

КОНЦЕПТ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ РИЗИКІВ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

©2025 КОРНІЄНКО А. М., ГОРАЛЬ Л. Т.

УДК 338.2:620.9
JEL Classification: C63; D81; L72

Корнієнко А. М., Гораль Л. Т.

Концепт моделювання впливу ризиків на діяльність виробничих підприємств

Здійснивши експертизу наукових підходів щодо концепцій моделювання впливу ризиків на діяльність виробничих підприємств, виявлено їх дуалізм, який засвідчив розвиток концепції системного й інтегрованого моделювання в українських економічних школах і кількісно-ймовірнісну методологію у зарубіжних вчених. У цьому дослідженні запропоновано основу для формування власного концепту моделювання впливу ризиків на діяльність виробничих підприємств, який поєднує системність вітчизняних досліджень і аналітичну точність світових практик. Увагу зосереджено на нафтогазових підприємствах (зокрема, на геологорозвідувальних), які на цей час перебувають у зоні підвищеного ризику. У статті обґрунтовано необхідність розроблення інноваційного концепту моделювання впливу ризиків на діяльність виробничих підприємств, особливо в умовах БАНІ-світу, де традиційні лінійні методи оцінки ризиків є недостатніми. Особливу увагу приділено геологорозвідувальним підприємствам як критичному, високоризиковому елементу національної економіки. На основі аналізу наукових доробок у сфері ризикології запропоновано багатомірну систему показників ризику, згруповану за сімома категоріями: від геологічно-технічних та економічних і фінансових до психологічних і людських та цифрових. Ключовим елементом концепту є інтегральне моделювання, що передбачає використання методів нейромережевого моделювання (MLP, RBF, RNN/LSTM) для розрахунку єдиного інтегрального показника ризиковості. Обґрунтовано застосування самоорганізуючих карт Кохонена (SOM) для кластеризації ризикових профілів (Нейрокарти), візуалізації нелінійних зв'язків та обґрунтування вагових коефіцієнтів, що підвищує репрезентативність моделі. Висвітлено практичне значення концепту, що полягає у формуванні матриці зон ризику на основі інтегрального показника та можливості декомпозиції ризиковості за бізнес-процесами підприємств для здійснення онлайн-контролю та прийняття цільових управлінських рішень.

Ключові слова: ризик, моделювання, нейромережі, кластерний аналіз, інтегральний показник.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-3-193-201>

Рис.: 1. **Табл.:** 3. **Бібл.:** 32.

Корнієнко Андрій Миколайович – аспірант, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна)

E-mail: kugr2014@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4735-2703>

Гораль Ліліана Тарасівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри фінансів, Карпатський національний університет імені Василя Стефаника (вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна)

E-mail: liliana.goral@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6066-5619>

UDC 338.2:620.9
JEL Classification: C63; D81; L72

Kornijenko A. M., Horal L. T. The Conception of Modeling the Impact of Risks on the Performance of Industrial Enterprises

By examining scientific approaches to conceptions of modeling the impact of risks on the activities of manufacturing enterprises, their dualism was revealed, reflecting the development of the conception of systemic and integrated modeling in Ukrainian economic schools and the quantitative-probabilistic methodology among foreign researchers. This study proposes a foundation for developing an original conception of modeling the impact of risks on the activities of manufacturing enterprises, combining the systematic nature of domestic research with the analytical precision of international practices. The focus is on oil and gas enterprises (particularly geological exploration companies) that are currently in a high-risk zone. The article substantiates the need to develop an innovative conception for modeling the impact of risks on the operations of manufacturing enterprises, especially in the context of a BANI world, where traditional linear risk assessment methods are inadequate. Special attention is paid to geological exploration enterprises as a critical, high-risk element of the national economy. Based on the analysis of research in the field of risk studies, a multidimensional system of risk indicators is proposed, grouped into seven categories: from geological-technical and economic-financial to psychological, human, and digital aspects. The key element of the conception is integrated modeling, which involves the use of neural network methods (MLP, RBF, RNN/LSTM) to calculate a unified integral risk indicator. The application of Kohonen self-organizing maps (SOM) is substantiated for clustering risk profiles ("Neuro-maps"), visualizing nonlinear relationships, and substantiating weighting coefficients, which enhances the representativeness of the model. The practical significance of the conception lies in the formation of a risk zone matrix based on the integral indicator and the possibility of decomposing risk levels across business processes of enterprises to enable online monitoring and support targeted managerial decision-making.

Keywords: risk, modeling, neural networks, cluster analysis, integral indicator.

Fig.: 1. Tabl.: 3. Bibl.: 32.

Kornijenko Andriy M. – Postgraduate Student, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (15 Karpatska Str., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine)

E-mail: kugr2014@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4735-2703>

Horol Liliana T. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Professor of the Department of Finance, Vasyl Stefanyk Carpathian National University (57 Shevchenka Str., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine)

E-mail: liliana.goral@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6066-5619>

Вступ. Питання моделювання впливу ризиків на діяльність підприємств є важливим напрямом розвитку сучасної економічної науки, оскільки ризики дедалі частіше розглядаються як системоутворюючий фактор, що визначає ефективність і стійкість бізнес-процесів. У наукових дослідженнях сформовано низку концепцій, які по-різному трактують механізм моделювання ризиків, методи їх кількісної оцінки та вплив на результати господарювання.

Серед українських учених суттєвий внесок у розроблення концепцій моделювання ризиків зробив Віталінський В. В. (2004, 2013) [1; 2], який запропонував системно-динамічну концепцію моделювання ризиків підприємницької діяльності. Учений підкреслює, що ризик має бути відображений у вигляді багатфакторної моделі, де враховуються внутрішні та зовнішні детермінанти. У межах цієї концепції пропонується побудова моделей з урахуванням взаємозв'язку між ризиком, прибутковістю та стійкістю підприємства.

