

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2026-354-10>

УДК 338.24:330.15

JEL classification: Q56, O31, D81, Q01, M11

ШАБАНОВ Руслан

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,

<https://orcid.org/0009-0000-0535-6282>

e-mail: [shabanovruslan001@gmail.com](mailto:shabanovruslan001@gmail.com)

## УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

*У статті досліджено еволюцію управлінських концепцій та визначено особливостей формування економічної безпеки будівельних підприємств на різних етапах розвитку управлінської думки, а також запропоновано інтегровану модель забезпечення економічної безпеки, що враховує сучасні виклики та можливості. Виокремлено особливості формування економічної безпеки будівельних підприємств у контексті еволюції управлінських концепцій. Доведено, що в умовах еволюції управлінських концепцій економічна безпека трансформується з допоміжної захисної функції в стратегічно важливий елемент системи управління. Зазначено, що ефективне забезпечення економічної безпеки є ключовою передумовою конкурентоспроможності, інноваційної привабливості та довгострокової стабільності будівельних підприємств.*

*Проаналізовано трансформацію підходів до забезпечення економічної безпеки від класичних до сучасних моделей управління. Визначено ключові етапи розвитку управлінської думки та їх вплив на систему економічної безпеки будівельних підприємств. Виділено ключові компоненти економічної безпеки будівельних підприємств, що формувалися та трансформувалися впродовж певного часового інтервалу. До таких компонент віднесено фінансову, техніко-технологічну, кадрову, інформаційну, правову, екологічну та ринкову безпеки, також окреслено напрями управлінських рішень та специфіку для будівництва.*

*Доведено, що формування економічної безпеки будівельних підприємств на основі еволюції управлінських концепцій передбачає перехід до інтегрованої, стратегічно орієнтованої та ризик-адаптивної системи управління, яка забезпечує стійкість, конкурентоспроможність і довгостроковий розвиток підприємств будівельної галузі. Побудовано інтегровану модель формування економічної безпеки, що враховує еволюційні зміни управлінських концепцій та специфіку будівельної галузі, а також сучасні виклики цифровізації, сталого розвитку. Застосування такої моделі створює передумови для своєчасної ідентифікації ризиків, підвищення керованості складних будівельних процесів та зміцнення стійкості підприємств до впливу зовнішніх і внутрішніх чинників.*

*Ключові слова: управління, інноваційно-екологічні ризики, сталий розвиток, підприємство, інновації, екологія.*

SHABANOV Ruslan

V. N. Karazin Kharkiv National University

## MANAGEMENT OF INNOVATION AND ENVIRONMENTAL RISKS OF ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

*The article examines the evolution of management concepts and identifies the features of the formation of economic security of construction enterprises at various stages of the development of management thought, as well as proposes an integrated model of ensuring economic security that takes into account modern challenges and opportunities. The peculiarities of the formation of economic security of construction enterprises in the context of the evolution of management concepts are highlighted. It is proved that in the conditions of the evolution of management concepts, economic security is transformed from an auxiliary protective function into a strategically important element of the management system. It is noted that effective provision of economic security is a key prerequisite for competitiveness, innovative attractiveness and long-term stability of construction enterprises.*

*The transformation of approaches to ensuring economic security from classic to modern management models is analyzed. The key stages of the development of managerial thinking and their impact on the system of economic security of construction enterprises are determined. The key components of the economic security of construction enterprises, which were formed and transformed during a certain time interval, are highlighted. These components include financial, technical-technological, personnel, information, legal, environmental and market security, as well as outlines the directions of management decisions and specifics for construction.*

*It is proven that the formation of economic security of construction enterprises based on the evolution of management concepts involves the transition to an integrated, strategically oriented and risk-adaptive management system that ensures stability, competitiveness and long-term development of enterprises in the construction industry. An integrated model of the formation of economic security is built, which takes into account the evolutionary changes in management concepts and the specifics of the construction industry, as well as the modern challenges of digitalization and sustainable development. The application of such a model creates prerequisites for timely identification of risks, improving the manageability of complex construction processes and strengthening the resilience of enterprises to the influence of external and internal factors.*

*Keywords: economic security, construction enterprises, management concepts, management evolution, security system.*

Стаття надійшла до редакції / Received 04.04.2026

Прийнята до друку / Accepted 30.04.2026

Опубліковано / Published 28.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© ШАБАНОВ Руслан

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

В умовах глобального економічного розвитку, орієнтованого на принципи сталості, традиційні підходи до інноваційної діяльності підприємств потребують трансформації у відповідь на сучасні виклики. Однією з ключових проблем є необхідність поєднання впровадження інновацій із мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище.

