



<https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.10.082>

УДК 330.46

JEL: D21

**Г.А. МАЖАРА**, д-р філос. з екон., доц.,  
старший науковий співробітник відділу моделювання  
та прогнозування економічного розвитку  
ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України»  
вул. Панаса Мирного, 26, Київ, Україна  
e-mail: SkyDoor13@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1860-756X>

**В.І. ЛУКАШ**, студентка факультету менеджменту та маркетингу  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Берестейський просп., 37, 03056, Київ, Україна  
e-mail: lukasveronika4@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8322-2690>

## **МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ІТ-ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЗОВНІШНЬОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЕКОНОМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА**

---

*Розглянуто виклики для ІТ-підприємств в умовах зовнішньої економічної нестабільності. Запропоновано економіко-математичну модель оцінки рівня економічної безпеки з урахуванням внутрішніх і зовнішніх чинників, яку реалізовано в Python. Надано рекомендації для стратегічного планування і ухвалення управлінських рішень.*

**Ключові слова:** економічна безпека; ІТ-підприємство; моделювання; регуляторні ризики; ринкова нестабільність; Python; інтегральний показник.

---

Ц и т у в а н н я: Мажара, Г., Лукаш, В. (2025). Моделювання економічної безпеки ІТ-підприємства в умовах зовнішньої нестабільності економічного середовища. *Економіка України*. 68. 10(767). 82-100. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.10.082>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2025. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Сучасні ІТ-підприємства функціонують в умовах високої динаміки ринку, зростаючої конкуренції, частих змін у регуляторному полі й нестабільної макроекономічної ситуації. У таких обставинах забезпечення економічної безпеки стає не лише фактором виживання, а й необхідною умовою стратегічного розвитку. Питання економічної безпеки підприємств досліджується з різних позицій, однак кількісна оцінка економічної безпеки за нестабільності зовнішнього середовища для підприємств ІТ-сектору залишається недостатньо опрацьованою. Особливої актуальності це набуває в Україні, де ІТ-сфера є одним з ключових експортоорієнтованих секторів.

У контексті даної теми можна виокремити доробки таких авторів, як О. Сосновська і М. Житар (2019) (структурно-функціональні компоненти безпеки), Т. Ткаченко і А. Гречко (2022) (ринкова нестабільність, оцінка загроз економічної стабільності). Водночас більшість моделей не враховують специфіки цифрової економіки, гнучкості організаційних структур ІТ-компаній та їх високої чутливості до зовнішніх регуляторних змін, що обумовлює потребу в спеціалізованій економіко-математичній моделі, яка б дозволила кількісно оцінювати рівень економічної безпеки ІТ-підприємства.

Економіка України переживає турбулентний період, коли відбувається динамічна зміна як ринкових, так і регуляторних коливань, що прямо впливає на її мікро- і макрорівень. Зосередимося на мікрорівні економіки — підприємстві, дослідимо взаємозалежність усіх факторів і показників його ефективності й прибутковості. Головним індикатором сталості й конкурентоспроможності підприємства є його економічна безпека, яка безпосередньо охоплює багато компонентів, включаючи ефективний аналіз, моніторинг і захист як від внутрішніх, так і від зовнішніх загроз.

Категорія «економічна безпека» та її структурні, функціональні компоненти, зокрема, за рівнями ієрархії управління, вивчаються в Україні відносно недавно — з початку 1990-х років, що обумовлено здобуттям Україною незалежності, формуванням державності, становленням національних економічних інтересів (Зайченко, Коваленко, 2013). Питанню дослідження економічної безпеки на різних рівнях економічної системи приділяли значну увагу досить багато різних науковців. Так, С. Пирожков (2003) розробив методичні рекомендації щодо оцінки рівня економічної безпеки України, які включають визначення основних показників, методики їх вимірювання й аналізу, а також алгоритми моніторингу й управління економічними ризиками на національному рівні. Значний внесок у дослідження економічної безпеки регіонів зробили В. Пономаренко, Т. Клебанова і Н. Чернова (2004), які запропонували економіко-математичні підходи до моделювання безпеки регіонів на основі методів багатовимірного статистичного аналізу, економетричного моделювання і адаптивної фільтрації. Також вони розробили інструменти аналізу ризиків і методики прогнозування змін безпекового статусу регіону, сформулювали управлінські заходи для мінімізації загроз і підвищення стійкості регіональної економіки. Додатково варто відзначити доробки сучасних науковців, які акцентують увагу саме на підприємницькому

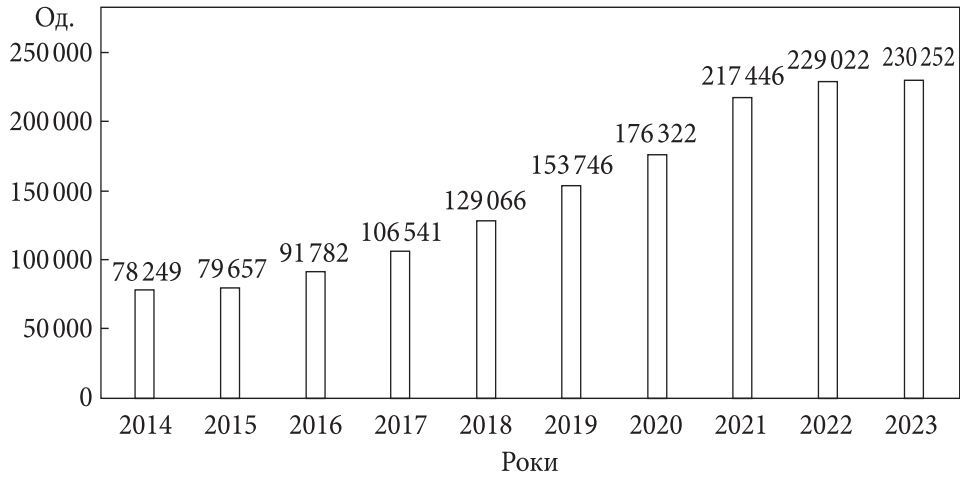
рівні економічної безпеки. Так, Н. Краснокуцька і Г. Коптьова (Krasnokutska, Kortieva, 2019) запропонували методику оцінювання економічної безпеки підприємства на основі інтегрального індексу, що дозволяє комплексно враховувати вплив багатьох показників. У свою чергу, В. Шаталов і Ю. Пасенченко (2022) розробили багатфакторну нечіткомножинну модель, яка дає змогу врахувати невизначеність і динаміку зовнішнього середовища при моделюванні економічної безпеки. На регіональному рівні суттєвий внесок зробила О. Вівчар (2019), яка дослідила специфіку оцінювання економічної безпеки підприємств крізь призму сучасних макротрендів бізнесу. Окремо варто згадати міжнародні праці О. Шевчук із співавторами (Shevchuk et al., 2023), де розроблено підходи до моделювання сталого регіонального розвитку України в умовах кризи та війни, що підкреслює тісний взаємозв'язок між економічною безпекою підприємств і ширшими процесами національної та регіональної стійкості. На окрему увагу заслуговує дослідження В. Сідака (2017), присвячене конкурентній розвідці як одному з ключових інструментів забезпечення економічної безпеки суб'єктів господарювання. Ним проаналізовано методи збирання й обробки конкурентної інформації, їх вплив на ухвалення стратегічних управлінських рішень, визначено основні ризики й загрози, які можна нейтралізувати за допомогою ефективно організованої системи конкурентної розвідки.

