропія, Q — тепло, T — температура	Використовується для опису процесів в закритих системах, зокрема законів теплопередачі, розсіювання енергії.
Інформаційна ентропія (ентропія Шеннона)	Міра невизначеності або кількості інформації в повідомленні або сигналі. Чим більше можливих варіантів, тим вища ентропія.	$H(X) = -\sum p(x) \log_2 p(x)$ де H(X) — ентропія, p(x) — ймовірність появи кожного з можливих станів x	Використовується в теорії інформації та комунікацій для оцінки ефективності кодування даних і передачі сигналів.

Назва	Опис	Формула	Застосування
Больцманівська ентропія	Міра кількості мікростанів, що відповідають одному макроскопічному стану. Визначає зв'язок між термодинамічними величинами та статистичними властивостями системи.	$S = k_B \ln \Omega$, де S — ентропія, k_B — стала Больцмана, Ω — кількість мікростанів.	Широко використовується в статистичній фізиці для опису макроскопічних властивостей систем.
Квантова ентропія (ентропія фон Неймана)	Узагальнення поняття ентропії для квантових систем. Використовується для опису стану квантових об'єктів і їхньої невпорядкованості.	$S(\rho) = -\text{Tr}(\rho \ln \rho)$, де ρ — матриця щільності квантової системи.	Використовується в квантовій інформаційній теорії для вимірювання квантової запутаності та втрати інформації.
Конфігураційна ентропія	Величина, що характеризує кількість можливих комбінацій (розташувань) компонентів в системі. Зазвичай використовується для опису полімерів або складних структур.	$S = k \ln(\Omega)$ де: S — конфігураційна ентропія, k — стала Больцмана, Ω — кількість можливих конфігурацій або мікростанів системи.	У хімії та фізиці матеріалів для опису систем з високою варіативністю. Залежить від кількості компонентів та можливих конфігурацій.
Економічна ентропія	В економіці ентропія часто використовується для аналізу розподілу ресурсів, невизначеності ринків, або для оцінки нерівності. Прикладом формули, яка використовує концепцію ентропії для економічних систем, є індекс ентропії нерівності	$S = -\sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i)$ де: S — ентропія економічної системи, p_i — частка доходу або багатства, якою володіє i -та група населення, n — кількість груп або категорій населення.	В економічній статистиці. Формула аналогічна ентропії Шеннона та використовується для вимірювання рівня нерівності в розподілі доходів або багатства в суспільстві.

Джерело: доповнено автором

Варто зазначити, що у сучасних умовах глобалізації та цифровізації економіки, ентропія стає важливим чинником у соціоекономічних відносинах, де невизначеність і складність взаємодій стрімко зростають, що піднімає питання можливостей управління ентропійними процесами для забезпечення стабільності та сталого розвитку. Запропонуємо розширену схему напрямів впливу ентропії як феномену на розвиток соціально-економічних систем (рис. 1).