Сучасні умови господарювання характеризуються високим рівнем невизначеності, що обумовлює необхідність комплексного управління ризиками, пов'язаними з інноваційною та екологічною діяльністю підприємств. Інноваційні процеси, спрямовані на технологічне оновлення та підвищення конкурентоспроможності, супроводжуються значними ризиками, пов'язаними з фінансовими витратами, технологічною невизначеністю та можливими соціально-економічними наслідками. Паралельно екологічні параметри діяльності підприємств набувають стратегічного значення у контексті глобальних викликів сталого розвитку, зокрема зміни клімату, ресурсних обмежень та посилення регуляторних вимог [1].

Поєднання інноваційної активності та екологічної відповідальності формує новий тип ризиків – інноваційно-екологічні, які потребують системного аналізу та моделювання. Їхня специфіка полягає у взаємозалежності технологічних рішень та екологічних наслідків, що ускладнює процес управління та вимагає інтеграції економічних, соціальних і природоохоронних факторів у єдину систему стратегічного планування. У цьому контексті особливого значення набуває управління інноваційно-екологічними ризиками із застосуванням математичних моделей, здатних кількісно оцінювати рівень ризиків, прогнозувати можливі сценарії розвитку та визначати оптимальні управлінські стратегії. Такий підхід забезпечує довгострокову стійкість підприємства, його адаптивність до змін зовнішнього середовища та відповідність принципам сталого розвитку.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сучасні умови господарювання характеризуються високим рівнем невизначеності, що зумовлює необхідність формування нових підходів до управління ризиками. Особливого значення набуває поєднання інноваційних та екологічних аспектів у стратегічному розвитку підприємств, адже саме вони визначають здатність підприємств адаптуватися до глобальних викликів і забезпечувати сталість функціонування.

У дослідженні [2] акцентується увага на моделюванні системи управління екологічними ризиками агрохолдингів з урахуванням цінностей сталого розвитку. Автори доводять, що ефективне управління ризиками можливе лише за умови інтеграції екологічних пріоритетів у стратегічні цілі підприємства. Це узгоджується з положеннями колективної монографії [3], де підкреслюється необхідність комплексного врахування управлінських, ресурсних та безпекових аспектів у діяльності підприємств.

Принципи управління сталим розвитком як стратегічний орієнтир підвищення конкурентоспроможності підприємства виокремлено в [4]. Автор наголошує, що інтеграція екологічних та інноваційних факторів у систему управління дозволяє не лише мінімізувати ризики, але й формувати довгострокові конкурентні переваги. Подібні висновки зроблено авторами в [5], які аналізують управління екологічними ризиками у системі стратегічного управлінського обліку підприємства. Вони підкреслюють важливість циркулярної економіки як інструменту зниження екологічних загроз та оптимізації ресурсного використання.

У дослідженні [6] доведено, що управління екологічними ризиками має бути інтегрованим у стратегію розвитку промислових підприємств. Це дозволяє забезпечити відповідність міжнародним стандартам екологічного менеджменту та підвищити стійкість бізнесу до зовнішніх викликів. Філіппов В.Ю. в [7] акцентує увагу на управлінні ризиками підприємств сталого розвитку в умовах невизначеності та трансформаційного середовища, підкреслюючи роль моніторингу та адаптивних стратегій.