Економічна безпека підприємства є складною і багатогранною науковою категорією, яка й досі залишається дискусійною в економічній науці. Проте, незважаючи на значну увагу до цього питання, відсутнє єдине концептуальне бачення її сутності й структури, а за окремими аспектами спостерігаються ще й суттєві розбіжності в підходах і трактуваннях, що створює певні методологічні прогалини у формуванні підходів для факторного аналізу й кількісної оцінки рівня економічної безпеки підприємств.

Своє визначення поняття «економічна безпека підприємства» дала Н. Солюмянюк (2008): це захист діяльності підприємства від негативних впливів зовнішнього середовища, здатність швидко усунути різноманітні загрози чи пристосуватися до існуючих умов, які не позначаються негативно на його діяльності. На її думку, зміст поняття «економічна безпека підприємства» передбачає наявність системи засобів, що забезпечують стабільність підприємства в аспектах його адаптації до впливу зовнішнього середовища, ресурсного забезпечення, якості реалізації функцій управління та ін. З огляду на це, слід виокремити це поняття як функціональну складову стратегічного планування.

Отже, **мета статті** — запропонувати економіко-математичну модель оцінки рівня економічної безпеки ІТ-підприємства з урахуванням внутрішніх параметрів (прибутку, ліквідності, інвестицій), регуляторних ризиків і ринкової нестабільності.

Для досягнення даної мети перевірено вплив кожного з цих факторів за допомогою методів регресійного аналізу, імітаційного моделювання і оптимізації вагових коефіцієнтів. Модель реалізовано в Python, апробацію здійснено на прикладі українських ІТ-компаній.



**Рис. 1.** Динаміка кількості діючих суб'єктів господарювання у сфері ІТ-технологій (комп'ютерне програмування, консультування і пов'язана з ними діяльність) в Україні у 2014—2023 рр., од.

*Джерело:* узагальнено і побудовано авторами за: Топ-компанії, обсяги експорту, стартапи та найбільш затребувані стеки. *AIN.UA*. 2024. URL: <https://special.ain.ua/10-years-of-it-in-ukraine/> (дата звернення: 14.06.2025).

Економічна безпека ІТ-підприємства в цій статті розглядається як інтегрована здатність суб'єкта господарювання забезпечити безперервність своєї діяльності, ефективно реагувати на внутрішні та зовнішні виклики, зберігаючи конкурентні переваги і стратегічну орієнтацію на розвиток. Щоб обґрунтувати вплив ринкової нестабільності на економічну безпеку підприємств, використано статистичні дані, які відображають динаміку розвитку ІТ-сфери в Україні протягом останнього десятиліття. Зокрема, аналіз змін кількості суб'єктів господарювання у сфері комп'ютерного програмування, консультування і суміжної діяльності дозволяє виявити як позитивні тенденції зростання, так і потенційні ризики, що виникають у процесі структурного розширення галузі в умовах нестабільного макроекономічного середовища.

Макроекономічна (ринкова) нестабільність є одним з важливих чинників формування умов для перманентного й ефективного розвитку всіх суб'єктів господарювання в межах національної економіки. Нестабільність провокує невпевненість і недовіру зазначених суб'єктів, що, урешті-решт, негативно впливає на формування нових економічних зв'язків, взаємодію між економічними суб'єктами й загалом формує всі передумови для зниження темпів розвитку національного господарства (Дубина, Поцелуйко, 2024).

За останнє десятиліття кількість ІТ-компаній збільшилася на 41,1 %: у 2014-му їх було 5633, у 2024-му — 7977, отже, середній щорічний темп приросту становив 4,5 %<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Топ-компанії, обсяги експорту, стартапи та найбільш затребувані стеки. *AIN.UA*. 2024. URL: <https://special.ain.ua/10-years-of-it-in-ukraine/> (дата звернення: 14.06.2025).

За даними Державної служби статистики України<sup>2</sup>, протягом 2014—2023 рр. спостерігалася стійка позитивна динаміка кількості діючих суб'єктів господарювання, що працюють у сфері комп'ютерного програмування, консультування з питань інформатизації і суміжних послуг. У 2014 р. в Україні налічувалося 78 249 таких суб'єктів, тоді як у 2023 р. їх кількість досягла 230 252, тобто за досліджуваний період зросла майже в три рази. Найінтенсивніше зростання зафіксоване в період 2018—2021 рр., що збіглося з глобальною цифровізацією, переходом на віддалений формат роботи і збільшенням попиту на ІТ-послуги. Навіть у складних умовах повномасштабної війни, з 2022 р. галузь зберегла позитивну динаміку, що свідчить про її гнучкість, адаптивність і високий експортний потенціал. Ця тенденція наочно підтверджує триваючий цифровий розвиток і трансформацію української економіки, а також зростання попиту на ІТ-послуги.

У цьому контексті постає потреба в побудові формалізованої моделі, що дозволяє кількісно оцінити рівень економічної безпеки з урахуванням не лише внутрішніх характеристик підприємства, а й зовнішніх впливів, які в сучасних умовах часто мають вирішальне значення. Така модель здатна виявити критичні зони ризику і побудувати ефективну стратегію управлінських дій. Аналізуючи поставлену перед собою мету, необхідно підібрати такий системний підхід, який допоможе врахувати як внутрішні, так і зовнішні фактори впливу. З огляду на це доцільно побудувати модель економічної безпеки, яка поєднає всі ключові компоненти в єдиній аналітичній структурі. У спрощеному вигляді її можна подати як функцію

$$EB = f(X, R, M), \quad (1)$$

де  $EB$  — рівень економічної безпеки підприємства, який залежить від трьох основних складових:  $X$  — внутрішній стан компанії (її фінансова результативність, рівень витрат, ліквідність та інвестиційна активність, які формують «внутрішнє ядро» стійкості підприємства);  $R$  — сукупність регуляторних ризиків, що охоплюють можливі зміни у сфері державного регулювання — від податкової політики до загального правового середовища (навіть незначні зміни на цьому рівні можуть кардинально вплинути на економічну модель підприємства);  $M$  — ринкове середовище, яке постійно змінюється (коливання попиту, поява нових конкурентів, зміни валютних курсів — усе це створює додаткову невизначеність і ризику, які потрібно враховувати).

Такий підхід дозволяє не просто фіксувати поточний стан економічної безпеки, а й розробляти адаптивні сценарії реагування на потенційні ризики в умовах нестабільного середовища. Побудована функціональна модель створює аналітичну основу для системної оцінки, де кожна група чинників виконує окрему роль у формуванні загального рівня стійкості підприємства. Отже, доцільно послідовно розглянути кожен компоненту моделі  $EB = f(X, R, M)$ ,

<sup>2</sup> Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 10.06.2025).