Прохорова В. В та ін. (2024) [3] удосконалили класифікації ризиків з метою підвищення ефективності організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою. У результаті досліджень було проведено ранжування ризиків за видами, а також конкретних загроз, притаманних кожному етапу енергетичного виробництва.

Скіцько В. І. (2012) [4] запропонував концепцію інтегрованого моделювання логістичних ризиків, що враховує вплив ризикових чинників на економічну результативність операційних процесів підприємства. Згідно з цією концепцією, модель ризику має поєднувати статистичні та експертні методи оцінювання, що дозволяє підвищити точність прогнозування наслідків ризикових ситуацій.

Гольцяєва Л. А. (2012) [5] у своїх дослідженнях обґрунтувала концепцію моделювання фінансових ризиків підприємств, що базується на використанні кореляційно-регресійного аналізу для виявлення взаємозв'язків між ризиковими факторами та фінансовими показниками. Автор підкреслює, що моделювання ризиків є необхідною умовою розроблення ефективної стратегії управління фінансовою стійкістю підприємства.

Продіус І. П. (2018) [6] розвинув підхід до побудови інтегральних моделей оцінювання впливу ризиків на діяльність промислових підприємств, зокрема нафтогазового сектора. У межах його концепції ризик розглядається як багатовимірна категорія, вплив якої можна формалізувати через систему економетричних рівнянь. Науковець підкреслює, що саме моделювання є інструментом, який дозволяє перетворити невизначеність у кількісно вимірювану категорію, а отже – керовану.

У зарубіжній науковій традиції переважають кількісні концепції моделювання ризиків. D. Vose (2008) [7] у своїй праці «*Risk Analysis: A Quantitative Guide*» сформулював концепцію ймовірнісного моделювання, засновану на використанні методів Монте-Карло для оцінки розподілу можливих результатів. R. Kaplan і A. Mikes (2012) [8] запропонували концепцію стратифікації ризиків, у межах якої моделі будуються з урахуванням відмінностей між контрольованими, стратегічними та зовнішніми ризиками. Ph. Jorion (2007) [9] розробив концепцію моделі *Value at Risk* (VaR), що дала змогу кількісно вимірювати ризики через статистичні параметри мінливості доходів. T. Aven (2015) [10] запропонував концепцію невизначеності як ядра ризику, акцентуючи увагу на поєднанні кількісного та якісного аналізу. D. Hubbard (2014) [11] розвинув концепцію вимірюваного ризику в межах прикладної інформаційної економіки, що дозволяє моделювати навіть нематеріальні фактори ризику.

Таким чином, аналіз наукових підходів свідчить, що українські дослідники переважно розвивають концепції системного та інтегрованого моделювання, тоді як зарубіжні вчені зосереджуються на кількісних і ймовірнісних методах. Узагальнення цих підходів створює основу для формування власного концепту моделювання впливу ризиків на діяльність нафтогазових підприємств, що поєднує системність вітчизняних досліджень і аналітичну точність світових практик.

Постановка проблеми. У контексті нафтогазової промисловості як однієї із найбільш вразливих до впливу зовнішніх і внутрішніх ризиків, серед яких геополітична нестабільність (війна, зміни регуляторної політики), цінова волатильність на енергоресурси, екологічні та технологічні катастрофи (викиди, аварії, забруднення), перехід до «зеленої» енергетики й тиск з боку ESG (екологічні, соціальні, управлінські стандарти), інформаційна атака, соціальні конфлікти, протестні настрої, традиційні підходи до ризик-менеджменту (лінійні, механістичні) виявляються недостатніми, оскільки не враховують глибину взаємозв'язків і динаміку змін.

Саме тут важливо враховувати концепт моделей VUCA [12] і BANI [13] як системні рамки, які дозволяють описати і зрозуміти контекст, у якому функціонує підприємство. А також, зважаючи на сучасні розвитку цифрових інновацій, які дозволяють обробляти великі обсяги даних, при моделюванні впливу ризиків на діяльність підприємств важливо використовувати методи нейромережевого моделювання, кластерного аналізу та забезпечити візуалізовану подачу результатів моделювання, що, своєю чергою,

дозволить наочно спостерігати за вектором зміни ризиковості в онлайн-режимі.

Викладення основного матеріалу. Модель VUCA дозволяє структурувати ризики за чотирма типами (мінливість, невизначеність, складність, двозначність), а отже, розробляти тактичні та стратегічні управлінські реакції – наприклад, адаптивне планування, сценарний аналіз, цифрові симуляції [14]. BANI, натомість, робить акцент на внутрішню вразливість систем, психоемоційний стан персоналу, нелінійність кризових процесів, що особливо актуально для нафтогазових підприємств у часи глобальних зрушень (COVID-19, війна, кліматичні виклики) [15].

Врахування цих аспектів у науково-методичному підході до моделювання ризиків дає змогу перейти від реактивного до проактивного управління, де ризики не лише ідентифікуються, а й моделюються з урахуванням системних зламів і поведінкових змін. Включення VUCA/BANI в структуру науково-методичного підходу дозволяє:

- формалізувати класифікацію ризиків не лише за джерелами, а й за типами нестабільності (наприклад, крихкість – ризики каскадного обвалу технологій);
- розробити мультифакторні моделі, які враховують динамічні зворотні зв'язки, поведінкові аспекти та вплив медіа-інформаційного середовища;
- змодельовати «чорні лебеді» (Black Swan Events) або «сірі носороги» (Grey Rhinos) – події, які важко передбачити або на які ігнорується увага;
- застосовувати сценарний підхід на основі BANI-матриць, що дозволяє включати соціальні та психологічні чинники (тривожність, когнітивна

перевантаженість персоналу) у моделі прийняття рішень.