Міжнародні джерела також підтверджують актуальність проблематики. У документі COSO (2004) «Enterprise Risk Management – Integrated Framework» визначено базові принципи інтегрованого управління ризиками, які можуть бути адаптовані до екологічних та інноваційних викликів [8]. Wei та співавтори в [9] аналізують характеристики підприємств та зовнішні фактори, що впливають на сталу інноваційну діяльність у Китаї, доводячи, що екологічні аспекти є ключовим чинником у формуванні інноваційної політики. Gomes, Kruglianskas та Scherer [10] досліджують управління інноваціями у контексті сталого розвитку, підкреслюючи важливість інтернаціоналізації практик сталого менеджменту. Cui та Vrychko [11] розглядають інноваційний менеджмент підприємств у контексті сталого розвитку, акцентуючи увагу на інтеграції фінансових та екологічних індикаторів у систему управління.

Загальний аналіз джерел та наукових публікацій дозволяє зробити висновок, що управління інноваційно-екологічними ризиками є багатовимірним процесом, який охоплює ідентифікацію ризиків та їх кількісну й якісну оцінку; розробку стратегій реагування, що враховують інноваційні та екологічні аспекти; інтеграцію ризик-менеджменту у стратегічне планування підприємства; використання цифрових технологій для прогнозування та моніторингу ризиків; впровадження екологічного аудиту та сертифікації за міжнародними стандартами. Загалом сучасні наукові дослідження підтверджують, що управління інноваційно-екологічними ризиками є ключовим чинником забезпечення сталого розвитку підприємств.

Поєднання інноваційних технологій із екологічними стандартами дозволяє мінімізувати ризики, підвищити ефективність використання ресурсів та сформувати довгострокові конкурентні переваги. Однак попри значне опрацювання зазначеної проблематики залишається недостатньо дослідженим формування науково-практичних підходів до управління інноваційними та екологічними ризиками в умовах сталого розвитку із застосуванням математичного моделювання.

### **ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ**

Враховуючи вищенаведене, дане дослідження спрямовано на розробку інтегрованої моделі управління інноваційно-екологічними ризиками підприємства на засадах сценарного моделювання, враховуючи сталий розвиток. Це дозволить сформувати більш ефективну систему ризик-менеджменту, здатну забезпечити довгострокову стійкість підприємств.

### **ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Підприємства відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку, оскільки саме вони формують економічну основу суспільства, створюють робочі місця та генерують інноваційні продукти й послуги. Їхня діяльність визначає рівень ресурсоефективності та екологічної безпеки, що безпосередньо впливає на якість життя населення та конкурентоспроможність національної економіки. В умовах глобалізації підприємства стають провідними агентами впровадження екологічно орієнтованих технологій та практик корпоративної соціальної відповідальності. Водночас саме вони є джерелом значних екологічних навантажень, що потребує балансування між економічними інтересами та екологічними вимогами.

Інноваційна активність підприємств забезпечує технологічне оновлення та підвищення ефективності виробництва, проте водночас породжує нові ризики, пов'язані з невизначеністю результатів та можливими негативними наслідками для довкілля. Екологічна складова діяльності, у свою чергу, вимагає системного контролю та інтеграції у стратегічне управління. Впровадження цифрових технологій, біоінновацій, альтернативних джерел енергії та екологічно орієнтованих практик супроводжується невизначеністю щодо їх економічної ефективності, технологічної надійності та соціального сприйняття. Це обумовлює необхідність формування системи управління ризиками, здатної забезпечити баланс між інноваційністю та екологічною безпекою. Управління інноваційними та екологічними ризиками стає не лише елементом корпоративної соціальної відповідальності, а й важливим чинником конкурентоспроможності підприємства.

Управління інноваційно-екологічними ризиками в контексті сталого розвитку представляє собою не просто мінімізацію збитків, а стратегічний процес узгодження економічного зростання з екологічною відповідальністю [12-16]. В умовах переходу до циркулярної економіки, управління інноваційно-екологічними ризиками трансформаційно змінює логіку бізнесу: від «забруднювач платить» до «еко-інновації створюють цінність». Зміст цього процесу розкривається через такі ключові аспекти:

1) дихотомія ризику та можливості: інноваційно-екологічний ризик розглядається як ймовірність негативного впливу нових технологій на довкілля (наприклад, непередбачувана токсичність нових матеріалів) та одночасно як ризик відмови від інновацій, що призводить до втрати конкурентоспроможності через невідповідність екологічним стандартам;