щоб деталізувати їх економічний зміст, визначити відповідні індикатори і дослідити їх вплив на загальну економічну безпеку ІТ-підприємства.

У межах вектора  $X$ , що відображає внутрішній стан підприємства, доцільно виокремити низку кількісних показників, які є базовими для діагностики його економічної стійкості. До таких належать:

- прибуток ( $P$ ) — слугує основним джерелом фінансової стійкості підприємства, забезпечує можливість самофінансування і створює резерв для поглинання потенційних втрат, пов'язаних із зовнішніми загрозами. Високий рівень прибутковості також підвищує довіру інвесторів і контрагентів, що прямо впливає на конкурентоспроможність компанії;

- собівартість ( $C$ ) — виступає критичним параметром витратної ефективності. Зростання собівартості без відповідного зростання доходів може свідчити про внутрішні дисбаланси в операційній діяльності або неефективність ресурсного забезпечення. Аналіз цього показника дозволяє вчасно виявити загрози, пов'язані з падінням рентабельності й втратою економічної стійкості;

- ліквідність ( $L$ ) — відображає короткострокову фінансову гнучкість підприємства. В умовах зовнішньої невизначеності й ринкових шоків здатність оперативно покривати поточні зобов'язання постає в центрі уваги. Високий рівень ліквідності забезпечує стабільність грошового потоку і знижує ризик дефолту навіть за негативного сценарію розвитку подій;

- інвестиції ( $I$ ) — свідчать про стратегічну орієнтацію підприємства на розвиток. Їх обсяг і динаміка можуть указувати як на наявність ресурсної бази для зростання, так і на рівень довіри до перспектив компанії з боку зовнішніх і внутрішніх інвесторів, а недостатній обсяг інвестування — сигналізувати, навпаки, про обмеженість можливостей адаптації до мінливого середовища.

На основі цього сформований загальний вектор внутрішніх економічних параметрів ( $X$ ) набирає такого вигляду:

$$X = \begin{pmatrix} P \\ C \\ L \\ I \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Представлення внутрішніх економічних параметрів у формалізованому вигляді створює основу для подальшої математичної інтерпретації у межах комплексної моделі. Наступним етапом є розгляд впливу зовнішніх факторів (регуляторних ризиків і ринкових коливань), які визначають адаптаційні можливості підприємства в умовах нестабільного середовища. Індекс регуляторної нестабільності відіграє одну з ключових ролей у даному дослідженні, оскільки дозволяє кількісно оцінити один з найбільш впливових зовнішніх чинників, що визначають рівень економічної безпеки ІТ-підприємства. Особливість функціонування суб'єктів у сфері інформаційних технологій полягає у високій чутливості до змін нормативно-правового середовища, зокрема податкової, валютної, тру-

дової та фінансової політики. Побудова індексу базується на принципі вагової агрегації, що дозволяє враховувати як частотність законодавчих змін, так і їх відносну важливість для функціонування ІТ-бізнесу. Формула індексу має вигляд:

$$R = \sum_{i=1}^n \alpha_i \times R_i, \quad (3)$$

де  $\alpha_i$  — ваговий коефіцієнт, який визначає впливовість ризику  $i$ -го типу в загальній структурі;  $R_i$  — нормалізоване значення самого ризику, що відображає його частку в загальній кількості. Ваговий коефіцієнт  $\alpha_i$  розраховується за формулою

$$\alpha_i = \frac{k_i \times \omega_i}{\sum (k_i \times \omega_i)}, \quad (4)$$

де  $k_i$  — кількість нормативних змін для певного типу ризику,  $\omega_i$  — суб'єктивна оцінка його важливості за п'ятибальною шкалою.

Така побудова формули дозволяє поєднати частотність змін (як прояв регуляторної нестабільності) з потенційним рівнем їх впливу на бізнес-процеси підприємства. Наприклад, податкові зміни трапляються часто і мають високий пріоритет для бізнесу, отже, вони отримують найбільшу вагу. Натомість рідкісні або менш значущі зміни, як-от адміністративні чи кадрові, матимуть менший вплив у загальному розрахунку. Нормалізоване значення ризику  $R_i$  подається як відношення кількості змін для конкретного типу до загальної кількості змін:

$$R_i = \frac{k_i}{\sum k_i}. \quad (5)$$

Такий підхід дозволяє оцінити частку кожного типу ризику в загальному регуляторному середовищі й запобігає хибному оцінюванню рідкісних явищ. Отже, кожен ризик розглядається не ізольовано, а у відносному контексті — наскільки часто і наскільки вагомо він фігурує в нормативному полі, яке стосується ІТ-сектору. Індекс регуляторної нестабільності  $R$  варіюється в діапазоні від 0 до 1. Значення, ближчі до 1, вказують на високу частоту змін нормативного середовища з високим рівнем важливості.

Побудована модель індексу регуляторної нестабільності є збалансованою у своїй структурі: вона одночасно враховує об'єктивні кількісні характеристики зовнішнього середовища й експертну оцінку їх потенційного впливу. Це дозволяє адаптувати модель до специфіки конкретного ринку, оперативно оновлювати її при зміні зовнішніх умов і вбудовувати як окремий елемент в узагальнену систему управління економічною безпекою підприємства. Проте для формулювання цілісного уявлення про зовнішнє середовище функціонування компанії недостатньо розглядати лише регуляторні фактори. У разі високої динамічності сучасного ринку не менш значущими є й ризикові коливання, які здатні не меншою мірою впливати на економічну стійкість і стратегічну адаптивність підприємства.

У цьому зв'язку доцільним, на нашу думку, є формалізований аналіз ринкових ризиків, зокрема, таких, які пов'язані із зміною попиту на ІТ-пос-

луги, рівнем конкуренції і волатильністю валютного курсу. Для формалізації використано узагальнену модель агрегованого індексу ( $M$ ):

$$M = \sum_{i=1}^m \beta_i \times V_i, \quad (6)$$

де  $V_i$  — нормалізовані показники ринкової волатильності, що відображають динаміку ключових ринкових параметрів;  $\beta_i$  — вагові коефіцієнти, які характеризують відносну значущість кожного з цих параметрів у формуванні загального ризику.

У даному дослідженні до структури показника  $M$  включено три основні складові: волатильність попиту на ІТ-послуги, частку ринку конкурентів (як індикатор рівня конкуренції) і коливання валютного курсу. Кожен з цих чинників було обрано на основі їх критичного впливу на доходи, витрати, інвестиційні рішення й загальну стабільність бізнес-моделі ІТ-підприємства в Україні. Показник волатильності попиту  $V_1$ , який дозволяє оцінити ступінь нестабільності ринку з позиції кінцевого споживчого попиту, визначено через співвідношення стандартного відхилення обсягів реалізованої продукції у галузі до їх середнього значення за ряд років:

$$V_1 = \frac{\sigma}{\bar{X}}, \quad (7)$$

де  $\sigma$  — стандартне відхилення обсягів реалізації;  $\bar{X}$  — середній обсяг реалізації за досліджуваний період.