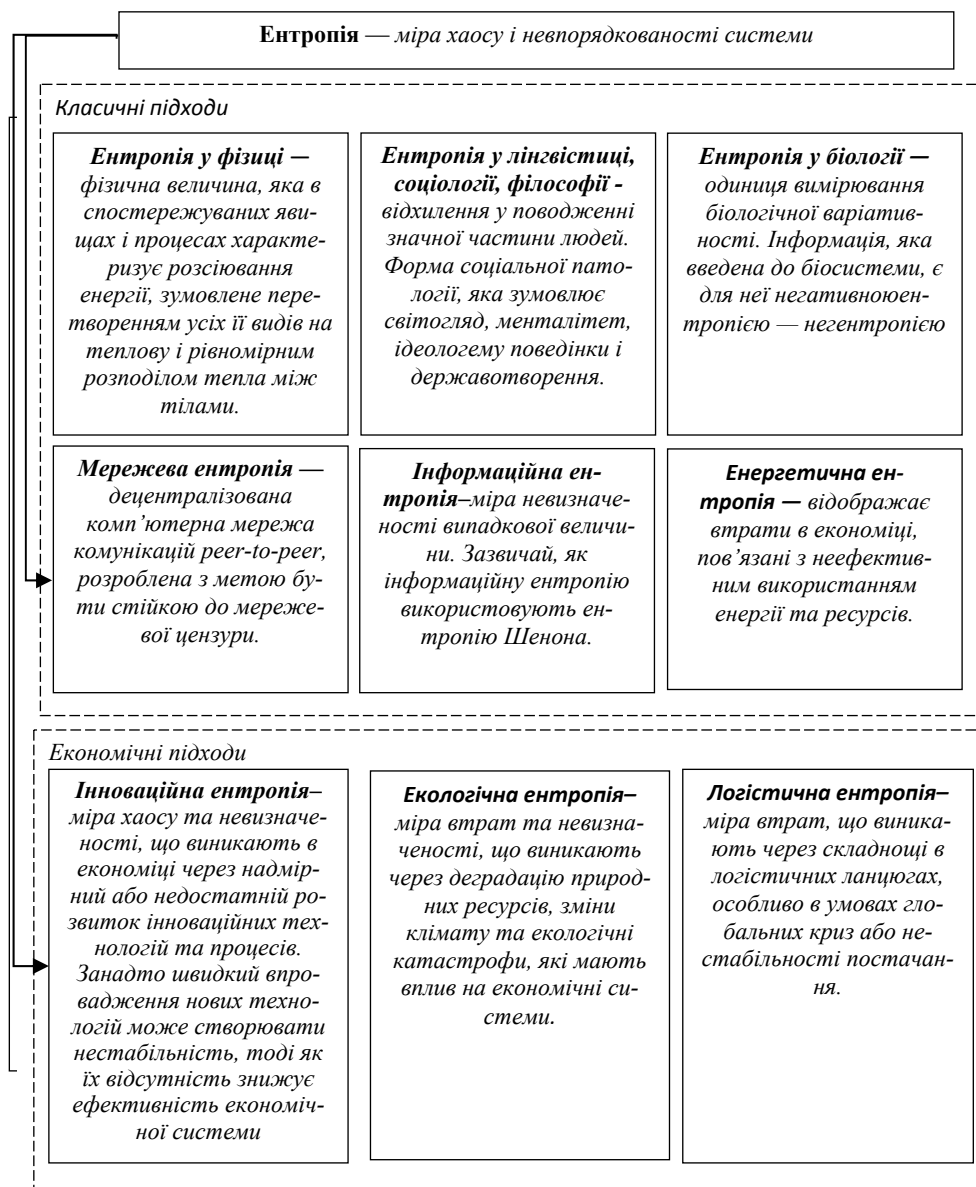


Рис. 1. Ентропія у міждисциплінарному вимірі: від класики до еволюції систем

Джерело: доповнено автором

Отже, у сучасних умовах розвитку цифрової економіки та глобальних соціо-економічних відносин феномен ентропії набуває нових, раніше невідомих аспектів. Поширення цифрових технологій, глобалізація процесів і структурна трансформація економік змінюють динаміку розвитку суспільств, створюючи нові виклики і можливості для сталого розвитку. Разом з тим, будь-яка соціально-економічна система є системою відкритою, яка розвивається динамічно, пара-

метри якої прямо чи опосередковано залежать від фактору часу. Тобто, структура є динамічною по своїй природі, її еволюція в часі й просторі відображає процес розвитку систем. Разом з тим, доцільно відзначити, що саме ентропія є обов'язковою змінною щодо еволюції та розвитку соціально-економічних систем. Тому, можемо вивести загальну формулу розвитку соціально-економічної системи, як

$$E-P-E'-P' \quad (1)$$

де: E — ентропія, хаос;

P — порядок;

E' — нова ентропія;

P' — новий порядок.

Еволюція соціально-економічних систем ідентифікується як одна з найважливіших властивостей складних систем, яка має здатність до саморозвитку, де ядром є безперервний процес виникнення протиріч.

