

# РЕСУРСИ СТІЙКОСТІ ТА РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ РИЗИКІВ І ЗАГРОЗ

©2026 ПОРТНА О. В., ЄРШОВА Н. Ю., ХОРОШКО О. В.

УДК 330.1:334:338.2  
JEL Classification: H54; H56; P51

Портна О. В., Єршова Н. Ю., Хорошко О. В.

## Ресурси стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури в умовах сучасних ризиків і загроз

Метою статті є визначення важливих внутрішніх ресурсів забезпечення стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури та пристосування економіко-математичного підходу для удосконалення системи управління процесами стійкості та розвитку підприємств КІ. У дослідженні розкрито такі тези. По-перше, зараз існує безліч негативних чинників, що впливають на функціонування, стійкість і розвиток підприємств критичної інфраструктури, позначаючись на показниках діяльності та внутрішніх ресурсах. По-друге, незважаючи на численні негативні чинники, вітчизняні підприємства/активи/об'єкти критичної інфраструктури намагаються ефективно працювати за будь-яких умов. У дослідженні розглянуто фінансовий стан і результати діяльності вітчизняних підприємств, значна частина яких належить до об'єктів критичної інфраструктури. Виокремлено набір ресурсів, які вважаємо надважливими для забезпечення стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури. Такими ресурсами визначено фінансові, людські, техніко-технологічні й інформаційні. Також адаптовано економіко-математичний підхід, зокрема певний набір ресурсів, для удосконалення системи управління процесами стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури. Ефективність ресурсів на підприємствах критичної інфраструктури має спрямовуватися на підвищення резильєнтності самого підприємства, мінімізацію впливу кризових / ризикових факторів, забезпечення безперервності господарських процесів, створення основи для забезпечення стійкості та довгострокового розвитку навіть в умовах нестабільності. Використання запропонованого економіко-математичного підходу для удосконалення системи управління процесами стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури дозволить підвищити стійкість і загальну продуктивність підприємств, надійність і стійкість їх функціонування, ефективно розподілити ресурси. Перспективами подальших досліджень може бути врахування та оцінка інноваційного ресурсу – когнітивна стійкість систем управління як здатність системи адаптувати рішення на основі потокової аналітики в умовах невизначеності.

**Ключові слова:** критична інфраструктура, ризики / загрози, підприємства, стійкість, розвиток, ресурси, процеси.

**DOI:** <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2026-1-188-196>

**Рис.:** 3. **Табл.:** 2. **Форм.:** 3. **Бібл.:** 23.

**Портна Оксана Валентинівна** – доктор економічних наук, професор, професор кафедри управління та адміністрування, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

**E-mail:** o.v.portna@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8803-4605>

**Researcher ID:** <https://publons.com/researcher/3859166/oksana-portna/>

**Scopus Author ID:** 57218434319

**Єршова Наталя Юріївна** – доктор економічних наук, професор, професор кафедри обліку і фінансів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

**E-mail:** iershova.ny@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3544-3816>

**Researcher ID:** E-9642-2019

**Scopus Author ID:** 57222509335

**Хорошко Олег Владиславович** – доктор філософії, старший викладач кафедри маркетингу, менеджменту та підприємництва, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

**E-mail:** khoroshkomail@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4183-0073>

**Scopus Author ID:** 60246494700

UDC 330.1:334:338.2  
JEL Classification: H54; H56; P51

**Portna O. V., Iershova N. Yu., Khoroshko O. V. Resilience and Development Resources of Critical Infrastructure Enterprises under Modern Risks and Threats**

The aim of the article is to identify important internal resources for ensuring the resilience and development of critical infrastructure enterprises and to adapt an economic-mathematical approach to improve the management system of resilience and development processes of CI enterprises. The study reveals the following theses. First, there are currently many negative factors affecting the functioning, resilience, and development of critical infrastructure enterprises, impacting

performance indicators and internal resources. Second, despite numerous negative factors, domestic enterprises/assets/critical infrastructure facilities strive to operate efficiently under any conditions. The study examines the financial condition and performance results of domestic enterprises, a significant part of which belong to critical infrastructure facilities. A set of resources has been identified that we consider crucial for ensuring the resilience and development of critical infrastructure enterprises. These resources are defined as financial, human, technical-technological, and informational. An economic-mathematical approach has also been adapted, including a certain set of resources, to improve the management system of resilience and development processes of critical infrastructure enterprises. The efficiency of resources in critical infrastructure enterprises should be aimed at increasing the resilience of the enterprise itself, minimizing the impact of crisis / risk factors, ensuring the continuity of economic processes, and creating a foundation for ensuring sustainability and long-term development even under conditions of instability. The use of the proposed economic-mathematical approach to improving the management system of resilience and development processes of critical infrastructure enterprises will allow increasing the resilience and overall productivity of enterprises, the reliability and stability of their operation, and the efficient allocation of resources. The prospects for further research may include taking into account and assessing the innovative resource – the cognitive resilience of management systems as the system's ability to adapt decisions based on streaming analytics under conditions of uncertainty.