Другим чинником виступає рівень конкуренції на ринку, що оцінюється за допомогою індексу Герфіндаля — Гіршмана (ННІ). Його значення залежить від концентрації часток компаній на ринку і визначається за формулою

$$\text{ННІ} = \sum_{j=1}^k (s_j)^2, \quad (8)$$

де  $s_j$  — частка  $j$ -ої компанії на ринку;  $k$  — загальна кількість компаній, що враховуються.

Чим меншим є значення ННІ, тим вищий рівень конкуренції, а отже, і вищий потенційний ризик для окремого підприємства в умовах ринкової нестабільності. Шкала градації рівня концентрації залежно від індексу Герфіндаля — Гіршмана має такий вигляд:

ННІ < 1000 — слабкоконцентрований ринок (висока конкуренція);

1000 < ННІ < 1800 — помірно концентрований ринок (середня конкуренція);

ННІ > 1800 — висококонцентрований ринок (низька конкуренція, загроза монополізації) (Окрепкий, Мигаль, 2016).

Останнім компонентом виступає волатильність валютного курсу, яка є особливо важливою для експортоорієнтованих ІТ-компаній, доходи яких здебільшого номінуються в іноземній, а витрати — у національній валюті. Розрахунок даного компонента відбувається аналогічно волатильності попиту — через співвідношення відхилень курсу гривні відносно долара і середнім курсом за досліджуваний період:

$$V_3 = \frac{\sigma_{\text{курс}}}{\bar{X}_{\text{курс}}}, \quad (9)$$

де  $\sigma_{\text{курс}}$  — стандартне відхилення курсу гривні відносно долара;  $\overline{X_{\text{курс}}}$  — середній курс за період аналізу.

Інтегрування цих компонентів у показник  $M$  дозволяє враховувати як динаміку попиту, так і рівень конкурентного навантаження, а також макро-економічні й фінансові коливання протягом періоду аналізу. Це створює передумови для побудови моделі економічної безпеки, адаптованої до сучасних ринкових реалій ІТ-сектору.

Таким чином, економічна безпека ІТ-підприємства ( $EB$ ), з урахуванням проаналізованих компонентів, розглядається як інтегральна функція трьох ключових елементів: стійкості внутрішнього середовища, ступеня впливу регуляторних ризиків і рівня ринкової нестабільності. Формалізуючи цей взаємозв'язок, отримуємо узагальнену модель:

$$EB = \alpha \times f(E) - \beta \times g(R) - \gamma \times h(M), \quad (10)$$

де  $EB$  — інтегральний показник економічної безпеки підприємства;  $f(E)$  — функція внутрішньої стійкості, що враховує фінансові й операційні показники;  $g(R)$  — функція ризиків, зумовлених регуляторною нестабільністю;  $h(M)$  — функція, що відображає вплив ринкових коливань, зокрема волатильність попиту, концентрацію ринку і валютних коливань. Вагові коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  у цій моделі виконують роль інструменту пріоритезації складових залежно від специфіки функціонування підприємства. З огляду на складність і багатофакторність реального економічного середовища, вони не були встановлені емпірично або довільно. Натомість, для підвищення об'єктивності моделі було застосовано метод машинного навчання, зокрема лінійну регресію, яка дозволяє статистично обґрунтувати вплив кожного чинника на результативний показник.

З метою перевірки працездатності запропонованої моделі економічної безпеки ІТ-підприємства було здійснено її програмну реалізацію мовою Python. Такий підхід дозволив не лише формалізувати математичні залежності, а й здійснити симуляційне моделювання, навчання моделей і обчислення інтегрального показника безпеки з урахуванням реальних і змінюваних вхідних параметрів.

**Внутрішні економічні параметри підприємства.** Для кількісного аналізу впливу внутрішніх економічних чинників на рівень економічної стійкості ІТ-підприємства було використано такі ключові показники: прибуток ( $P$ ), собівартість ( $C$ ), ліквідність ( $L$ ) і обсяг інвестицій ( $I$ ). З огляду на різні одиниці вимірювання й масштаби цих показників, усі значення були нормалізовані шляхом логарифмування, що забезпечило порівнянність даних для подальшого математичного моделювання.

На основі імітованих даних, сформованих шляхом додавання незначного випадкового шуму до логарифмованих значень, було побудовано навчальну вибірку для лінійної регресії. Метою навчання було визначення вагових коефіцієнтів  $\alpha$ , що характеризують силу впливу кожного з параметрів на інтегральний показник економічної безпеки підприємства. Модель

продемонструвала здатність відображати взаємозв'язок між внутрішніми параметрами і рівнем стійкості, а отримані ваги  $\alpha$  були використані для розрахунку відповідного інтегрального показника  $f(E)$ . Для практичної реалізації методики дослідження можна було обрати будь-яке підприємство сфери ІТ, але для прикладу об'єктом даного дослідження було обрано типове українське підприємство ТОВ «СОЛЮТЕХ», за яким сформовано такий вектор внутрішніх параметрів:

$$X = \begin{pmatrix} 9\,707,7 \\ 15\,887,8 \\ 1,23 \\ 2\,000 \end{pmatrix}.$$

Цей вектор слугує вихідною основою для подальшого моделювання ризиків і формалізації комплексної оцінки безпеки ІТ-підприємства ТОВ «СОЛЮТЕХ». Значення параметрів можна адаптувати під кожне конкретне ІТ-підприємство для побудови індивідуального профіля економічної стійкості.

**Регуляторна нестабільність.** Для кількісної оцінки регуляторного середовища було враховано частоту змін нормативно-правових актів у ключових напрямках (податкова політика, валютне регулювання, кадрова політика тощо) і експертну оцінку важливості кожного з них. Зокрема, було обчислено добуток частоти змін (позначено як  $k$ ) на ваговий коефіцієнт значущості ( $\omega$ ), після чого проведено нормалізацію отриманих значень. Таким чином, було сформовано два показники:  $\alpha_i$  — частка ваги впливу регуляторного напрямку в загальній структурі й  $R_i$  — частка частоти змін у відповідному регуляторному сегменті. Такий підхід дозволив оцінити, які регуляторні фактори справляють найбільший дестабілізуючий вплив на діяльність підприємства, а також побудувати агрегований індекс регуляторної нестабільності, який дозволяє кількісно оцінити в тому числі й вплив змін у регуляторному середовищі, включаючи податкову, правову, кадрову, валютну та інші сфери.

**Ринкові коливання.** Аналіз ринкової нестабільності базувався на таких трьох ключових показниках: волатильність попиту на ІТ-послуги ( $V_1$ ), динаміка валютного курсу ( $V_2$ ) і рівень ринкової конкуренції, оцінений через індекс Герфіндаля — Гіршмана ( $V_3$ ). Для інтеграції цих показників у один узагальнений індекс ринкових коливань ( $M$ ) було застосовано метод оптимізації. Так, було сформульовано цільову функцію як скалярний добуток вагового вектора  $\beta$  на вектор показників  $V$ , що відображає рівень ринкової дестабілізації. Оптимальні значення вагових коефіцієнтів  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  визначалися шляхом мінімізації від'ємного значення цього добутку (тобто фактично — максимізація індексу  $M$ ) за умови, що сума ваг дорівнює 1. Для цього було використано метод чисельної оптимізації з обмеженнями. Отримані ваги дозволяють ідентифікувати, які саме чинники ринку мають найсуттєвіший вплив на стабільність ІТ-підприємства, що уможливило подальше ухвалення управлінських рішень з урахуванням специфіки ринкової динаміки.