В умовах цифрової трансформації економіки та суспільства поняття ентропії можна розглядати як міру невизначеності, що породжується постійним зростанням складності систем, в яких співіснують технологічні, соціальні та економічні чинники. Цифрова економіка кардинально змінює традиційні бізнес-моделі та форми взаємодії. Одним із основних викликів є необхідність пристосування до швидкого зростання обсягів інформації та технологічної інновацій. У даному контексті ентропія в цифровій економіці проявляється через швидку еволюцію технологій і нездатність суб'єктів економічних систем встигати за змінами, що в свою чергу породжує підвищену невизначеність, зумовлює складність адаптації до нових умов та ризики економічної нестабільності. Разом з тим, цифрова економіка надає нові можливості для зменшення ентропії шляхом використання інноваційних підходів до управління, таких як: *великі дані, штучний інтелект і автоматизація*, зазначені технології можуть зменшити інформаційну ентропію, оптимізуючи процеси прийняття рішень та підвищуючи ефективність використання ресурсів.

В ході нашого наукового дослідження було встановлено, що цифрові технології не тільки змінюють бізнес-моделі підприємств, але й впливають на соціальні відносини, оскільки саме розвиток інформаційних технологій і цифрових платформ створює нові форми соціальної взаємодії, впливаючи на всі сфери життя — від праці до освіти. Водночас, ентропія в соціоекономічних відносинах проявляється через зростаючу нерівність доступу до цифрових ресурсів, знань і технологій. Окреслений розрив може посилюватися як між окремими країнами, так і всередині суспільств, що призводить до соціальної нестабільності та економічної диференціації.

Під перебігом глобалізаційних процесів відбувається зростання складності соціоекономічних систем, що збільшує рівень ентропії в світовій економіці. Інтеграція національних економік, розвиток глобальних ланцюгів постачання та зростаюча взаємозалежність між країнами робить економічні системи вразливішими до зовнішніх негативних факторів: *глобальні економічні кризи, військові дії, пандемія COVID-19*, які є яскравим прикладом нестійкості глобальної економіки. Водночас, глобалізація також відкриває можливості для зменшення ентропії через міжнародну координацію та співпрацю. Використання спільних підходів до вирішення проблем сталого розвитку, таких як: *боротьба зі зміною*

клімату, розвиток міжнародної торгівлі та впровадження спільних стандартів у сфері цифрової економіки, може зменшити ризики невизначеності та хаосу. Проте, саме цифрові технології пропонують рішення для нівелювання ентропійних проявів. Наприклад, під час пандемії постало гостро питання навчання студентів, що зумовило розвиток дистанційної освіти, функціонування підприємств та уряду також було проблемою, для вирішення цього було розроблено нові модулі використання електронних урядових програм, а також відкрито доступ для бізнесу інструментів які допомогли швидко забезпечити дистанційну роботу, що оптимізувало виконання відділено завдань та сприяло швидкому прогресу.

Тобто, можна стверджувати, що цифрова трансформація та глобалізація одночасно створюють як виклики, так і можливості для сталого розвитку. Саме ентропія в умовах сталого розвитку може характеризуватися незбалансованістю між соціальними, економічними та екологічними стратегічними цілями. Тобто, наприклад, якщо відбувається швидке економічне зростання без врахування екологічних наслідків, у такому випадку може відбутись настання екологічної ентропії шляхом нераціонального використання природних ресурсів, або їх забруднення. Доцільно відзначити, що використання цифрових технологій може стати ключовим інструментом для сталого розвитку шляхом оптимізації ресурсного портфеля, наприклад контролю викиду вуглецю, впровадження зелених технологій, ініціативізація циркулярності, тощо. А також, цифровізація зумовлює прозорість бізнес-процесів, передачі інформації, що в свою чергу сприяє підвищенню соціальної відповідальності бізнесу.

Разом з тим, цифрові технології можуть стати ключовим інструментом для сталого розвитку, оскільки вони дозволяють оптимізувати використання ресурсів, зменшувати викиди вуглецю, впроваджувати зелені технології та сприяти розвитку циркулярної економіки. Крім того, цифровізація сприяє підвищенню прозорості економічних процесів і соціальної відповідальності бізнесу.