**Keywords:** critical infrastructure, risks / threats, enterprises, resilience, development, resources, processes.

**Fig.:** 3. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 23.

**Portna Oksana V.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of the Department of Management and Administration, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

**E-mail:** o.v.portna@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-8803-4605>

**Researcher ID:** <https://publons.com/researcher/3859166/oksana-portna/>

**Scopus Author ID:** 57218434319

**Iershova Natalia Yu.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of the Department of Accounting and Finance, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

**E-mail:** iershova.ny@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3544-3816>

**Researcher ID:** E-9642-2019

**Scopus Author ID:** 57222509335

**Khoroshko Oleh V.** – PhD, Senior Lecturer of the Department of Marketing, Management and Entrepreneurship, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

**E-mail:** khoroshkoma@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4183-0073>

**Scopus Author ID:** 60246494700

**Вступ.** Критична інфраструктура (КІ), її системи / мережі / активи / об'єкти / підприємства, вся критично важлива система є елементами безпеки, життєдіяльності сучасного суспільства, а також економіки. Критичний збій, наприклад, у роботі одного підприємства чи / або актива / об'єкта тощо може мати вплив на ланцюжок поставок чи на якийсь його сегмент на національному, глобальному чи / або місцевому рівнях. Інший критичний збій у роботі може торкнутися окремої галузі / сектора / підсектора, вплинувши на економічну та / або соціальну стабільність на регіональному та / або національному та / або глобальному рівнях. На думку світових фахівців [22], критична інфраструктура, критично важливі підприємства / активи / об'єкти сьогодні виходять далеко за межі просто споруд та фізичних будівель, також стали набагато ширшими, ніж просто захист від кібератак.

Критичні підприємства / активи / об'єкти утворюють систему, що генерує товари / роботи / послуги, порушення яких впливає на безпеку, суспільство та економіку. Функціонування критично важливих підприємств / активів / об'єктів, їх стійкість та розвиток в умовах сьогоденних численних ризиків / небезпек / загроз залежать від багатьох складових, в т. ч. від внутрішніх ресурсів підприємств. Важливо розуміти взаємозв'язок критично важливих ак-

тивів / мереж / об'єктів / підприємств, їх безперерйного функціонування, швидкого відновлення та видів ресурсів, які на це впливають, підтримують безпосередньо та опосередковано, що стають необхідними для зазначених процесів, для забезпечення стійкості та розвитку.

Наведене актуалізує дослідження, обґрунтування та застосування прийнятих підходів на основі поєднання відповідних ресурсів до процесів забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблематиці активів / мереж / систем / об'єктів / підприємств критичної інфраструктури, їх стійкості, відновленню, розвитку зараз приділяється значна увага науковців та практиків. Управлінські аспекти сталості та розвитку підприємств / об'єктів КІ в умовах посилення інформаційних ризиків та небезпек розглядали такі науковці, як А. Бабічев [1; 2], С. Магдисюк [5; 6; 7; 8], В. Родченко [11; 12; 13], В. Чобіток [19; 20] та ін. Стратегії розвитку КІ в Україні пропонували В. Хаустова та Н. Трушкіна [10; 18] та ін. Вітчизняним та світовим фахівцям належить значний науково-практичний доробок у сфері стійкості, відновлюваності, розвитку активів / мереж / систем / об'єктів / підприємств критичної інфраструктури.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Водночас питанням визначення та пріоритетизації внутрішніх ресурсів, їх оптимальної конфігурації для забезпечення стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури та адаптації економіко-математичних підходів для удосконалення системи управління процесами забезпечення стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури приділено замало уваги.

**Метою статті** є визначення важливих внутрішніх ресурсів забезпечення стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури та пристосування економіко-математичного підходу для удосконалення системи управління процесами стійкості та розвитку підприємств КІ.

**Опис методики (структури, послідовності) проведення дослідження.** У дослідженні розкриваються такі тези. По-перше, зараз існує безліч негативних чинників, що впливають на функціонування, стійкість та розвиток підприємств критичної інфраструктури, позначаючись на показниках діяльності та внутрішніх ресурсах. По-друге, незважаючи на численні негативні чинники, вітчизняні підприємства / активи / об'єкти критичної інфраструктури намагаються ефективно працювати в будь-яких умовах. Спочатку розглянемо фінансовий стан та результати діяльності вітчизняних підприємств, значна частка з яких представляють критичну інфраструктуру. Далі виокремимо набір ресурсів, які, на нашу думку, є надважливими для забезпечення стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури. Також адаптуємо економіко-математичний підхід, включаючи певний набір ресурсів, для удосконалення системи управління процесами стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури.