2) інтеграція в концепцію ESG (Environmental, Social, Governance): управління ризиками стає інструментом підвищення інвестиційної привабливості. Так, підприємство може знижувати регуляторні ризики та витрати на еко-податки через мінімізацію «вуглецевого сліду», впровадження Best Available Techniques (найкращих доступних технологій);

3) превентивність та життєвий цикл: зміст управління полягає у переході від очищення «на кінці труби» до еко-дизайну; ризики аналізуються на всіх етапах – від видобутку сировини до утилізації продукту, що відповідає парадигмі сталого розвитку;

4) адаптивність до динамічного законодавства: в контексті European Green Deal, зміст управління ризиками полягає у створенні системи моніторингу, яка дозволяє підприємству випереджати жорсткі екологічні обмеження, трансформуючи їх у технологічну перевагу [14].

Отже, управління інноваційно-екологічними ризиками слід розглядати як механізм забезпечення ресурсної ефективності, де екологічна безпека інновацій є головною умовою довгострокової економічної життєздатності підприємства.

Для побудови дієвої системи управління інноваційно-екологічними ризиками в умовах сталого розвитку необхідно здійснити їх диференціацію за основними групами, що відображають специфіку взаємодії підприємства з економічним, технологічним та екологічним середовищем. Такий підхід дозволяє не лише структурувати ризики, але й створити основу для розробки адаптивних моделей управління, здатних враховувати багатофакторний характер сучасних викликів. Можна виділити три ключові групи інноваційно-екологічних ризиків. Так, регуляторно-адаптивні ризики пов'язані з динамікою законодавчих та нормативних вимог, що визначають умови функціонування підприємства у сфері екологічної безпеки та інноваційної діяльності. Їхня особливість полягає у необхідності постійної адаптації до змін регуляторного середовища, що впливає на стратегічні та операційні рішення. Технологічно-екосистемні ризики виникають у процесі

впровадження нових технологій та інтеграції підприємства у виробничо-екологічні системи. Вони охоплюють невизначеність результатів інновацій, можливі негативні екологічні наслідки та складність прогнозування взаємодії технологічних і природних факторів. Ресурсні ризики зумовлені обмеженістю матеріальних, фінансових та енергетичних ресурсів, що визначають здатність підприємства реалізовувати інноваційні та екологічні проекти. Їхня критичність посилюється глобальними тенденціями дефіциту ресурсів та необхідністю підвищення ефективності їх використання. Поділ інноваційно-екологічних ризиків на регуляторно-адаптивні, технологічно-екосистемні та ресурсні створює методологічну основу для побудови комплексної системи управління. Це дозволяє врахувати взаємозалежність між інноваційною активністю, екологічною відповідальністю та ресурсними обмеженнями, забезпечуючи формування адаптивних стратегій сталого розвитку підприємства.

В умовах високої невизначеності та динамічних змін у зовнішньому середовищі застосування математичних методів для оцінки впливу ризиків набуває особливої актуальності. Вони дозволяють формалізувати багатофакторні процеси, кількісно визначати ймовірність та масштаб можливих негативних наслідків, а також здійснювати сценарний аналіз. Використання математичного апарату забезпечує обґрунтованість управлінських рішень, сприяє оптимізації стратегій розвитку та мінімізації інноваційно-екологічних ризиків. Математичне моделювання стає не просто допоміжним, а фундаментальним інструментом об'єктивної оцінки складних кореляційних зв'язків між інноваційною динамікою та рівнем екологічної безпеки підприємства. Застосування математичного апарату дозволяє здійснити перехід від якісного опису ризиків до їх прецизійної кількісної ідентифікації. Завдяки формалізації багатофакторних і нелінійних процесів, моделювання забезпечує можливість врахування стохастичності та невизначеності зовнішнього середовища, що дозволяє не лише прогнозувати ймовірні наслідки стратегічних рішень, а й здійснювати багатокритеріальну оптимізацію управлінських сценаріїв.

Кількісна оцінка рівня інноваційно-екологічних ризиків та визначення оптимальних управлінських рішень, спрямованих на забезпечення сталого розвитку підприємства, має базуватися на його розгляді як динамічної відкритої системи, що постійно взаємодіє з економічним, технологічним та екологічним середовищем. Це обумовлює його залежність від багатофакторних процесів і динамічних змін зовнішнього середовища, що потребує адаптивних управлінських механізмів та інтеграції економічних, соціальних і природоохоронних аспектів у єдину систему стратегічного розвитку. Тоді можна виділити дві групи змінних, що відображають основні аспекти функціонування підприємства.