Дискусія. В умовах цифровізації прояв ентропії набуває нових форм, що в свою чергу формує низку дискусійних питань, щодо рівня і якості впливу на розвиток соціоекономічних систем. Постає важливе питання, чи сприяє цифровізація зниженню ентропії чи навпаки підвищує її та створює нові форми хаосу та невизначеності. Тобто, безперечно цифровізація дозволяє оптимізувати бізнес-процеси, але одночасно уможливорює виникнення кіберзагроз, технічного збою, а також спричинити інформаційні асиметрії, що в свою чергу може зумовити галопающую ентропію. Розглядаючи глобалізаційні процеси також є певна діалектика, зокрема, з одного боку, глобальна економічна інтеграція відкриває ринки, є підґрунтям до формування взаємозалежних ринків, що підвищує ризикованість, разом з тим, у разі виникнення збоїв логістичних поставок, або екологічних катастроф, шляхом міжнародної співпраці, координації, допомоги, тощо, можна знизити рівень невизначеності. Разом з тим, цифровізація та глобалізація відкриває можливості суспільства, наприклад шляхом надання доступу до освіти, бізнесу, грантових програм, тощо, що зумовлює зниження соціальної напруги, але у разі нерівного доступу, наприклад розрив між регіонами, певними групами населення, може виникнути обернений ефект — соціальна ентропія. Відзначимо, що важливим залишається питання впливу цифровізації на забезпечення сталого розвитку, оскільки прослідковується певний парадокс, а

сама: оптимізація ресурсів, зниження викидів, впровадження зелених технологій сприяють дотриманню принципів сталого розвитку, але з іншого боку відбувається надмірне споживання енергії, збільшується виробництво електронних пристроїв, тощо, що може призвести до виникнення екологічних загроз. Тобто, цифровізація одночасно може бути інструментом забезпечення сталого розвитку, і чинником підвищення виникнення екологічної ентропії. Саме для вирішення діалектичних проявів цифровізації, доцільно залучення держави, як регулюючого органу ентропійних процесів. Разом з тим, надмірний контроль та регулювання може спричинити перешкоди до інноваційного розвитку підприємств, знизити рівень їх гнучкості вкрай необхідної для швидкої адаптації до турбулентних змін.

Безперечно, цифрові трансформації сприяють гармонізації соціоекономічних відносин, шляхом демократизації доступу до глобальних ринків. Автоматизація бізнес-процесів і розвиток штучного інтелекту зумовлюють зникнення традиційних робочих місць, що, в свою чергу, підвищує соціальну нестабільність і поглиблює економічну ентропію. Таким чином, цифровізація, глобалізація та їх вплив на ентропію в соціоекономічних системах є складним і багатовимірним питанням, яке потребує подальших наукових досліджень. Разом з тим, саме дане явище викликає широкий спектр дискусій щодо викликів і можливостей для сталого розвитку, управління соціальними і економічними ризиками та побудови стійкіших систем у майбутньому.

Висновки. Отже, в ході нашого наукового дослідження можна стверджувати, що ентропія в умовах цифрової економіки та глобалізації є багатовимірним феноменом, що впливає на всі аспекти соціоекономічного розвитку, або позитивно, або негативно. Виклики, що виникають шляхом підвищення складності та невизначеності, безперечно перешкоджають сталому розвитку, проте цифрові технології відкривають нові можливості та зумовлюють необхідність управління ентропією. Тобто, глобальна співпраця, інноваційні підходи до управління ресурсами та інтеграція цифрових рішень є фундаментом для успішного подолання ентропійних викликів і створення умов для сталого розвитку в епоху цифрової трансформації.

Література

1. Riepina, I., Tepliuk, M., Dziuba, D., & Moroz, A. (2024). The influence of entropy and digitalization on the development of enterprises. *Development Service Industry Management*, (2), 238–243. [https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6\(37\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6(37))
2. Riepina, I., Tepliuk, M., & Dziuba, D. (2024). The impact of entropic processes on glocalization development of enterprises in the context of digitalization. *Modeling the Development of the Economic Systems*, (2), 229–234. <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-12-30>
3. Riepina, I., Tepliuk, M., & Dziuba, D. (2024). Entropy and its role in the digital transformation of business processes of the enterprise. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 332(4), 255-259. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-332-37>
4. Tepliuk, M., Polishchuk, Y., Fomenko, B., Bortnik, A., Domina, O., & Matsola, S. (2024). An entropic perspective on business relocation in the context of sustainable development. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 1(54), 421–439. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.1.54.2024.4248>