**Викладення основного матеріалу й отриманих наукових результатів.** Зараз як країни світу, так і Україна, її населення, підприємства / активи / об'єкти критичної інфраструктури стоять перед значними випробуваннями, ризиками та загрозами. Критично важливі інфраструктурні підприємства / активи / об'єкти зараз набагато частіше зазнають впливу різних викликів / загроз / небезпек, несприятливих стихійних лих, шкідливих атак та кібератак, причому їх частота та складність зростають [21; 22]. Такими викликами, на думку багатьох фахівців [3; 5; 6; 7; 8; 9; 16; 17] є підвищення відсоткових ставок, різке зростання інфляції, недостатність капіталу, невизначеність економічних та безпекових перспектив, соціальна напруга, низька платоспроможність населення, втрати робочої сили та проблеми з персоналом, втрати ринків збуту, логістичні, фінансові, перебої в постачанні, військові ризики, руйнування, матеріальні втрати, територіальна окупація, блокади портів, зниження попиту та зміни споживацьких пріоритетів тощо. Результати опитувань українського бізнесу (рис. 1) [21] налічують як значний перелік ризиків / загроз для відновлення та розвитку бізнесу, так і значну кількість респондентів, які підтримують це. Звідси, сьогодні для функціонування підприємств необхідно враховувати різні фактори, і ці фактори відрізнятимуться залежно від організації та галузі.

Тобто певні фактори в Україні та інших регіонах світу суттєво позначаються на функціонуванні об'єктів / активів / підприємств критичної інфраструктури, знижують активність, прибутковість, стійкість, функціональність, від-

новляваність. Але у глобальній економіці є виключення, що пов'язані, наприклад, з IT-бізнесом, який активно розвивається в умовах масової цифровізації та завдяки цьому підвищує свою значущість, як вагомий сектор критичної інфраструктури будь-якої країни. Так, за ринковою вартістю найбільшою компанією світу станом на травень 2024 р. з капіталізацією в 3,12 трлн дол. США була Microsoft. Також входять до п'ятірки лідерів світу деякі з найвідоміших брендів: Apple, NVIDIA, Google Alphabet (материнська компанія) та Amazon. Очолила рейтинг світу щодо найприбутковіших компаній у 2023 р. Saudi Aramco з доходом майже 250 млрд дол. США до оподаткування [23]. Тобто попит на інформацію, інформаційні ресурси, цифрові технології в усьому світі зростає, забезпечуючи підприємства IT-сектора прибутковість, фінансову сталість, додаткові фінансові ресурси розвитку. На основі зазначеного можна резюмувати, що у сьогоденних умовах зростання та масштабування ризиків / загроз / небезпек важливість для забезпечення розвитку підприємства мають усі внутрішні ресурси, але особливо фінансові, техніко-технологічні та інформаційні.

Негативні чинники, воєнні дії в Україні вплинули на всі сфери економіки, кардинально змінюючи умови, напрями, пріоритети бізнесу та громадян, умови та пріоритети функціонування, відновлення та розвитку підприємств / активів / об'єктів критичної інфраструктури, які стають основою економіки воєнного стану. Тобто воєнний стан в Україні суттєво негативно вплинув як на фінансово-економічне становище підприємств, так і на їх кадрове забезпечення. За дослідженнями та висновками фахівців [21], у довоєнний час тільки 22,3% підприємств вважали своє фінансово-економічне становище задовільним чи поганим, в той час як у травні 2024 р. таких підприємств було вже 41,6%. Багато підприємств потерпають від нестачі працівників через міграцію, загибель, поранення, переміщення населення. Підприємства змушені скорочувати персонал, знижувати зарплати. Фахівці наголошують, що на травень 2024 р. 29,6% робітників скорочені, що з початку воєнного стану стало найвищим негативним показником, стабільно 12,9% працівників працюють зі скороченою заробітною платою [16; 17; 21]. Нестача людського ресурсу негативно позначається на функціонуванні, відновленні, стійкості та розвитку підприємств / активів / об'єктів критичної інфраструктури.

Показники діяльності вітчизняних підприємств, більшість з яких представляють критичну інфраструктуру, наведемо в табл. 1.

З наведених даних (табл. 1) можна резюмувати, що обсяги балансів підприємств, фінансові результати та прибуток зростають, що може бути пов'язано з багатьма чинниками, особливо з вируванням інфляції. Значне просідання показників відбулося у 2022 р., що пов'язано з початком воєнних дій, але з перебігом часу ситуація вирівнюється й показники значно зростають. Водночас кількість діючих підприємств знижується, кількість працюючих теж знижується. Обсяг продукції / товарів / робіт / послуг коливається, просідаючи на початку воєнних дій в країні та зростаючи у процесі адаптації до нових кризових / небезпечних воєнних умов та посилення інфляційних процесів. Динаміку показників наведемо на рис. 2.



Рис. 1. Ризики та загрози, що гальмують відновлення та розвиток бізнесу

Джерело: за даними [21]

Таблиця 1

## Показники діяльності підприємств за 2021–2024 рр.

Показники	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Обсяги балансів підприємств, усього, млн грн	14070487,8	14654653,0	16442568,9	18314157,7
Фінансовий результат до оподаткування, усього, млн грн	1119261,7	46127,2	853619,3	1238188,0
Прибуток, млн грн	1352088,2	1010079,4	1344373,3	1702809,1
Збиток, млн грн	232826,5	963952,2	490754,0	464621,1
Питома вага підприємств, що отримали збиток, %	26,7	33,9	28,9	28,1
Кількість діючих підприємств усього, од.	370834	261924	307852	285597
Кількість зайнятих працівників усього, тис. осіб	9056,1	7606,1	7514,3	7532,8
Обсяг реалізованої продукції / товарів / робіт / послуг усього, млн грн	15240051,1	11485855,3	14052751,6	16459431,8