Оптимальні ваги забезпечують урахування специфіки галузі: залежність від зовнішніх валютних коливань, змін попиту і рівня монополізації ринку. В результаті математичної оптимізації вагових коефіцієнтів моделі економічної безпеки для підприємства ТОВ «СОЛЮТЕХ» було отримано такі значення:

- вплив внутрішніх економічних параметрів;
- вплив регуляторних ризиків;
- вплив ринкової нестабільності.

Ці коефіцієнти свідчать про домінуючий вплив регуляторного середовища на рівень економічної безпеки, тоді як внутрішні параметри відіграють важливу, але допоміжну роль. Ринкова нестабільність справляє мінімальний вплив, що може пояснюватися варіативністю симуляцій або умовами узагальнення.

Для проведення моделювання економічної безпеки підприємства ТОВ «СОЛЮТЕХ» і додатково досліджуваних трьох підприємств було використано реальні показники діяльності, отримані з аналітичної платформи YouControl за 2024 р. Для підприємства ТОВ «СОЛЮТЕХ» за підсумками моделювання отримано таке значення інтегрального показника економічної безпеки:

$$EB = (0,3279 \times 2,0187) + (0,6621 \times 0,4842) + (0,01 \times 0,5734) = 0,9882.$$

З метою інтерпретації результатів запропоновано шкалу оцінювання рівня економічної безпеки (табл. 1).

Таким чином, рівень економічної безпеки ТОВ «СОЛЮТЕХ» класифікується як високий, що свідчить про його здатність адаптуватися до умов зовнішньої нестабільності.

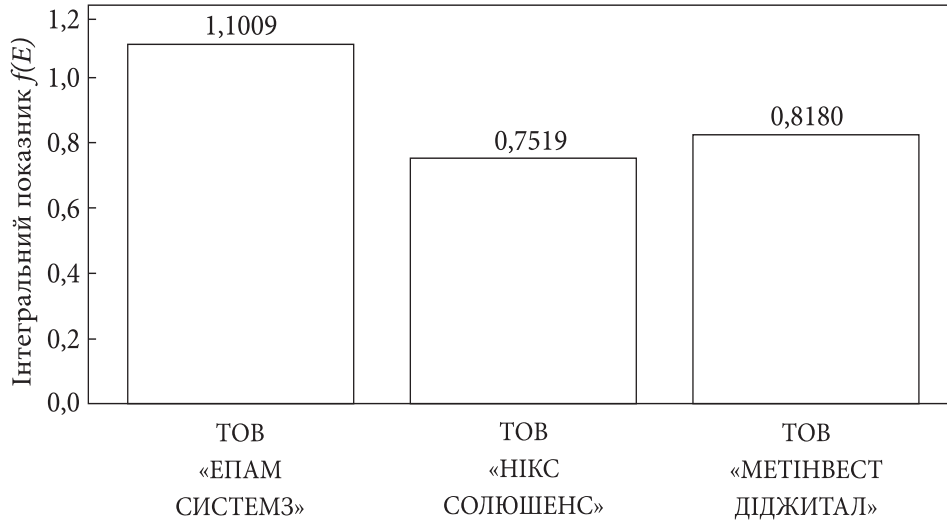
З метою автоматизації процесу оцінювання економічної безпеки було реалізовано програмне забезпечення на мові Python. Програма дозволяє обробляти вхідні дані підприємства й автоматично розраховувати рівень його економічної безпеки. Інструмент складається з таких двох функціональних блоків.

1. Розрахунок інтегрального показника внутрішніх параметрів  $f(E)$  — на основі чотирьох ключових показників (прибутку, собівартості, ліквідності та інвестицій) виконуються логарифмування значень, нормалізація і побу-

Таблиця 1. Класифікація рівня економічної безпеки підприємства (EB)

Категорія рівня	Діапазон EB	Характеристика
Високий	$EB \geq 0,75$	Стабільний, захищений рівень
Середній	$0,5 \leq EB < 0,75$	Досить стійкий, є потреба у внутрішньому моніторингу й аналізі впливу зовнішніх чинників
Низький	$0,3 \leq EB < 0,5$	Нестабільність, присутні ризики як внутрішнього, так і зовнішнього рівня
Вразливий	$EB < 0,3$	Критичний стан

Джерело: розроблено авторами на основі результатів моделювання.



**Рис. 2.** Результати порівняння внутрішніх параметрів підприємств  
Джерело: побудовано авторами за допомогою інструментів Python.

**Таблиця 2. Результати розрахунків показника внутрішніх параметрів підприємства**

Підприємство	$f(E)$
ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ»	1,1009
ТОВ «НІКС СОЛЮШЕНС»	0,7519
ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ»	0,8180

Джерело: узагальнено авторами.

дова лінійної регресійної моделі. Це дозволяє з урахуванням вагових коефіцієнтів визначити цільовий показник внутрішньої стійкості підприємства.

2. Побудова підсумкової моделі  $EB$  і класифікація підприємства — отримані значення (індексу регуляторної нестабільності  $g(R)$  та індексу ринкових коливань  $h(M)$ ) агреговано із застосуванням оптимізованих вагових коефіцієнтів. Результат подано у вигляді інтегрального показника  $EB$ , який далі інтерпретовано відповідно до встановленої шкали рівнів економічної безпеки.

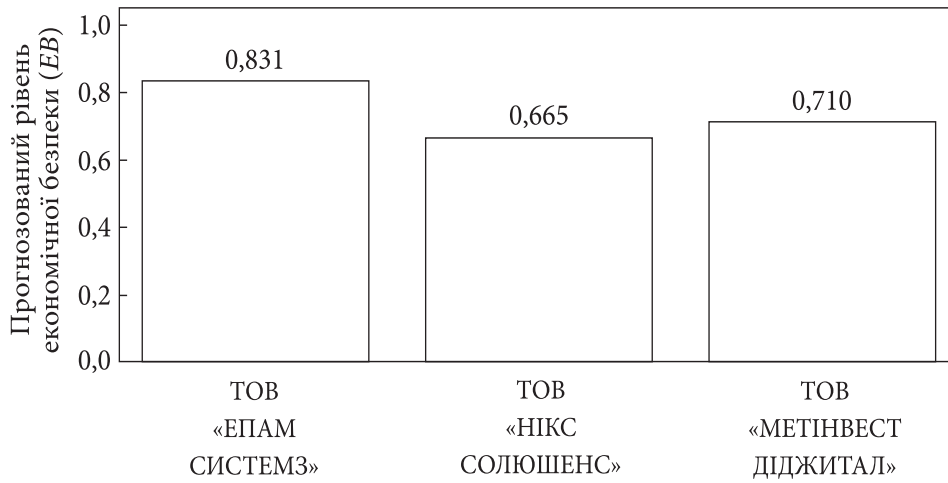
Для розширення дослідження було відібрано три ІТ-компанії, що відрізняються масштабом і профілем діяльності:

ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ» — велика транснаціональна структура з розгалуженою мережею представництв;

ТОВ «НІКС СОЛЮШЕНС» — дистрибутор і системний інтегратор, представник середнього бізнесу;

ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ» — українська ІТ-компанія, що займається цифровою трансформацією промислового бізнесу.