Моделі VUCA та BANI [16] вже активно застосовуються у міждисциплінарних дослідженнях стратегічного управління, безпеки, психології організацій та антикризового менеджменту. Це надає підстави інтегрувати їх у формалізовану науково-методичну базу для таких галузей, як нафтогазова.

В умовах швидкозмінних ринків і технологічних революцій традиційні методи аналізу ризиків для нафтогазових підприємств часто виявляються недостатніми. Саме тому формування BANI-матриці стає ключовим елементом інноваційного науково-методичного підходу до моделювання впливу ризиків. Ця матриця дозволяє вийти за рамки класичного аналізу загроз і зосередитися на якісно нових викликах, які є крихкими (Brittle), тривожними (Anxious), нелінійними (Nonlinear) та незбагненними (Incomprehensible) за своєю природою. Замість того, щоб просто кількісно оцінювати ймовірність і наслідки ризиків, BANI-матриця допомагає виявити приховані «чорні лебеді» і сформувати адаптивні стратегії, які забезпечують стійкість підприємства у довгостроковій перспективі.

Побудова BANI-матриці для такого підприємства, як ПрАТ «Карпатське УГР», є критично важливою, оскільки вона переводить абстрактні поняття невизначеності у практичні стратегії реагування. Цей інструмент дозволяє системно оцінити, як геополітичні фактори, цифрові інновації та екологічні вимоги можуть непередбачувано вплинути на діяльність компанії, та розробити інструменти для підвищення її гнучкості й конкурентоспроможності.

Таблиця 1

BANI-матриця для ПрАТ «Карпатське УГР»

Компонент BANI	Характерний виклик для КУГР	Стратегічна відповідь
Brittle (Крихкий)	Залежність від циклів видобутку нафти та газу: економічний спад або політичні рішення можуть миттєво заморозити інвестиції у свердловини, залишаючи компанію без замовлень	Стійкість: диверсифікація послуг, щоб не залежати виключно від бурових робіт. Залучення до проєктів з підтримки старого фонду свердловин та розвідки геотермальних ресурсів
Anxious (Тривожний)	Невизначеність щодо майбутнього вуглеводнів: глобальні тенденції на перехід до відновлюваних джерел енергії створюють психологічний тиск та сумніви у працівників щодо довгострокової стабільності їхньої професії	Емпатія та прозорість: забезпечення відкритого діалогу з персоналом, інформування про стратегічні плани компанії, інвестиції в нові технології та перекваліфікацію фахівців, що зменшує страх перед змінами
Nonlinear (Нелінійний)	Різкий стрибок технологій: невелика, але революційна інновація в сфері геофізичного обладнання або програмного забезпечення може раптово зробити застарілими багаторічні методи роботи, зведення нанівещь попередніх конкурентних переваг	Інтуїтивність: системний моніторинг ринку та наукових розробок. Побудова внутрішньої культури, яка заохочує експерименти та раннє впровадження нових технологій, а не реактивне реагування на дії конкурентів
Incomprehensible (Незбагненний)	Комплексність даних та регулювання: величезні масиви геолого-геофізичних даних та постійно мінливі норми законодавства є надто складними для швидкого аналізу та прийняття рішень, що може призвести до помилок та затримок у роботі	Прозорість та Ясність: Впровадження автоматизованих систем обробки даних (наприклад, з використанням AI для аналізу сейсмічних зображень), що перетворюють складні дані в зрозумілі висновки. Створення системи постійного правового моніторингу

Джерело: сформовано авторами на основі [17; 18; 19]

Проблеми в роботі підприємства, виділені в BANI-матриці для ПрАТ «Карпатське УГР», ґрунтуються на аналізі сучасних ринкових реалій нафтогазової галузі. Наведені проблеми є типовими для багатьох компаній, які працюють у цій сфері, і їхня ідентифікація в контексті BANI-матриці дозволяє краще зрозуміти виклики, з якими стикається ПрАТ «Карпатське УГР» як сучасне підприємство.

Проблема залежності від циклів видобутку та кількох великих клієнтів є типовою для сервісних компаній у нафтогазовій галузі. Обсяги робіт та їхня інтенсивність безпосередньо залежать від інвестиційних планів нафтогазових компаній, які, своєю чергою, реагують на світові ціни на нафту та газ, геополітичну ситуацію, а також внутрішню економічну стабільність. Ця залежність робить бізнес крихким, оскільки будь-який негативний зовнішній фактор може миттєво зменшити попит на послуги, що призведе до простою обладнання та втрати доходів.

Невизначеність щодо майбутнього вуглеводнів є глобальним трендом. Навіть якщо в Україні попит на газ та нафту залишається високим, світова спільнота активно рухається до «зеленої» енергетики. Цей рух створює психологічний тиск на працівників та керівництво. Фахівці, які працюють у галузі понад 40 років, можуть відчувати тривогу щодо майбутнього своїх професій, а молоді спеціалісти можуть не бачити перспектив у цій сфері. Це занепокоєння є реальною проблемою, яка може впливати на мотивацію та утримання персоналу.

Різкий стрибок технологій є характерною рисою сучасної епохи. У нафтогазовій галузі це проявляється

у впровадженні нових методів буріння, нових матеріалів, а також аналітики великих даних (Big Data). Невелика за обсягом інновація (наприклад, новий датчик або алгоритм обробки даних) може надати конкуренту значну перевагу, що призведе до перерозподілу ринку. Пріоритет у такій ситуації отримують ті, хто здатен швидко адаптуватися до нових технологій, а не ті, хто має найбільший досвід, але використовує застарілі методи.