5. Voronkova, V., Kaganov, Y., & Metelenko, N. (2022). Formation of digital society and digital man values in the globalization conditions and Industry 4.0. *Humanities studies*, (11(88)), 16-25. Retrieved from <http://humstudies.com.ua/article/view/261854/258244>
6. Дейнега, О. В., & Дейнега, І. О. (2018). Ентропія в діяльності підприємства: суть та основні підходи до оцінювання. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository. Retrieved from <http://ena.lp.edu.ua>
7. Мушнікова, С. А. (2020). Формування параметричних обмежень відповідності безпеки розвитку та життєвих циклів підприємства. *Бізнес Інформ*, (2), 252–258. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-2-252-258>
8. Прохорова, В. В. (Ред.). (2024). Трансформація економічного середовища в умовах ентропії: кол. мон. Харків: Видавництво Іванченка І. С. <https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2486eb3a-943c-4608-a987-0b645aea8f1d/content>
9. Савенко, В. І., Доценко, С. І., Федоренко, С. В., & Пальчик, П. П. (2019). Роль факторів ентропії і синергії в ефективній діяльності будівельної організації як виробничої системи. *Економіка та держава*, (3), 43-51. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2019.3.43>
10. Шевчик, Б. (2016). Логіка хвилі: пасіонарність та ентропія у циклі економічної динаміки. *Сталий розвиток економіки*, (4(33)), 31-40. <https://www.economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/332>

References

1. Riepina, I., Tepluk, M., Dziuba, D., & Moroz, A. (2024). The influence of entropy and digitalization on the development of enterprises. *Development Service Industry Management*, (2), 238–243. [https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6\(37\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6(37))
2. Riepina, I., Tepluk, M., & Dziuba, D. (2024). The impact of entropic processes on glocalization development of enterprises in the context of digitalization. *Modeling the Development of the Economic Systems*, (2), 229–234. <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-12-30>
3. Riepina, I., Tepluk, M., & Dziuba, D. (2024). Entropy and its role in the digital transformation of business processes of the enterprise. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 332(4), 255-259. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-332-37>
4. Tepluk, M., Polishchuk, Y., Fomenko, B., Bortnik, A., Domina, O., & Matsola, S. (2024). An entropic perspective on business relocation in the context of sustainable development. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 1(54), 421–439. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.1.54.2024.4248>
5. Voronkova, V., Kaganov, Y., & Metelenko, N. (2022). Formation of digital society and digital man values in the globalization conditions and Industry 4.0. *Humanities studies*, (11(88)), 16-25. Retrieved from <http://humstudies.com.ua/article/view/261854/258244>
6. Deineha, O. V., & Deineha, I. O. (2018). Entropiia v diialnosti pidpryiemstva: sut ta osnovni pidkhody do otsiniuvannia. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository. Retrieved from <http://ena.lp.edu.ua>
7. Mushnykova, S. A. (2020). Formuvannia parametrychnykh obmezhen vidpovidnosti bezpeky rozvytku ta zhyttievykh tsykliv pidpryiemstva. *Biznes Inform*, (2), 252–258. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-2-252-258>
8. Prokhorova, V. V. (Red.). (2024). Transformatsiia ekonomichnoho seredovyssha v umovakh entropii: kol. mon. Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenka I. S. <https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2486eb3a-943c-4608-a987-0b645aea8f1d/content>
9. Savenko, V. I., Dotsenko, S. I., Fedorenko, S. V., & Palchuk, P. P. (2019). Rol faktoriv entropii i synerhii v efektyvni diialnosti budivelnoi orhanizatsii yak vyrobnychoi systemy. *Ekonomika ta derzhava*, (3), 43-51. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2019.3.43>
10. Shevchyk, B. (2016). Lohika khvyli: pasionarnist ta entropiia u tsykli ekonomichnoi dynamiky. *Stalyi rozvytok ekonomiky*, (4(33)), 31-40. <https://www.economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/332>