Джерело: за даними [4; 14; 15]

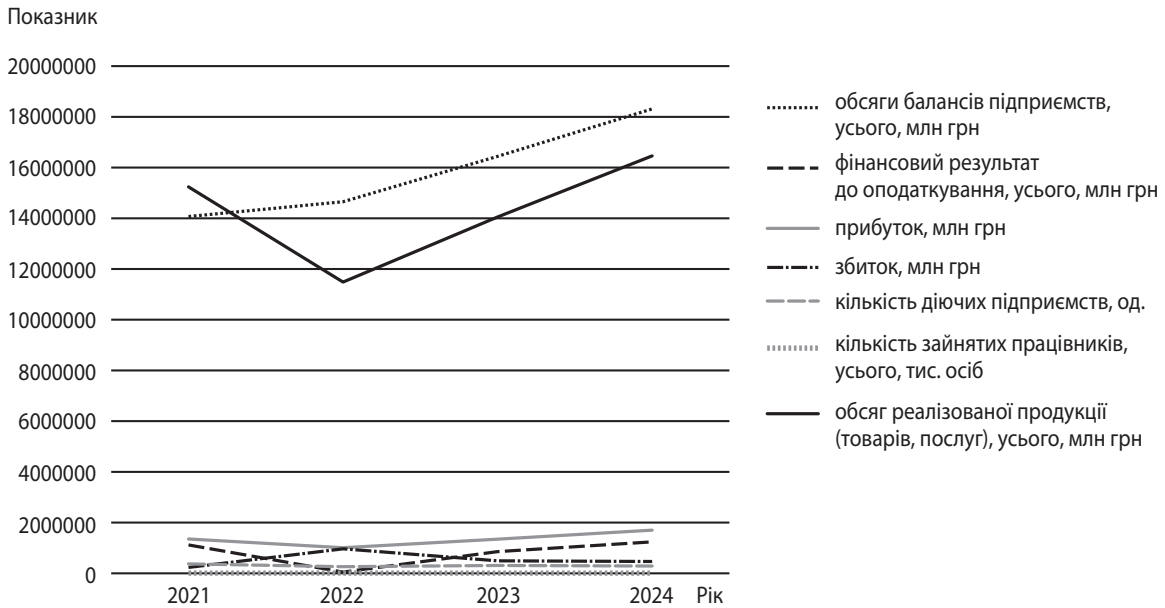


Рис. 2. Динаміка показників діяльності підприємств за 2021–2024 рр.

Джерело: за даними [4; 14; 15]

Найбільшу динаміку показують показники обсяги реалізованої продукції / товарів / робіт / послуг усього та обсягів балансів підприємств (рис. 2), особливо за період 2023–2024 рр. У 2022 р. суттєво знижуються фінансові результати прибутку, на цьому тлі значно зростає збиток. Динаміка інших показників знаходиться приблизно в одному діапазоні.

Однак підприємства України налаштовані дещо оптимістично, 36,1% опитаних (рис. 3) сподіваються на покращення, а 31,6% на погіршення ситуації та фінансово-економічних результатів діяльності підприємств [21].

Для конкретизації макроекономічних даних таблиці 1 розглянемо рентабельність секторів / підсекторів, а отже й підприємств критичної інфраструктури (табл. 2), що дає змогу визначити найбільш затребувані, прибуткові підприємства критичної інфраструктури, її сектори / підсектори.

Згідно зі статистичними даними [4; 14; 15], за період 2021–2024 рр. рентабельність усього коливається. Найбільш рентабельними були підприємства таких секторів / підсекторів критичної інфраструктури, як: сільського, лісового та рибного господарства, інформації та телекомунікацій, промисловості. У 2024 р. значне зниження рентабельності мали фінансова та страхова діяльність, охорона

здоров'я та надання соціальної допомоги, а також надання інших видів послуг.

Тобто функціонування підприємств / активів / об'єктів багатьох секторів / підсекторів критичної інфраструктури, які є низькорентабельними, збитковими, потребує стабілізації, вливання ресурсів, мінімізації витрат тощо. А для підвищення безпеки, нівелювання / зниження ризиків, загроз важливим стає не лише стабілізація діяльності, а й забезпечення стійкості та розвитку підприємств / активів / об'єктів критичної інфраструктури.

Критичну інфраструктуру, її підприємства / активи останнім часом, поряд з безпековим аспектом, часто пов'язують з ринковою позицією, цінністю та репутацією критично важливих підприємств, їх стійкістю та розвитком [22]. Це забезпечується багаторівневим системним підходом, що враховує багато складових елементів, ресурсів тощо. Це означає, що до сучасних умов повинно адаптуватися й управління критично важливими підприємствами / активами / об'єктами, їх ресурсами, тобто враховувати та забезпечувати стійкість та розвиток, застосовуючи надійні підходи до управління.