Перша група – параметри розвитку та відповідальності підприємства. Вона охоплює інноваційну активність ( $I$ ), що відображає інвестиції у дослідження та розробки, кількість нових технологій і патентів, а також екологічні показники ( $E$ ), які характеризують рівень викидів, енергоефективність та утилізацію відходів. Ці змінні визначають потенціал підприємства до технологічного оновлення, його конкурентоспроможність та екологічну відповідальність у суспільстві.

Друга група – параметри ризику та інтегральної стійкості. До неї належать інтегральний ризик ( $R$ ), що узагальнює ймовірність та масштаб негативних наслідків від інноваційної чи екологічної діяльності, та інтегральний показник інноваційно-екологічної стійкості ( $S$ ), який виступає показником, що в якому поєднуються інноваційні та екологічні результати з урахуванням ризиків. Ці змінні дозволяють кількісно оцінити загрози, визначити допустимі межі управлінських рішень та сформулювати цільову функцію моделі, спрямовану на забезпечення економічного зростання, екологічної безпеки та соціальної відповідальності підприємства. Такий поділ на дві групи змінних забезпечує системність аналізу та комплексний підхід до моделювання інноваційно-екологічних ризиків.

Між цими групами змінних існує взаємозв'язок, який визначає ефективність управління у контексті сталого розвитку. Так, інноваційна активність та екологічні показники формують базу для технологічного оновлення, підвищення конкурентоспроможності та екологічної відповідальності, проте їх реалізація завжди супроводжується певним рівнем невизначеності та потенційними загрозами. Саме тому інтегральний ризик виступає механізмом кількісної оцінки можливих негативних наслідків, а індекс сталого розвитку узагальнює результати інноваційної та екологічної діяльності з урахуванням ризиків, забезпечуючи баланс між економічними, соціальними та природоохоронними цілями. Отже, перша група факторів визначає потенціал і напрям розвитку підприємства, тоді як друга група забезпечує контроль, оцінку та інтеграцію цих результатів у стратегічну модель стійкого функціонування.

Тоді функція інтегрального ризику може бути представлена як функціонал такого виду:

$$R = f(I, E, C), \quad (1)$$

де  $C$  – зовнішні чинники (регуляторні вимоги, ринкові умови, соціальний тиск).

Функція може бути нелінійною, з урахуванням порогових ефектів (наприклад, різке зростання ризику при перевищенні екологічних норм).

Інтегральний показник інноваційно-екологічної стійкості буде визначатися за формулою:

$$S = \alpha I + \beta E - \gamma R, \quad (2)$$

де  $\alpha, \beta, \gamma$  – вагові коефіцієнти, що відображають пріоритети підприємства (наприклад, баланс між інноваціями та екологічною безпекою).

Формула (2) може використовуватися як цільова функція для задачі оптимізації співвідношення інноваційних інвестицій та екологічних заходів:

$$S = \alpha I + \beta E - \gamma R \rightarrow \max, \quad (3)$$

$$\text{за умов } R \leq R_{crit}, B \leq B_{max}, \quad (4)$$

де  $R_{crit}$  – критичний рівень ризику;  $B_{max}$  – бюджетні обмеження.

Інноваційно-екологічні ризики підприємства мають динамічний характер, оскільки їхній рівень та структура змінюються під впливом технологічних новацій, регуляторних вимог та зовнішніх шоків. Вони не є статичними, а постійно еволюціонують у часі, що обумовлює необхідність їхнього безперервного моніторингу та адаптивного управління. Така динамічність проявляється у взаємозалежності між інноваційною активністю та екологічними наслідками, які можуть посилювати або, навпаки, знижувати ризики залежно від обраної стратегії розвитку. Для врахування часової еволюції інноваційно-екологічних ризиків доцільним є використання математичного апарату диференціальних рівнянь, що дозволяє моделювати динаміку ключових змінних у часі. Тоді формалізація процесів оцінки інноваційно-екологічних ризиків у вигляді системи рівнянь матиме вигляд:

$$\frac{dI}{dt} = \varphi(I, B, Pol), \quad (5)$$

$$\frac{dE}{dt} = \psi(E, Tech, Reg), \quad (6)$$

$$\frac{dR}{dt} = \theta(I, E, Sh), \quad (7)$$

де  $Pol$  – управлінська політика підприємства;  $Tech$  – технологічні рішення;  $Reg$  – регуляторні вимоги;  $Sh$  – зовнішні шоки.