Проблема комплексності даних і регулювання безпосередньо стосується специфіки геофізичних робіт. КУГР оперує величезними обсягами геологічних, геофізичних і технічних даних, які часто є розрізненими та складними для повного аналізу. Без сучасних інструментів, таких як штучний інтелект чи машинне навчання, інтерпретація цих даних стає надзвичайно трудомісткою, а деякі аспекти можуть бути незбагненими для людського розуму. Крім того, складні та мінливі регуляторні вимоги (наприклад, екологічні стандарти та ліцензування) додають ще один рівень незрозумілості та ризику.

Зважаючи на проведені дослідження у сфері ризикології, а також враховуючи основні елементи BANI-моделі світу (крихкість, тривожність, нелінійність, незбагненність), нами запропоновано ключові взаємопов'язані елементи науково-методичного підходу економіко-математичного моделювання впливу ризиків на діяльність геологорозвідувальних підприємств (ГРП). Цей підхід, відображений на рис. 1, має ієрархічну структуру, що забезпечує перехід від детальної кількісної оцінки до інтегрованого управлінського рішення.

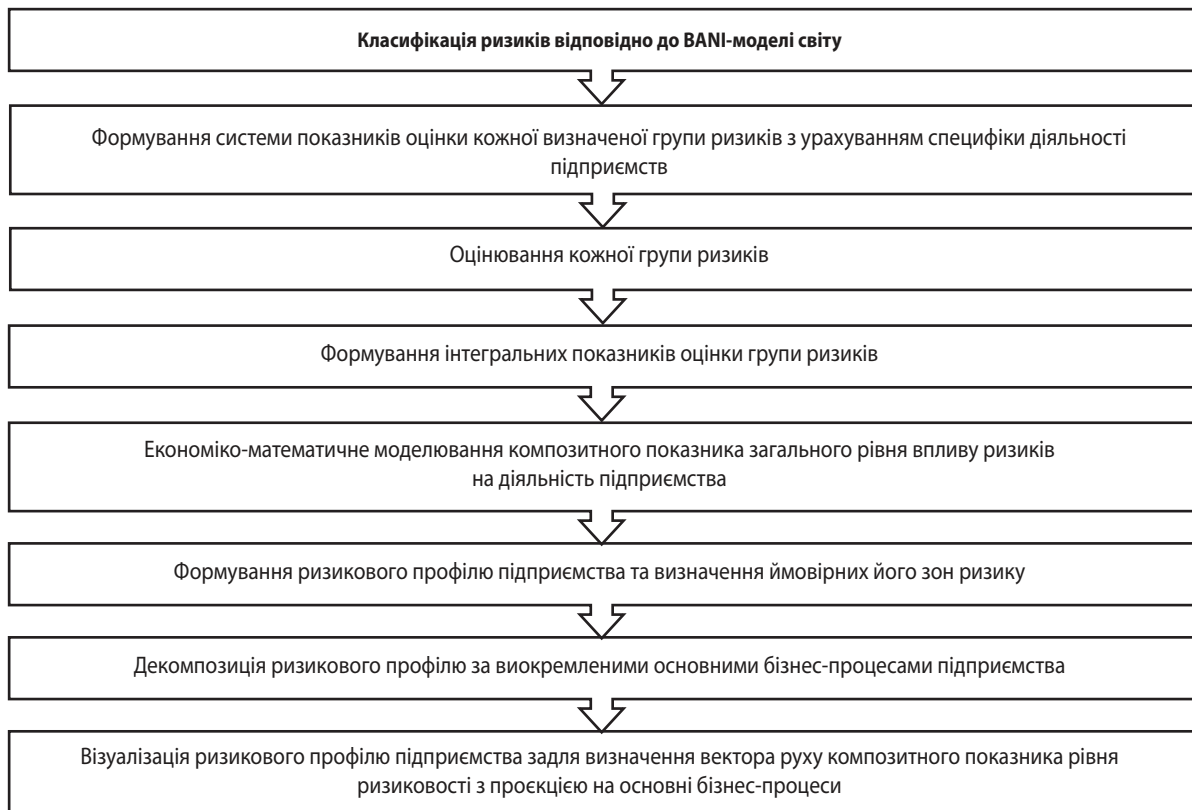


Рис. 1. Етапи науково-методичного підходу економіко-математичного моделювання впливу ризиків на діяльність геологорозвідувальних підприємств

Джерело: сформовано авторами на основі [1–19]

Наступним етапом науково-методичного підходу до моделювання впливу ризиків на діяльність нафтогазових підприємств є формування системи показників для оцінювання ризиків. Цей етап передбачає виокремлення ризиків за групами, що відображають різні аспекти функціонування підприємства: геологічно-технічні ризики, пов'язані з процесами видобутку та буріння; операційні та організаційні ризики, що виникають під час виробничої та управлінської діяльності; економічні та фінансові ризики, включаючи коливання цін, інвестиційні та кредитні ризики; регуляторні та правові ризики, пов'язані з нормативно-правовими змінами та дотриманням законодавства; екологічні та соціальні ризики, що охоплюють вплив на навколишнє середовище та суспільство; психологічні та «людські» ризики, які виникають через поведінкові фактори та помилки персоналу; цифрові та інформаційні ризики, пов'язані з кіберзагрозами та захистом інформаційних систем.