Для забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів та ефективного

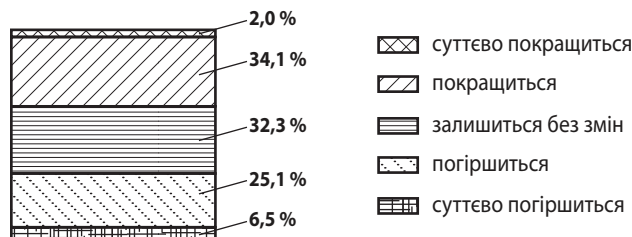


Рис. 3. Очікування змін у фінансово-економічному становищі підприємств

Джерело: за даними [21]

Рентабельність функціонування секторів / підсекторів критичної інфраструктури за 2021–2024 рр.

Показники	2021	2022	2023	2024
Усього, %	12,6	3,3	8,0	5,7
<i>Сектори / підсектори з найвищою рентабельністю</i>				
Сільське, лісове та рибне господарство	40,3	20,0	12,0	22,7
Інформація та телекомунікації	15,6	12,9	15,8	15,8
Промисловість	11,2	0,8	4,7	7,4
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	7,1	0,8	6,6	5,3
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	5,8	2,7	9,7	4,0
<i>Сектори / підсектори з найнижчою рентабельністю</i>				
Фінансова та страхова діяльність	8,8	- 2,7	2,8	- 56,9
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0,0	3,2	- 0,2	- 0,9
Надання інших видів послуг	3,5	5,1	4,0	- 2,3

Джерело: за даними [4; 14; 15]

управління такими процесами необхідним є мати у своєму розпорядженні певні види ресурсів. Для забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів пропонуємо розглянути чотири основні види ресурсів, що є важливими для належної організації забезпечення та постійної підтримки реалізації зазначених процесів. На нашу думку це фінансові, людські, техніко-технологічні та інформаційні ресурси. Як свідчить світовий та вітчизняний досвід прибуткової діяльності підприємств, ці ресурси зараз є вагомими для забезпечення цінності активів / мереж / об'єктів / підприємств критичної інфраструктури та їх стейкхолдерів, для безперервного функціонування, швидкого відновлення КІ. Також цим ресурсам можливо надати кількісну оцінку, визначити локальний вплив, оцінити будь-які взаємозв'язки або взаємодії між ними.

Тобто для результативного та ефективного забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів та управління ними, а саме,  $L$ -ї кількості зазначених процесів на підприємствах / активах / об'єктах потрібно мати певні види ресурсів. Також у прийнятному для критично важливих підприємств / активів / об'єктів рівні стійкості та розвитку, що дозволить ефективно та результативно забезпечувати зазначені процеси, управляти ними може бути декілька певних альтернативних варіантів поєднання цих ресурсів. Тому в процесі забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів та управління зазначеними процесами треба приймати рішення щодо найоптимальнішого типу організації зазначених процесів з мінімальними витратами за умови ефективного та результативного управління.

З огляду на багатоваріантність рішень, досягнення прийнятного рівня стійкості та розвитку може забезпечуватися через різні комбінації ресурсів. Це обумовлює необ-

хідність оптимізаційного підходу до вибору найефективнішої конфігурації ресурсного забезпечення з урахуванням критерію мінімізації витрат та забезпечення належної якості процесів. Таким чином, цільова функція набору задач пошуку рішення щодо управління та вибору оптимального серед альтернативних варіантів організації забезпечення стійкості та розвитку підприємств / активів / мереж / об'єктів критичної інфраструктури матиме такий вигляд:

$$\sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J C_j^l \cdot x_j^l \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $l$  – індекс виду (типу) процесу забезпечення стійкості та розвитку підприємства критичної інфраструктури,  $l = 1, L$ ;

$L$  – кількість видів (типів) процесів забезпечення стійкості та розвитку підприємства критичної інфраструктури;

$j$  – індекс різновиду завдань управління, що необхідно вирішити (виконати) для оптимального рівня якості процесів забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів,  $j = 1, J$ ;

$J$  – кількість різновидів завдань управління, вирішення (виконання) яких є необхідним для оптимального рівня якості процесів забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів;

$C_j^l$  – економічно виправдана для підприємства / активів / об'єктів критичної інфраструктури собівартість конфігурації процесів / ресурсів для забезпечення стійкості та розвитку, що прийнятне для вирішення (виконання) завдань  $j$ -го різновиду у процесі управління стійкістю та розвитком критично важливих підприємств / активів / об'єктів  $l$ -го виду (типу) таких процесів;

$x_j^l$  – змінна одиниць кількості  $j$ -го різновиду завдань, що необхідно вирішити (виконати) у процесі управління

$l$ -го виду (типу) процесу забезпечення стійкості та розвитку критично важливих підприємств / активів / об'єктів.