На основі вхідних фінансових параметрів для кожного підприємства було побудовано модель розрахунку (табл. 2).



**Рис. 3.** Змодельований рівень економічної безпеки трьох досліджуваних підприємств  
Джерело: побудовано авторами за допомогою інструментів Python.

**Таблиця 3. Результати моделювання економічної безпеки трьох досліджуваних підприємств**

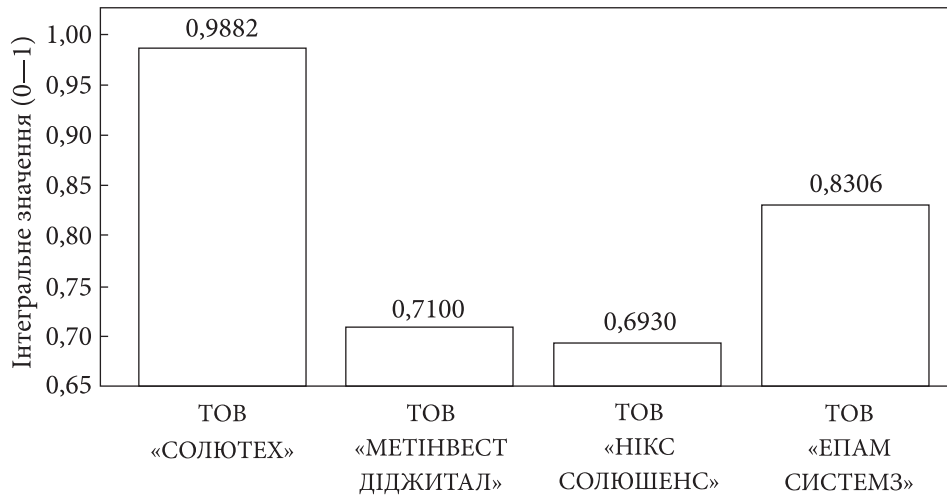
Підприємства	$\alpha$ (внутрішні параметри)	$\beta$ (регуляторні зміни)	$\gamma$ (ринкові коливання)	ЕВ	Класифікація рівня безпеки
ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ»	0,6584	0,3316	0,01	0,8306	Високий — стабільний, захищений рівень
ТОВ «НІКС СОЛЮШЕНС»	0,672	0,318	0,01	0,665	Середній — досить стійке становище, потреба в моніторингу
ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ»	0,6739	0,3161	0,01	0,71	Середній — досить стійке становище, потреба в моніторингу

Джерело: узагальнено авторами на основі власних розрахунків.

Для візуалізації результатів побудовано стовпчасту діаграму інструментами Python (рис. 2).

З метою адаптації моделі до змін зовнішнього середовища для кожного підприємства було проведено серію із 100 симуляцій сценаріїв (випадкових змін ключових показників), на основі яких оптимізовано вагові коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (табл. 3).

Отримані результати (рис. 3) підтверджують наявність різного ступеня стійкості підприємств до впливу зовнішніх і внутрішніх загроз. Високий показник ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ» демонструє ефективну внутрішню політику й адаптацію до регуляторного середовища. Інші компанії мають се-



**Рис. 4.** Порівняльний аналіз інтегрального показника економічної безпеки досліджуваних підприємств

Джерело: побудовано авторами за допомогою інструментів Python.

редній рівень безпеки, що сигналізує про потребу в додатковому аналізі й стратегічних кроках з підвищення стійкості.

Проведене моделювання інтегрального показника економічної безпеки засвідчило, що кожне з досліджуваних підприємств характеризується унікальним профілем впливу внутрішніх факторів, регуляторного середовища і ринкових коливань. Результати дозволили не лише визначити рівень загальної стійкості, а й виявити ключові напрями для посилення економічної захищеності кожного суб'єкта господарювання (рис. 4).

Оскільки економічна безпека формується на перетині стратегічного планування, ефективного управління ризиками й адаптаційної спроможності, подальші рекомендації сформовано з урахуванням виявлених структурних дисбалансів і пріоритетів у розподілі факторного впливу. Для ТОВ «СОЛЮТЕХ» зафіксовано високий рівень економічної безпеки ( $EB = 0,9882$ ), що свідчить про ефективну систему управління ризиками, збалансовану фінансову та інвестиційну політику, а також адаптивність до змін зовнішнього середовища. Проте навіть за позитивного результату підтримка такого рівня вимагає впровадження системи попереджувального моніторингу і посилення стратегічної гнучкості, зокрема, в напрямі регуляторного комплаєнсу і ринкової аналітики.

З метою апробації моделі в умовах несприятливих змін було змодельовано сценарій зниження прибутку підприємства ТОВ «СОЛЮТЕХ» на 15%. На основі розрахунків за допомогою інструментів Python отримано нове значення інтегрального показника економічної безпеки підприємства. Включені до моделі вихідні параметри охоплювали прибуток, собівартість, ліквідність та інвестиційні показники. У результаті прогнозне значення інтегрального показника економічної безпеки склало 0,8777, що відповідає високому рівню безпеки. Це свідчить про стабільність внутрішніх параметрів підприємства навіть за умов зменшення прибутку.

Оптимізовані вагові коефіцієнти факторів моделі мали такі значення:

- фінансовий фактор — 0,6388;
- регуляторний фактор — 0,3592;
- ринковий фактор — 0,0019.

Таким чином, навіть за несприятливих умов підприємство демонструє стійкий і захищений рівень економічної безпеки.

Зменшене значення прибутку підставлялося в базову модель, після чого було здійснено повторний розрахунок логарифмованого вектора, функції, а також агрегованого індексу економічної безпеки. У результаті прогнозоване значення *EB* знизилося до 0,877, що, однак, залишається в межах високого рівня безпеки. Разом з тим зміни структури вагових коефіцієнтів — зростання до 0,6308 і зниження до 0,3592 — підтвердили зміщення акценту моделі на внутрішні чинники як основне джерело дестабілізації.

Така чутливість моделі до коливань внутрішніх параметрів свідчить про необхідність регулярного моніторингу ключових фінансово-економічних показників (прибутковості, ліквідності, оборотності активів) і впровадження сценарного планування з варіативними наборами управлінських рішень у відповідь на негативні тренди.

Отже, у рамках дослідження було отримано такі результати: здійснено програмну реалізацію економіко-математичної моделі оцінювання рівня економічної безпеки ІТ-підприємства на прикладі діяльності ТОВ «СОЛЮ-ТЕХ». Застосування інструментів Python забезпечило автоматизацію розрахунків, імітаційне моделювання сценаріїв, навчання моделей лінійної регресії і точну оцінку ключових параметрів.