Визначення цих груп базується на комплексному аналізі наукових досліджень у сфері управління ризиками, а також на результатах опитування практиків нафтогазової галузі, що дозволяє інтегрувати як теоретичні, так і прикладні підходи до оцінювання ризиків. Аналіз методологічних підходів до оцінки ризиків виробничої діяльності демонструє комплексний характер інструментарію, розробленого різними науковими школами. У сфері фінансових ризиків, що мають значний вплив на виробництво, український вчений І. О. Бланк систематизував групи ризиків, популяризуючи використання коефіцієнта β та стандартних коефіцієнтів ліквідності та платоспроможності [20]. Школа кількісного аналізу, представлена В. В. Вітлінським, зосередилася на оцінці інвестиційних наслідків ризику через показники VaR (Value at Risk) та Коефіцієнт варіації NPV, тоді як Е. І. Альтман [21] запропонував інтегральний Z-рахунок для оцінки ризику банкрутства. Безпосередньо виробничі та технологічні ризики оцінюються на основі інженерних стандартів: для ризику відмови обладнання ключовими показниками є MTBF (Середній час між відмовами) та Інтенсивність відмов (λ); FMEA-аналіз використовує RPN (Число пріоритету ризику). Українські дослідники,

такі як М. В. Зоря, В. Ф. Райко, О. Г. Янчик [22], акцентують увагу на методи індиксів, який передбачає розрахунок індексу виробничого ризику для кожного виду виробничих ресурсів із метою визначення пріоритетності робіт, тоді як В. Резнікова, Р. Стефанчук [23] акцентують увагу на правових засобах. Геологічні ризики, критичні для видобувної промисловості, кількісно оцінюються показниками, розробленими в руслі геостатистики Ж. Матероном [24], включаючи похибку оцінки запасів та ширину довірчого інтервалу. Супутні ризики також мають свій інструментарій: кадрові ризики оцінюються через рівень плинності персоналу та коефіцієнт частоти травматизму, а цифрові ризики – через частоту кіберінцидентів та середній час виявлення атаки. Таким чином, кожен автор чи школа зробили внесок у формування багатовимірної системи показників для ефективного управління виробничими ризиками. Формування системи показників за зазначеними групами забезпечує структуровану оцінку рівня ризиковості, створює основу для кількісного та якісного аналізу, а також дозволяє впроваджувати ефективні заходи з управління ризиками та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Спираючись на проведений аналіз та систематизацію методологічних підходів до оцінки ризиків, що були розроблені такими провідними вченими, як І. О. Бланк, В. В. Вітлінський, Е. І. Альтман, а також в рамках інженерних шкіл (FMEA, HRA) та галузевих стандартів (геостатистика Ж. Матерона), ми дійшли висновку про необхідність інтеграції різних метрик у єдину, цілісну авторську систему показників оцінки впливу ризиків на діяльність підприємств. Усвідомлюючи, що жоден із наявних підходів не забезпечує вичерпного кількісного виміру впливу всіх груп ризиків – від фінансових (Коефіцієнт β , Z-рахунок) до операційних (MTBF, RPN) та соціальних (Рівень плинності персоналу), – ми пропонуємо ієрархічну модель оцінки, структуровану за шістьма ключовими категоріями впливу. Оцінка впливу ризиків буде проводитися за такими групами показників: геологічно-технічні, операційні й організаційні, економічні та фінансові, регуляторні та правові, екологічні та соціальні, а також психологічні і людські. Їх наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Система показників оцінки ризиків геологорозвідувальних підприємств

Група показників	Показники	Пояснення
1	2	3
Геологічно-технічні ризики	- Ширина довірчого інтервалу. - Похибка оцінки запасів. - Інтенсивність відмов обладнання. - Середній час між відмовами	Ця група відображає ризики, пов'язані з невизначеністю природних ресурсів (геологічна невизначеність) та надійністю виробничих фондів. Високі значення свідчать про нестабільність ресурсного забезпечення та підвищену ймовірність технічних збоїв, що критично впливають на обсяг випуску та операційні витрати
Операційні і організаційні ризики	- Рівень плинності персоналу. - Рівень вакантних посад. - Індекс затримки логістики. - Рівень невідповідностей.	Група оцінює ризики, пов'язані з ефективністю внутрішніх процесів, якістю управління та стабільністю трудових ресурсів. Ці показники є індикаторами можливих збоїв у ланцюгу поставок, погіршення якості продукції та втрати ключових компетенцій через високу плинність кадрів
Економічні і фінансові ризики	- Волатильність ціни. - Середній термін оплати. - Коефіцієнт покриття боргу	Ця група вимірює вплив зовнішньої ринкової нестабільності та внутрішньої фінансової стійкості. Волатильність впливає на виручку, DSO – на ліквідність, а DSCR – на здатність підприємства обслуговувати свої фінансові зобов'язання (ризик неплатоспроможності)

Закінчення табл. 2

1	2	3
Регуляторні і правові ризики	- Частота змін регуляцій. - Рівень невідповідності нормам. - Кількість судових спорів	Показники відображають ризик фінансових і репутаційних втрат, що виникають через недотримання законодавства, часті зміни у правовому полі та нездатність компанії адаптуватися до нових имог (комплаєнс-ризик)
Екологічні і соціальні ризики	- Інцидентність розливів. - Співвідношення штрафів до виручки. - Рівень скарг громад	Група оцінює ризики, пов'язані з впливом діяльності підприємства на навколишнє середовище та місцеві спільноти (ESG-ризики). Високі значення цих показників сигналізують про потенційні штрафи, зупинку діяльності та втрату «соціальної ліцензії на діяльність»
Психологічні і людські ризики	- Індекс тривожності персоналу. - Інциденти через стрес. - Плинність через незадоволеність	Специфічна група, що оцінює вплив психологічного стану колективу на операційну безпеку та стабільність. Ці показники прямо корелюють із ризиком людської помилки (Human Error Probability), зниженням продуктивності та зростанням аварійності на виробництві
Цифрові та інформаційні ризики	- Частота кіберінцидентів. - Середній час виявлення атаки. - Коефіцієнт простою систем	Група оцінює вразливість інформаційної інфраструктури, що є критичною для автоматизованого виробництва. Показники відображають частоту та глибину кіберзагроз, які можуть призвести до зупинки виробничих систем і значних фінансових втрат

Джерело: сформовано авторами на основі [20–24]

Для визначення ефективної стратегії зменшення рівня ризиковості діяльності нафтогазових підприємств необхідним є не лише виокремлення окремих груп ризиків, а й узагальнення значень показників рівня ризиковості кожної з них у єдиний інтегральний показник. Це дає змогу сформулювати комплексну оцінку ризикового профілю підприємства та забезпечити основу для розроблення управлінських рішень.