Економічний зміст цільової функції (1) полягає у мінімізації сукупних витрат на реалізацію комплексу завдань, необхідних для забезпечення заданого рівня стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури. При цьому змінні  $x_j^i$  відображають інтенсивність або масштаб реалізації відповідних заходів, а параметри  $C_j^i$  – їх вартісну оцінку з урахуванням специфіки процесів. За наявності певних обмежень можна досягти цільової функції (1):

$$\sum_{l=1}^L \sum_{j=1}^J A_{ij}^l \cdot x_j^i \geq B_i, \quad (2)$$

$$x_j^i \geq 0, \quad (3)$$

де  $i$  – індекс виду важливих ресурсів у економічно виправданому для підприємства / активу / об'єкта критичної інфраструктури забезпеченні управління процесами стійкості та розвитку,  $i = 1, 4$  ( $i=1$  – фінансові ресурси;

$i = 2$  – людські ресурси;

$i = 3$  – техніко-технологічні ресурси;

$i = 4$  – інформаційні ресурси);

$A_{ij}^l$  – кількість одиниць  $i$ -го виду ресурсів, потрібних для отримання високих результатів забезпечення стійкості та розвитку при вирішенні (виконанні)  $j$ -го різновиду завдань у процесі управління  $l$ -го виду (типу) процесу забезпечення стійкості та розвитку;

$B_i$  – обсяги наявності  $i$ -го виду ресурсів в економічно виправданих для підприємства критичної інфраструктури процесах забезпечення стійкості та розвитку на основі результативного управління їх чисельністю (тобто  $L$ -ї кількості) процесів.

Система обмежень (2) визначає бюджет ресурсів для рішень та відображає взаємозв'язок між доступними та необхідними ресурсами для виконання завдань. Це дозволяє враховувати практичні обмеження у функціонуванні підприємств / активів / об'єктів критичної інфраструктури, такі як брак фінансових, людських, техніко-технологічних та інформаційних ресурсів.

Ключові особливості такого підходу включають врахування характеристик кількох процесів (з використанням  $L$ -індикатора), що забезпечують мультипроцесний характер забезпечення стійкості та розвитку; інтеграцію різномірних типів ресурсів у єдину систему оптимізації, тим самим дозволяючи оцінювати альтернативні сценарії ресурсного забезпечення.

**Висновок.** Результати дослідження викладені у статті доводять, що ефективність використання ресурсів на підприємствах критичної інфраструктури має спрямовуватися на підвищення резильєнтності самого підприємства, мінімізацію впливу кризових / ризикових факторів, забезпечення безперервності господарських процесів, створення основи для забезпечення стійкості та довгострокового розвитку навіть в умовах нестабільності. Використання запропонованого економіко-математичного підходу для удосконалення системи управління процесами стійкості та розвитку підприємств критичної інфраструктури дозволить підвищити стійкість та загальну продуктивність під-

приємств, надійність і стійкість їх функціонування, ефективно розподілити ресурси.

Перспективами подальших досліджень може бути врахування та оцінка інноваційного ресурсу – когнітивна стійкість систем управління як здатність системи адаптувати рішення на основі потокової аналітики в умовах невизначеності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бабічев А. В. Інформаційна сталість об'єктів критичної інфраструктури регіонів: міжнародний досвід та українські реалії. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 11.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15578447>

2. Бабічев А. В. Розвиток підприємств критичної інфраструктури в умовах інформаційних ризиків та небезпек: внутрішньоуправлінський аспект. *Бізнес навігатор*. 2025. № 6 (83). С. 268–274.

DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.83-44>

3. Гирич С. В. Проблеми підприємств торгівлі в умовах воєнного стану та шляхи їх вирішення. *Економіка та суспільство*. 2024. № 59.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-79>

4. Держстат України // Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk>

5. Магдисюк С. В. Ризики критичної інфраструктури країни. *Бізнес Інформ*. 2024. № 4. С. 300–306.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-4-300-306>

6. Магдисюк С. В., Портна О. В. Аналіз функціонування та розвитку IT-секторів критичної інфраструктури в економіці країни та регіонів. *Проблеми економіки*. 2024. № 3 (61). С. 118–125. URL: [https://www.problecon.com/export\\_pdf/problems-of-economy-2024-3\\_0-pages-118\\_125.pdf](https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2024-3_0-pages-118_125.pdf)

7. Портна О. В., Магдисюк С. В. Інформаційне забезпечення управління критичною інфраструктурою на регіональному рівні. *Ефективна економіка*. 2025. № 5.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.5.25>

8. Портна О. В., Магдисюк С. В. Теоретичний підхід до визначення механізму розвитку критичної інфраструктури. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 14. URL: <https://aeconomics.com.ua/index.php/home/article/view/728/724>

9. Портна О. В., Магдисюк С. В. Удосконалення управління розвитком критичної інфраструктури України на регіональному рівні. *Проблеми економіки*. 2025. № 1. С. 151–157. URL: [https://www.problecon.com/article/?year=2025&abstract=2025\\_1\\_0\\_15\\_1\\_157](https://www.problecon.com/article/?year=2025&abstract=2025_1_0_15_1_157)

10. Пушак Я. Я., Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Безпекова стратегія розвитку критичної інфраструктури в умовах повоєнної відбудови економіки України. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ (серія економічна)*. 2023. № 1. С. 68–78.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2311-844X/2023-1-10>

11. Родченко В. Б. Поточні активи як об'єкт управлінської діяльності менеджменту транспортних компаній, які становлять критичну інфраструктуру регіонів. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. № 15.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17265516>

12. Родченко В. Б. Розвиток підприємств критичної інфраструктури: управління на принципах ESG. *Актуальні проблеми сталого розвитку*. 2025. Т. 2. № 6. С. 111–119.