Рівняння (5) описує динаміку інноваційної активності підприємства у часі, відображає залежність темпів зростання інновацій від внутрішніх інвестиційних ресурсів та управлінської політики, що визначає пріоритети у сфері досліджень і розробок, та моделює здатність підприємства адаптуватися до ринкових змін через технологічне оновлення. Рівняння (6) характеризує еволюцію екологічних показників підприємства. Воно враховує вплив технологічних рішень та регуляторних вимог на рівень екологічної відповідальності, включаючи скорочення викидів, енергоефективність та утилізацію відходів, що дозволяє оцінити, як зміни у виробничих процесах та нормативному середовищі впливають на екологічну стійкість підприємства. Рівняння (7) описує динаміку інтегрального ризику, що формується під впливом інноваційної активності, екологічних параметрів та зовнішніх шоків. Це дозволяє узагальнити ймовірність та масштаб негативних наслідків, які можуть виникати внаслідок технологічних новацій, екологічних змін чи непередбачуваних зовнішніх факторів. Це рівняння є ключовим для прогнозування ризикових сценаріїв та визначення меж допустимих управлінських рішень. У сукупності система рівнянь забезпечує комплексне моделювання взаємозалежності між інноваційною активністю, екологічними показниками та ризиками, що дозволяє формувати адаптивні стратегії сталого розвитку підприємства.

На основі параметрів розвитку та відповідальності підприємства була побудована матриця генерування сценаріїв управління інноваційно-екологічними ризиками підприємств (рис. 1).

Для систематизації результатів моделювання та наочного представлення можливих траєкторій розвитку підприємства доцільно застосувати табличну форму сценарного аналізу. Такий підхід забезпечує структуроване відображення взаємозв'язку між інноваційною активністю, екологічними показниками та рівнем ризику, інтегруючи їх у єдиний індекс сталого розвитку. Таблична форма дозволяє здійснити порівняння різних стратегічних варіантів, виокремити їхні сильні та слабкі сторони, а також визначити ключові управлінські пріоритети. Вона виступає інструментом системного аналізу, що поєднує кількісні та якісні характеристики, створюючи основу для формування адаптивних стратегій у контексті сталого розвитку. Крім того, табличне представлення результатів моделювання сприяє підвищенню прозорості управлінських рішень, полегшує комунікацію між стейкхолдерами та забезпечує можливість інтеграції отриманих висновків у стратегічне планування підприємства. В табл. 1 наведені чотири базові сценарії розвитку підприємства у контексті сталого розвитку, що ґрунтуються на різному співвідношенні інноваційної активності та екологічних показників. Кожен сценарій характеризується специфічним рівнем ризику та індексом сталого розвитку, що дозволяє здійснити порівняльний аналіз управлінських стратегій.



Рис. 1. Матриця генерування сценаріїв управління інноваційно-екологічними ризиками підприємства  
Джерело: побудовано автором

Таблиця 1.