З цією метою можуть бути використані різні методи моделювання інтегральних (композитних, комплексних)

показників, що передбачають агрегування багатокритеріальних даних у зведений індикатор. Серед найбільш поширених підходів виокремлюють методи зваженого сумування, нормалізації та агрегування, багатокритеріальної оцінки, індексного та рейтингового підходів, статистичного та стохастичного моделювання, а також експертного оцінювання. Переваги та обмеження зазначених методів узагальнені у табл. 3.

Водночас аналіз традиційних підходів засвідчує, що, попри їхню аналітичну цінність, вони не завжди здатні

Таблиця 3

Порівняння методів моделювання інтегральних показників

Метод	Суть методу	Переваги	Недоліки
Зважене сумування (Weighted Sum Method, WSM) [25]	Кожному показнику присвоюється вага; інтегральний показник = сума добутків значення на вагу	Простота; наочність	Висока залежність від точності визначення ваг
Нормалізація та агрегування [26]	Приведення показників до єдиної шкали та їх сумування або середнє	Дозволяє порівнювати показники різної природи	Вибір методу нормалізації впливає на результат
Багатокритеріальна оцінка (MCDM) [27]	Оцінка ризику з урахуванням кількох критеріїв одночасно	Враховує різні аспекти ризику; системний підхід	Складність реалізації; потребує експертних даних
Індекси та рейтингування [28]	Показники перетворюються у бальні оцінки, агрегуються в інтегральний індекс	Простота; дозволяє створювати категорії ризику	Може втратити деталізацію; залежить від вибору шкали балів
Статистичне та стохастичне моделювання [29]	Урахування невизначеності та ймовірності ризиків	Дозволяє моделювати варіативність; обґрунтованість прогнозів	Потребує великого обсягу даних; складність розрахунків
Експертне оцінювання [30,31]	Використання думки експертів при обмеженості даних	Використання практичного досвіду; гнучкість	Суб'єктивність; вплив людського чинника
Нейромережеве моделювання [32]	Використання штучних нейронних мереж для виявлення закономірностей між факторами ризику та результатами діяльності підприємства	Висока точність прогнозів; можливість враховувати складні нелінійні залежності; адаптивність	Потребує великого масиву даних; «чорна скринька» (важко інтерпретувати результати); висока обчислювальна складність

Джерело: сформовано авторами на основі [25–32]

адекватно відображати складність і динамічність ризикового середовища нафтогазових підприємств, яке характеризується високим рівнем невизначеності, багатофакторністю та нелінійними взаємозв'язками.

Саме тому доцільним є звернення до інноваційних методів, зокрема застосування технологій штучного інтелекту та нейромережевого моделювання. Використання таких підходів дозволяє підвищити точність прогнозування, врахувати приховані залежності між різними групами ризиків, моделювати сценарії їхнього розвитку та забезпечити адаптивність системи оцінювання до змін зовнішнього і внутрішнього середовища підприємств.

З метою забезпечення стійкості та надійності прогнозних результатів подальша робота буде зосереджена на реалізації моделювання ІП за допомогою трьох ключових нейромережевих методів: Багатошарового перцептрона (MLP), Мереж з радіально-базисними функціями (RBF) та Рекурентних нейронних мереж (RNN), зокрема, їхнього варіанта LSTM, для врахування динаміки ризиків у часі. Після завершення етапів навчання та валідації кожної моделі буде проведено перевірку їхньої адекватності та порівняльний аналіз точності прогнозування. Це дозволить обрати найбільш ефективну модель для практичного розрахунку інтегрального показника ризику та його подальшого використання у розробленій матриці зон ризику.

Наступним важливим етапом у побудові ризикового профілю підприємства та визначенні його зон ризику стане використання Самоорганізуючих карт Кохонена (Self-Organizing Maps, SOM). Хоча SOM не є безпосереднім інструментом для розрахунку самого Інтегрального Показника (ІП), вона слугує потужним інструментом перепрацювання та візуалізації великих масивів багатомірних вхідних даних (показників ризику). Основне завдання SOM полягає у кластеризації та візуалізації ризикових профілів (Нейрокарти). Це дозволить нам виявити приховані закономірності у даних, автоматично згрупувати схожі за рівнем ризику періоди або проекти та чітко визначити, які саме показники є найбільш впливовими в різних зонах ризику (наприклад, що викликає перехід із допустимої зони до критичної). Отримані результати візуалізації та кластеризації, зокрема, інформація про значущість та взаємозв'язок показників у різних кластерах, будуть використані для обґрунтованого зважування вхідних показників у фінальній моделі багатошарового перцептрона (MLP), що підвищить точність та інтерпретованість кінцевого Інтегрального Показника.

Завершальним етапом моделювання впливу ризиків на діяльність геологорозвідувальних підприємств є побудова додатка з щоденною діагностикою ризикового профілю підприємства та візуалізацією вектора руху рівня ризиковості підприємства протягом визначеного періоду за запропонованою методикою.

Основною концепцією цього додатка є формування набору даних на вході, на їх основі відбуватиметься розрахунок інтегрального показника ризиковості за запропонованою методикою, потім ми матимемо інтерфейс користувача цього додатка, який відображатиме нам поточний рівень ризиковості на відповідний момент часу, окрім того, буде опція визначення проміжку, за який можна буде побачити вектор руху рівня ризиковості протягом відповідного періоду часу.