DOI: [https://doi.org/10.60022/2\(6\)-135](https://doi.org/10.60022/2(6)-135)

13. Родченко В. Б., Рекун Г. П. Управління активами на об'єктах критичної інфраструктури регіонів в умовах традиційних та інноваційних загроз. *Ефективна економіка*. 2025. № 6.

DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.6.15>

14. Статистичний щорічник України за 2023 рік / за ред. І. Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2024. 267 с. URL: [https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication\\_type%3Acollection](https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication_type%3Acollection)

15. Статистичний щорічник України за 2024 рік / за ред. А. В. Макаручка. Київ : Державна служба статистики України, 2025. 273 с. URL: [https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication\\_type%3Acollection](https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication_type%3Acollection)

16. Український бізнес в умовах війни: де знайти ресурси для розвитку // *Економічна правда*. 12 вересня 2024. URL: <https://pravda.com.ua/publications/2024/09/12/719207/>

17. Український бізнес очима керівників та керівниць 2024 // KPMG. URL: <https://kpmg.com/ua/uk/home/insights/2024/11/kpmg-ceo-outlook-2024.html>

18. Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В., Проноза П. В. Ідентифікація елементів критичної інфраструктури: закордонний і вітчизняний досвід. *Бізнес Інформ*. 2025. № 8. С. 47–71.

DOI: [10.32983/2222-4459-2025-8-47-71](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-8-47-71)

19. Чобіток В., Гавриш О. Формування механізму управління ризиками в процесі розвитку критичної інфраструктури України. *Development Service Industry Management*. 2025. № 4. С. 230–237.

DOI: [https://doi.org/10.31891/dsim-2025-12\(31\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2025-12(31))

20. Чобіток В., Чорна Т. Актуальність інформаційних ресурсів в системі управління підприємствами критичної інфраструктури на регіональному рівні. *Актуальні проблеми економіки*. 2025. № 8 (290). С. 210–221.

DOI: [10.32752/1993-6788-2025-1-290-210-221](https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-290-210-221)

21. Як український бізнес адаптується та відновлюється під час війни: результати дослідження у квітні – травні 2024 року // LB.ua. 25 липня 2024. URL: [https://lb.ua/blog/cid\\_center/626058\\_yak\\_ukrainskiy\\_biznes\\_adaptuietsya.html](https://lb.ua/blog/cid_center/626058_yak_ukrainskiy_biznes_adaptuietsya.html)

22. Critical infrastructure: Understanding asset criticality // KPMG. 9 September 2022. URL: <https://kpmg.com/au/en/insights/infrastructure-cities/critical-infrastructure-asset-criticality.html>

23. Consumer Goods & FMCG // Statista. URL: <https://www.statista.com/markets/415/consumer-goods-fmcf/>

## REFERENCES

Babichev A. V. (2025). Informatsiina stalist ob'ektiv krytychnoi infrastruktury rehioniv: mizhnarodnyi dosvid ta ukrainski realii [Information stability of critical infrastructure objects of regions: international experience and Ukrainian realities]. *Aktualni pytannia ekonomichnykh nauk*, 11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15578447>

Babichev A. V. (2025). Rozvytok pidpriemstv krytychnoi infrastruktury v umovakh informatsiinykh ryzykiv ta nebezpek: vnutrishnoupavlinskyi aspekt [Development of critical infrastructure enterprises in conditions of information risks and dangers: internal management aspect]. *Biznes navigator*, 6 (83), 268–274. <https://doi.org/10.32782/business-navigator.83-44>

Chobitok V. & Havrysh O. (2025). Formuvannya mekhanizmu upravlinnia ryzykamy v protsesi rozvytku krytychnoi infrastruktury Ukrainy [Formation of the risk management mechanism in the process of critical infrastructure development of Ukraine]. *Development Service Industry Management*, 4, 230–237. [https://doi.org/10.31891/dsim-2025-12\(31\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2025-12(31))

Chobitok V. & Chorna T. (2025). Aktualnist informatsiinykh resursiv v systemi upravlinnia pidpriemstvamy krytychnoi infrastruktury na rehionalnomu rivni [Relevance of information resources in the management system of critical infrastructure enterprises at the regional level]. *Aktualni problemy ekonomiky*, 8 (290), 210–221. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-290-210-221>

Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Derzhstat Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. <https://stat.gov.ua/uk>

Ekonomichna pravda. (2024, September 12). Ukrainskyi biznes v umovakh viyny: de znaity resursy dlia rozvytku [Ukrainian business in the conditions of war: where to find resources for development]. <https://pravda.com.ua/publications/2024/09/12/719207/>

Hyrych S. V. (2024). Problemy pidpriemstv torhivli v umovakh voiennoho stanu ta shliakhy yikh vyrishennia [Problems of trade enterprises in the conditions of martial law and ways of their solution]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 59. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-79>

Khaustova V. Ye., Trushkina N. V. & Pronoza P. V. (2025). Idenyfikatsiia elementiv krytychnoi infrastruktury: zakordonnii i vitchyzniani dosvid [Identification of critical infrastructure elements: foreign and domestic experience]. *Biznes Inform*, 8, 47–71. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-8-47-71>