Інтегральний показник економічної безпеки було побудовано як функцію трьох компонентів:

- внутрішніх параметрів підприємства (фінансова результативність, ліквідність, інвестиції);
- регуляторного тиску (податкові, кадрові, валютні зміни);
- ринкової нестабільності (волатильність попиту, конкуренція, валютні коливання).

Розраховане значення показника економічної безпеки для ТОВ «СОЛЮ-ТЕХ» склало 0,9882, що свідчить про її високий рівень. У процесі оптимізації моделі встановлено домінуючий вплив регуляторних ризиків ( $\beta = 0,6621$ ), тоді як внутрішні чинники мали вагу  $\alpha = 0,3279$ , а ринкова складова —  $\gamma = 0,01$ . Стрес-тестування з моделюванням зниження прибутку на 15 % показало зменшення інтегрального показника *EB* до 0,877, але він залишився в межах високого рівня безпеки. При цьому зміни вагових коефіцієнтів засвідчили підвищення впливу внутрішніх факторів.

Порівняльне моделювання для трьох інших ІТ-компаній дало такі результати:

- ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ»: *EB* = 0,8306 (високий рівень);
- ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ»: *EB* = 0,071 (середній рівень);
- ТОВ «НІКС СОЛЮШЕНС»: *EB* = 0,665 (середній рівень).

Отримані значення свідчать про різний рівень стійкості підприємств до впливу зовнішніх і внутрішніх ризиків. Запропонована модель довела свою ефективність як аналітичний інструмент стратегічного планування і може бути використана для раннього виявлення критичних зон ризику.

## **ВИСНОВКИ**

Всебічно обґрунтовано, що економічна безпека IT-підприємства є динамічною категорією, яка інтегрує широкий спектр внутрішніх і зовнішніх чинників, зокрема функціональних, ринкових і регуляторних. Встановлено, що внутрішня структура економічної безпеки охоплює сім ключових компонентів: фінансову, інтелектуально-кадрову, техніко-технологічну, політико-правову, інформаційну, екологічну й силову безпеку. Зовнішні складові — ринкова та інтерфейсна безпека — мають особливе значення в умовах цифрової економіки. Запропонована економіко-математична модель дозволила сформулювати кількісну оцінку рівня економічної безпеки на основі трьох складових: внутрішніх параметрів, регуляторної нестабільності й ринкових коливань. Модель була реалізована мовою Python із застосуванням методів логарифмування, лінійної регресії, симуляційного моделювання й оптимізації вагових коефіцієнтів.

Побудована модель дозволила виявити специфіку впливу різних типів факторів на рівень економічної безпеки IT-підприємств. Важливим результатом є виявлення незначного впливу ринкової складової ( $\gamma = 0,01$ ), що підтверджує гіпотезу про більшу чутливість IT-бізнесу до регуляторного середовища, ніж до ринкової кон'юнктури. Така закономірність відрізняється від класичних підходів до системної економічної безпеки, де провідну роль традиційно відводять саме ринковим ризикам.

Підприємство ТОВ «СОЛЮТЕХ» досягло високого рівня інтегрального індексу економічної безпеки. Водночас моделювання негативних сценаріїв продемонструвало зниження внутрішньої стабільності й переорієнтацію моделі на внутрішні фактори ризику. Це, своєю чергою, підкреслює необхідність упровадження системи раннього попередження, застосування сценарного планування і регулярного моніторингу ключових економічних параметрів.

Додаткове моделювання на прикладі ТОВ «ЕПАМ СИСТЕМЗ», ТОВ «НІКС СОЛЮШЕНС» і ТОВ «МЕТІНВЕСТ ДІДЖИТАЛ» дозволило провести порівняльний аналіз і сформулювати диференційовані рекомендації з управління економічною безпекою в умовах регуляторної невизначеності й ринкової мінливості. Встановлено, що ефективна стратегія забезпечення економічної безпеки має враховувати індивідуальну модель ризиків підприємства, рівень його внутрішньої стійкості та гнучкість зовнішньої політики реагування.

Доведено, що ефективне управління економічною безпекою IT-підприємства в умовах сучасних викликів повинно базуватися на системному поєднанні кількісного аналізу, цифрових інструментів, адаптивних стратегій і регулярного контролю динаміки внутрішніх і зовнішніх змін. Запропонована модель може бути використана як аналітична основа для формування політики економічної безпеки, а також для впровадження VI-інструментів контролю й

управління ризиками. Під ВІ-інструментами (Business Intelligence) у цьому контексті розуміються цифрові засоби збирання, обробки, візуалізації та аналізу даних, які забезпечують моніторинг ключових показників, виявлення тенденцій, прогнозування можливих сценаріїв розвитку подій і підтримку ухвалення управлінських рішень. Прикладами таких систем є Power BI, Tableau, Qlik, а також ВІ-модулі ERP-платформ, що дозволяють комплексно оцінювати стан економічної безпеки і своєчасно реагувати на зміни зовнішнього середовища. Таким чином, модель може слугувати також методологічною базою для подальших досліджень у галузі прикладної економічної безпеки.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Сосновська, О., Житар, М. (2019). Аналіз методів оцінки рівня економічної безпеки підприємств. *Бізнес Інформ*. № 1. С. 21—26. URL: [https://www.business-inform.net/export\\_pdf/business-inform-2019-1\\_0-pages-21\\_26.pdf](https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2019-1_0-pages-21_26.pdf)
- Ткаченко, Т., Гречко, А. (2022). Узагальнення методичних підходів оцінювання економічної безпеки промислових підприємств. *Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут»*. № 22. С. 79—82. <https://doi.org/10.20535/2307-5651.22.2022.260154>
- Зайченко, В., Коваленко, С. (2013). Економічна безпека підприємства: сутність та основні складові. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки*. Вип. 23. С. 410—414. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/954dd1a2-c6ec-42e1-88ad-532c2c2fab75/content>
- Пирожков, С. (2003). Методичні рекомендації щодо оцінки рівня економічної безпеки України. Київ, НІПМБ. 42 с.
- Пономаренко, В., Клебанова, Т., Чернова, Н. (2004). Экономическая безопасность региона: анализ, оценка, прогнозирование. Моногр. Харьков, ИД «ИНЖЕК». 144 с.
- Krasnokutska, N., Koptieva, H. (2019). Process Approach to Study Economic Security Components of Trade Enterprises. *European Journal of Economics and Management*. Vol. 5. Iss. 6. P. 91—103. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/36013123-20a7-43b9-9cc4-0d4cd699d062/content>
- Шаталов, В., Пасенченко, Ю. (2022). Моделювання економічної безпеки підприємства з використанням багатофакторної нечіткомножинної моделі. *Наукові праці НТУУ «КПІ»*. Серія: Економіка та управління. Вип. 1. С. 45—52. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/80383e8f-3c36-419a-925b-bfa1b0cd5557/content>
- Вівчар, О. (2019). Специфіка особливостей оцінювання економічної безпеки підприємств в сучасних умовах макротрендів бізнесу: регіональний підхід. *Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України*. Вип. 24. С. 15—21. <https://doi.org/10.35774/rarrpsu2019.24.015>
- Shevchuk, O., Ilyash, O., Mazhara, G., Roshchyna, N., Hrynkevych, S., Lavrov, R., Kozlovskiy, S. (2023). Modelling regional sustainable development in Ukrainian crisis and war. *Problemy Ekorozwoju*. Vol. 18. No. 1. P. 37—50. <https://doi.org/10.35784/pe.2023.1.04>
- Сідак, В. (2017). Конкурентна розвідка в системі економічної безпеки суб'єктів господарювання. *Вчені записки університету "КРОК". Серія: Економіка*. Вип. 45. С. 93—103. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzuk\\_2017\\_45\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzuk_2017_45_16)
- Соломянюк, Н. (2008). Економічна безпека підприємства та критерії її оцінки. Київ, Національний університет харчових технологій. 120 с.
- Дубина, М., Поцелуйко, І. (2024). Сутність макроекономічної нестабільності, причини її виникнення та вплив на функціонування кредитних установ. *Еко-*