Важливо також буде створити опцію декомпонування інтегрального показника рівня ризиковості підприємства за кожним окремим бізнес-процесом. У такому випадку буде забезпечено легкий перехід від стратегічного рівня управління до операційного, і при цьому зв'язок між ними не буде втрачено, що є важливо для комплексного оцінювання діяльності підприємства та бачення повної картини розвитку підприємства.

Висновки. Отже, проведене дослідження було присвячене розробці інноваційного науково-методичного концепту моделювання впливу ризиків на діяльність виробничих підприємств, зокрема, в умовах високої невизначеності, характерних для геологорозвідувальних підприємств (ГРП) та сьогоденного BANI-світу. Отримані результати дозволяють сформулювати низку ключових висновків: обґрунтовано необхідність інтегрального підходу в умовах BANI-світу, оскільки традиційні методики оцінки ризиків виявилися фрагментарними і нездатними відобразити нелінійний, кумулятивний вплив ризиків; розроблено багатомірну систему показників, що охоплює сім критично важливих груп ризиків; визначено ключові елементи концепту інтегрального моделювання, що включають використання Багатошарового перцептрона (MLP), Мереж з радіально-базисними функціями (RBF) та Рекурентних нейронних мереж (RNN/LSTM) для формування єдиного Інтегрального Показника (ІП) ризиковості з обов'язковою перевіркою їхньої адекватності; обґрунтовано використання Самоорганізуючих карт Кохонена (SOM) для класифікації ризикових профілів, візуалізації та забезпечення онлайн-контролю за вектором руху ризиковості; сформовано основу для управлінських рішень через розроблену Матрицю зон ризику та визначено необхідність декомпозиції ризиковості за бізнес-процесами ГРП. Запропонований науково-методичний концепт є теоретичним внеском, який має високий практичний потенціал, тому в подальших дослідженнях буде проведено адаптацію запропонованого методу для геологорозвідувальних підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вітлінський В. В. *Ризикологія в економіці та підприємстві: монографія*. Київ: КНЕУ, 2004. 480 с.
2. Вітлінський В. В. Моделювання економічного ризику: системно-динамічна концепція. *Економіка і прогнозування*. 2013. № 4. С. 7–16.
3. Прохорова В. В., Михальченко Г. Г., Буданов М. П. Класифікація ризиків в аспекті формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Бізнес Інформ*. 2024. № 7. С. 449–459.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-449-459>
4. Скіцько В. І. Концепція інтегрованого моделювання логістичних ризиків підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. № 10. С. 138–146.
5. Гольцяєва Л. А. Концепція моделювання фінансових ризиків підприємств. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2012. № 2. С. 222–226.

6. Продіус І. П. Інтегральна модель оцінювання впливу ризиків на діяльність промислових підприємств нафтогазового сектору. *Економіка та управління підприємствами*. 2018. № 14. С. 87–93.
7. Vose D. *Risk Analysis: A Quantitative Guide*. New York : John Wiley & Sons, 2008. 735 p.
8. Kaplan R. S., Mikes A. Managing Risks: A New Framework. *Harvard Business Review*. 2012. Vol. 90. No. 6. P. 48–60.
9. Jorion Ph. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. New York : McGraw-Hill, 2007.
10. Aven T. *Risk, Uncertainty and Rationality*. New York : Springer, 2015. P. 105–121.
11. Hubbard D. W. *How to Measure Anything: Finding the Value of Intangibles in Business*. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2014. 304 p.
12. Nandram S., Bindlish P. VUCA-Trained: Leading in a Volatile, Uncertain, Complex, and Ambiguous World. *Journal of Leadership Studies*. 2017.
13. Cascio J. *Facing the Age of Chaos*. 2020. URL: <https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d>
14. Чалюк Ю. О. Глобальний соціально-економічний розвиток в умовах VUCA, SPOD, DEST та BANI світу. *Економіка та суспільство*. 2022. № 38.
15. Mitzkus S. BANI: The Next Normal. *The European Business Review*. 2022.
16. Godoy M. F. de, Filho R. Human Resources Management in the BANI World: Adapting Strategies. 2022.
17. Річна інформація емітента цінних паперів за 2022 рік. Київ // ПрАТ «Карпатське УГР». URL: <https://kugr.pat.ua/emittents/reports/year/2022>
18. Річний звіт за 2023 рік. Івано-Франківськ // ПрАТ «Карпатське УГР». URL: <https://edpro.uibki.ua/ua/00138827>
19. Річний звіт за 2024 рік. Івано-Франківськ // ПрАТ «Карпатське УГР». URL: <https://opendatabot.ua/c/00138827>
20. Бланк І. О. *Управління фінансовими ризиками*. Київ : Ніка-Центр, 2005. 600 с.
21. Altman E. I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*. 1968. Vol. 23. No. 4. P. 589–609.
22. Зоря М. В., Райко В. Ф., Янчик О. Г. Вплив виробничих ризиків на безпечність виробничих процесів: аналіз та прогнозування. *Автошляховик України*. 2024. № 1 (278). С. 74–82. <https://repository.kpi.kharkov.ua/entities/publication/99b9d94e-5dc1-4330-9fdf-e0e92af6968b>
23. Резнікова В., Стефанчук Р. Оцінка ризиків у підприємстві та управління ними. *Юридичний журнал «Право України»*. 2018. № 5. С. 101–115.
DOI: 10.33498/louu-2018-05-101
24. Matheron G. *The Theory of Regionalized Variables and Its Applications*. Paris : École nationale supérieure des mines, Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau, 1971. 211 p.
25. Keeney R. L., Raiffa H. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Cambridge : Cambridge University Press, 1993. 580 p.
26. Porter M. E. The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*. 1990. Vol. 68. No. 2. P. 73–93.
27. Saaty T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York : McGraw-Hill, 1980.
28. Altman E. I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*. 1968. Vol. 23, No. 4. P. 589–609.
29. Ulam S., von Neumann J. The Monte Carlo Method. *Journal of the American Statistical Association*. 1951. Vol. 46. No. 253. P. 34–38.
30. Helmer O., Gordon T. J. *Report on a Long-Range Forecasting Study*. Santa Monica, CA : RAND Corporation, 1964.
31. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. *Експертні технології прийняття рішень : монографія*. Київ : ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.
32. Rumelhart D. E., Hinton G. E., Williams R. J. Learning representations by back-propagating errors. *Nature*. 1986. Vol. 323. P. 533–536.