KPMG. (2024). Ukrainskyi biznes ochyma kerivnykiv ta kerivnyts 2024 [Ukrainian business through the eyes of CEOs 2024]. <https://kpmg.com/ua/uk/home/insights/2024/11/kpmg-ceo-outlook-2024.html>

KPMG. (2022, September 9). Critical infrastructure: Understanding asset criticality. <https://kpmg.com/au/en/insights/infrastructure-cities/critical-infrastructure-asset-criticality.html>

LB.ua. (2024, July 25). Yak ukrainskyi biznes adaptuietsia ta vidnovliuietsia pid chas viyny: rezultaty doslidzhennia u kvitni – travni 2024 roku [How Ukrainian business adapts and recovers during the war: results of a study in April – May 2024]. [https://lb.ua/blog/cid\\_center/626058\\_yak\\_ukrainskiy\\_biznes\\_adaptuietsya.html](https://lb.ua/blog/cid_center/626058_yak_ukrainskiy_biznes_adaptuietsya.html)

Mahdysiuk S. V. (2024). Ryzyky krytychnoi infrastruktury krainy [Risks of the country's critical infrastructure]. *Biznes Inform*, 4, 300–306. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-4-300-306>

Mahdysiuk S. V. & Portna O. V. (2024). Analiz funktsionuvannia ta rozvytku IT-sektoriv krytychnoi infrastruktury v ekonomitsi krainy ta rehioniv [Analysis of the functioning and development of IT sectors of critical infrastructure in the economy of the country and regions]. *Problemy ekonomiky*, 3 (61), 118–125. [https://www.problecon.com/export\\_pdf/problems-of-economy-2024-3\\_0-pag-es-118\\_125.pdf](https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2024-3_0-pag-es-118_125.pdf)

Maكارчук A. V. (2025). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2024 rik* [Statistical yearbook of Ukraine for 2024]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication\\_type%3Acollection](https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication_type%3Acollection)

Portna O. V. & Mahdysiuk S. V. (2025). Udoskonalennia upravlinnia rozvytkom krytychnoi infrastruktury Ukrainy na rehionalnomu rivni [Improvement of critical infrastructure development management of Ukraine at the regional level]. *Problemy ekonomiky*, 1, 151–157. [https://www.problecon.com/article/?year=2025&abstr act=2025\\_1\\_0\\_151\\_157](https://www.problecon.com/article/?year=2025&abstr act=2025_1_0_151_157)

Portna O. V. & Mahdysiuk S. V. (2025). Informatsiine zabezpechennia upravlinnia krytychnoiu infrastrukturoiu na rehionalnomu rivni [Information support of critical infrastructure management at the regional level]. *Efektivna ekonomika*, 5. <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.5.25>

Portna O. V. & Mahdysiuk S. V. (2025). Teoretynnyi pidkhid do vyznachennia mekhanizmu rozvytku krytychnoi infrastruktury

■  
tury [Theoretical approach to defining the mechanism of critical infrastructure development]. *Aktualni pytannia ekonomichnykh nauk*, 14. <https://a-economics.com.ua/index.php/home/article/view/728/724>

Pushak Ya. Ya., Khaustova V. Ye. & Trushkina N. V. (2023). Bezpekovana stratehiia rozvytku krytychnoi infrastruktury v umovakh povoiennoi vidbudovy ekonomiky Ukrainy [Security strategy of critical infrastructure development in the conditions of post-war reconstruction of the economy of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho derzhavnogo universytetu vnutrishnikh sprav (seriia ekonomichna)*, 1, 68–78. <https://doi.org/10.32782/2311-844X/2023-1-10>

Rodchenko V. B. (2025). Rozvytok pidpriemstv krytychnoi infrastruktury: upravlinnia na pryntsyakh ESG [Development of critical infrastructure enterprises: management based on ESG principles]. *Aktualni problemy staloho rozvytku*, 6(2), 111–119. [https://doi.org/10.60022/2\(6\)-135](https://doi.org/10.60022/2(6)-135)

Rodchenko V. B. (2025). Potochni aktyvy yak ob'ekt upravlinnoi diialnosti menedzhmentu transportnykh kompanii, yaki stanovliat krytychnu infrastrukturu rehioniv [Current assets as an object of management activity of the management of transport companies that constitute the critical infrastructure of regions]. *Ak-*

*tualni pytannia ekonomichnykh nauk*, 15. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17265516>

Rodchenko V. B. & Rekun H. P. (2025). Upravlinnia aktyvamy na ob'ekтах krytychnoi infrastruktury rehioniv v umovakh tradytsiinykh ta innovatsiinykh zahroz [Asset management at critical infrastructure objects of regions in conditions of traditional and innovative threats]. *Efektivna ekonomika*, 6. <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.6.15>

Statista. Consumer Goods & FMCG. <https://www.statista.com/markets/415/consumer-goods-fmcg/>

Verner I. Ye. (2024). *Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2023 rik* [Statistical yearbook of Ukraine for 2023]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication\\_type%3Acollection](https://stat.gov.ua/uk/publications?f%5B0%5D=publication_type%3Acollection)

Стаття надійшла до редакції 05.03.2026 р.

Статтю прийнято до публікації 20.03.2026 р.

Оприлюднено 23.04.2026 р.

---