номіка та суспільство. Вип. 69. С. 361—368. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-82>

Окрепкий, Р., Мигаль, О. (2016). Методичні аспекти використання кількісних індикаторів концентрації товарного ринку та ступеня його монополізації. *Український журнал прикладної економіки*. Т. 1. № 4. С. 81—88. URL: <https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/16616/1/10.pdf>

Надійшла 17.06.2025

Прорецензована 04.07.2025

Доопрацьована 08.07.2025

Підписана до друку 15.07.2025

## REFERENCES

- Sosnovska, O., Zhytar, M. (2019). Analyzing the Methods of Estimation of the Economic Security of Enterprises. *Business Inform*. No. 1. P. 21-26. URL: [https://www.business-inform.net/export\\_pdf/business-inform-2019-1\\_0-pages-21\\_26.pdf](https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2019-1_0-pages-21_26.pdf) [in Ukrainian].
- Tkachenko, T., Hrechko, A. (2022). Generalization of methodological approaches to assessing the economic security of industrial enterprises. *Economic Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnical Institute"*. No. 22. P. 79-82. <https://doi.org/10.20535/2307-5651.22.2022.260154> [in Ukrainian].
- Zaychenko, V., Kovalenko, S. (2013). The economic security of the enterprise: the nature and main components. *Collection of Scientific Works of Kirovohrad National Technical University. Economic Sciences*. Vol. 23. P. 410-414. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/954dd1a2-c6ec-42e1-88ad-532c2c2fab75/content> [in Ukrainian].
- PyrozHKov, S. (2003). Methodological recommendations for assessing the level of economic security of Ukraine. Kyiv. 42 p. [in Ukrainian].
- Ponomarenko, V., Klebanova, T., Chernova, N. (2004). Economic security of a region: analysis, evaluation, forecasting. Kharkiv. 144 p. [in Russian].
- Krasnokutska, N., Koptieva, H. (2019). Process Approach to Study Economic Security Components of Trade Enterprises. *European Journal of Economics and Management*. Vol. 5, Iss. 6. P. 91-103. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/36013123-20a7-43b9-9cc4-0d4cd699d062/content>
- Shatalov, V., Pasenchenko, Yu. (2017). Modeling economic security using fuzzy-multiple multifactor models. *Actual problems of economics and management*. Vol. 11. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/80383e8f-3c36-419a-925b-bfa1b0cd5557/content> [in Ukrainian].
- Vivchar, O. (2019). Specific features of economic security assessment of enterprises under current conditions of business macrotrends: a regional approach. *Regional aspects of productive forces development of Ukraine*. Vol. 24. P. 15-21. <https://doi.org/10.35774/rarrpsu2019.24.015> [in Ukrainian].
- Shevchuk, O., Ilyash, O., Mazhara, G., Roshchyna, N., Hrynkevych, S., Lavrov, R., Kozlovskiy, S. (2023). Modelling regional sustainable development in Ukrainian crisis and war. *Problemy Ekorozwoju*. Vol. 18. No. 1. P. 37-50. <https://doi.org/10.35784/pe.2023.1.04>
- Sidak, V. (2017). Competitive intelligence in the system of economic security of economic entities. *Scientific Notes of «KROK» University. Series: Economics*. Vol. 45. P. 93-103. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzuk\\_2017\\_45\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzuk_2017_45_16) [in Ukrainian].
- Solomyanyuk, N. (2008). Economic security of an enterprise and criteria for its assessment. Kyiv, National University of Food Technologies. 120 p. [in Ukrainian].
- Dubyna, M., Potseluiko, I. (2024). Essence of macroeconomic instability, causes of its arise and impact on credit institutions. *Economy and Society*. Vol. 69. P. 361-368. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-82> [in Ukrainian].

Okrepkiy, R., Myhal, O. (2016). Methodical aspects of using the quantitative indicators of commodity markets concentration and its degree of monopolization. *Ukrainian Journal of Applied Economics*. Vol. 1. No. 4. P. 81-88. URL: <https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/16616/1/10.pdf> [in Ukrainian].

Received on June 17, 2025

Reviewed on July 4, 2025

Revised on July 8, 2025

Signed for printing on July 15, 2025

*Glib Mazhara*, PhD (Econ.), Associate Professor,  
Senior Research Fellow of the Department  
of Economic Development, Modeling and Forecasting  
Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine  
26, Panas Myrnoho St., Kyiv, 01011, Ukraine  
*Veronika Lukash*, Student of the Faculty of Management and Marketing  
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»  
37, Beresteyskyi Ave., Kyiv, 03056, Ukraine

#### MODELING THE ECONOMIC SECURITY OF AN IT ENTERPRISE UNDER EXTERNAL INSTABILITY OF THE ECONOMIC ENVIRONMENT

A comprehensive economic and mathematical model for assessing the level of economic security of an IT enterprise in the face of external economic instability is presented. The proposed approach covers internal financial and economic indicators such as profit, production cost, liquidity, and investment volume, as well as external factors including regulatory risks, tax and legal changes, and market instability, which manifests through variability in demand, competition, and exchange rate fluctuations.

The approach enables the assessment of the complex interaction between internal and external factors that determine overall enterprise resilience. The model is implemented in Python using methods of logarithmization, normalization, regression analysis, simulation modeling, and weight coefficient optimization. This ensures the formation of an integral indicator of economic security that quantitatively reflects the enterprise's ability to respond effectively to changes in the economic environment and adapt to unpredictable conditions.

The model was tested on several Ukrainian IT companies, confirming its ability to reflect general trends in economic resilience and sensitivity to key risk factors. Comparative analysis across different enterprises made it possible to identify critical internal and external parameters that affect operational security and to formulate practical recommendations for risk management.

The developed model can serve as an analytical tool for strategic planning, assessing economic resilience, and integrating with modern business analytics systems such as Power BI, Tableau, or Qlik Sense, to inform the development of an effective security policy in the digital business environment. This will help increase overall enterprise competitiveness and ensure long-term growth.

**Keywords:** *economic security; IT enterprise; modeling; regulatory risks; market instability; Python; integral indicator.*