REFERENCES

- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589–609.
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589–609.
- Aven, T. (2015). *Risk, uncertainty and rationality*. Springer.
- Blank, I. O. (2005). *Upravlinnia finansovymy ryzykamy [Financial risk management]*. Nika-Tsentr.
- Cascio, J. (2020). Facing the age of chaos.
- Chaliuk, Yu. O. (2022). Hlobalnyi sotsialno-ekonomichnyi rozvytok v umovakh VUCA, SPOD, DEST ta BANI svitu [Global socio-economic development in the VUCA, SPOD, DEST and BANI world]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 38.
- Godoy, M. F. de, & Filho, R. (2022). Human resources management in the BANI world: Adapting strategies.
- Helmer, O., & Gordon, T. J. (1964). *Report on a long-range forecasting study*. RAND Corporation.
- Hnatiienko, H. M., & Snytiuk, V. Ye. (2008). *Ekspertni tekhnologii pryiniattia rishen [Expert technologies for decision-making] : monohrafiia*. TOV «Maklaut».
- Holtiaieva, L. A. (2012). Kontseptsiiia modeliuвання finansovykh ryzykiv pidpriemstv [The concept of modeling financial risks of enterprises]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii : Ekonomika i menedzhment*, 2, 222–226.
- Hubbard, D. W. (2014). *How to measure anything: Finding the value of intangibles in business*. John Wiley & Sons.
- Jorion, Ph. (2007). *Value at risk: The new benchmark for managing financial risk*. McGraw-Hill.
- Kaplan, R. S., & Mikes, A. (2012). Managing risks: A new framework. *Harvard Business Review*, 90(6), 48–60.
- Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. Cambridge University Press.
- Matheron, G. (1971). *The theory of regionalized variables and its applications*. École nationale supérieure des mines, Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau.
- Mitzkus, S. (2022). BANI: The next normal. *The European Business Review*.
- Nandram, S., & Bindlish, P. (2017). VUCA-Trained: Leading in a Volatile, Uncertain, Complex, and Ambiguous World. *Journal of Leadership Studies*.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73–93.
- Prodius, I. P. (2018). Intehralna model otsiniuvannya vplyvu ryzykiv na diialnist promyslovykh pidpriemstv naftohazovoho sektoru [Integral model for assessing the impact of risks on the activities of industrial enterprises in the oil and gas sector]. *Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy*, 14, 87–93.

- Prokhorova, V. V., Mykhalchenko, H. H., & Budanov, M. P. (2024). Kласyfikatsiia ryzykiv v aspekti formuvannia orhanizatsiino-ekonomichnoho zabezpechennia upravlinnia enerhetychnoiu bezpekoiu pidpriemstv [Classification of risks in the aspect of forming organizational and economic support for managing the energy security of enterprises]. *Biznes Inform*, 7, 449–459. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-449-459>
- Richna informatsiia emitenta tsinnykh paperiv za 2022 rik [Annual information of the issuer of securities for 2022]. (2022). PrAT «Karpatske UHR». <https://kugr.pat.ua/emitents/reports/year/2022>
- Richnyi zvit za 2023 rik [Annual report for 2023]. (2023). PrAT «Karpatske UHR». <https://edrpou.ubki.ua/ua/00138827>
- Richnyi zvit za 2024 rik [Annual report for 2024]. (2024). PrAT «Karpatske UHR». <https://opendatabot.ua/c/00138827>
- Rieznikova, V., & Stefanchuk, R. (2018). Otsinka ryzykiv u pidpriemnytstvi ta upravlinnia nymy [Risk assessment in entrepreneurship and their management]. *Yurydychnyi zhurnal «Pravo Ukrainy»*, 5, 101–115. <https://doi.org/10.33498/louu-2018-05-101>
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323, 533–536.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Skitsko, V. I. (2012). Kontseptsiiia intehrovanooho modeliuвання lohistychnykh ryzykiv pidpriemstva [The concept of integrated modeling of logistic risks of the enterprise]. *Aktualni problemy ekonomiky*, 10, 138–146.
- Ulam, S., & von Neumann, J. (1951). The Monte Carlo method. *Journal of the American Statistical Association*, 46(253), 34–38.
- Vitlinskyi, V. V. (2004). *Ryzykologhiia v ekonomitsi ta pidpriemnytstvi [Riskology in economics and business]* : monohrafiia. KNEU.
- Vitlinskyi, V. V. (2013). Modeliuvannia ekonomichnoho ryzyku: systemno-dynamichna kontseptsiiia [Modeling economic risk: System-dynamic concept]. *Ekonomika i prohnozuvannia*, 4, 7–16.
- Vose, D. (2008). *Risk analysis: A quantitative guide*. John Wiley & Sons.
- Zoria, M. V., Raiko, V. F., & Yanchyk, O. H. (2024). Vplyv vyrobnychykh ryzykiv na bezpechnist vyrobnychykh protsesiv: analiz ta prohnozuvannia [Influence of production risks on the safety of production processes: Analysis and forecasting]. *Avtoshliakhovyk Ukrainy*, 1(278), 74–82. <https://repository.kpi.kharkov.ua/entities/publication/99b9d94e-5dc1-4330-9fdf-e0e92af6968b>

Стаття надійшла до редакції 20.08.2025 р.

Статтю прийнято до публікації 04.09.2025 р.

■