### Сценарії управління інноваційно-екологічними ризиками підприємств

Сценарій розвитку	Характеристика інноваційної активності (I)	Екологічні показники (E)	Рівень ризику (R)	Індекс сталого розвитку (S)	Управлінські пріоритети
Інноваційний прорив	Високі інвестиції у R&D, швидке впровадження нових технологій	Екологічні заходи другорядні, можливе перевищення норм	Високий через технологічну невизначеність та екологічні штрафи	Середній (зростання інновацій компенсується ризиками)	Підсилення екологічної складової, інтеграція «зелених» технологій
Екологічна адаптація	Помірні інновації, акцент на екологічні технології	Значне скорочення викидів, висока енергоефективність	Низький, завдяки дотриманню стандартів	Середньо-високий (екологічна безпека підвищує стійкість)	Збалансування інноваційної активності, пошук «зелених» інвестицій
Збалансований розвиток	Системні інвестиції у R&D з урахуванням екологічних вимог	Оптимальне поєднання інновацій та екологічних заходів	Помірний, контрольований	Високий (синергія інновацій та екології)	Стратегічне планування, інтеграція ESG-підходів
Консервативна стратегія	Мінімальні інновації, використання традиційних технологій	Екологічні показники підтримуються на базовому рівні	Низький у короткостроковій перспективі, високий у довгостроковій	Низький (відставання від ринку та регуляторних вимог)	Поступове нарощування інноваційної активності, уникнення технологічного відставання

Джерело: розроблено автором

Сценарій «Інноваційний прорив» передбачає високий рівень інвестицій у дослідження та розробки, швидке впровадження нових технологій, проте екологічна складова залишається другорядною. Це обумовлює підвищений ризик, пов'язаний із технологічною невизначеністю та можливими екологічними санкціями. Індекс сталого розвитку у цьому випадку є середнім, що вказує на потребу інтеграції «зелених» технологій для зниження ризиків. Формалізовано цей сценарій може описуватися так:

$$R = \delta_1 I - \delta_2 E + \delta_3 C, \quad S = \alpha I - \gamma R, \quad (8)$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  – коефіцієнти чутливості ризику, що визначають вагу впливу інновацій, екологічних

параметрів та зовнішніх умов на рівень ризику;  $\alpha, \gamma$  – вагові коефіцієнти індексу сталого розвитку, які задають пріоритети між інноваційною активністю та ризиком у стратегічній моделі.

Система рівнянь (8) відображає механізм формування інтегрального ризику як функції інноваційної активності, екологічних показників та зовнішніх умов, а також визначає індекс сталого розвитку підприємства через баланс між інноваційними ефектами та ризиковими обмеженнями.

Сценарій «Екологічна адаптація» характеризується помірною інноваційною активністю та акцентом на екологічні технології. Завдяки значному скороченню викидів та підвищенню енергоефективності рівень ризику знижується, а індекс сталого розвитку зростає. Такий сценарій забезпечує екологічну безпеку, проте потребує збалансування інноваційної складової для уникнення технологічного відставання. Формалізовано цей сценарій може описуватися так:

$$R = \delta_4 E^{-1} + \delta_5 C, \quad S = \beta E - \gamma R, \quad (9)$$

де  $\delta_4, \delta_5$  – коефіцієнти чутливості ризику, які визначають силу впливу екологічних показників та зовнішніх умов на рівень ризику;  $\beta, \gamma$  – вагові коефіцієнти індексу сталого розвитку, що задають пріоритети між екологічною ефективністю та ризиковими обмеженнями.

Система рівнянь (9) відображає механізм екологічної адаптації підприємства, де підвищення екологічних стандартів виступає основним чинником зниження ризику та зростання індексу сталого розвитку.

Сценарій «Збалансований розвиток» поєднує системні інвестиції у R&D (Research and Development) з урахуванням екологічних вимог. Це дозволяє досягти синергії між інноваційною та екологічною складовою, що забезпечує високий індекс сталого розвитку при контрольованому рівні ризику. Управлінські пріоритети у цьому випадку полягають у стратегічному плануванні та інтеграції ESG-підходів. Формалізовано цей сценарій може описуватися так:

$$R = \delta_6 I + \delta_7 E - \delta_8 (I \cdot E), \quad S = \alpha I + \beta E - \gamma R, \quad (10)$$

де  $\delta_7, \delta_8$ , – коефіцієнти чутливості ризику, які визначають вагу впливу інноваційної активності та екологічних показників на рівень ризику;  $\delta_9$  – коефіцієнт взаємодії, що відображає ефект синергії або конфлікту між інноваційною та екологічною діяльністю; його значення може знижувати ризик за умови гармонійного поєднання інновацій та екології;  $\alpha, \beta, \gamma$  – вагові коефіцієнти індексу сталого розвитку, які задають пріоритети між інноваційною активністю, екологічною ефективністю та ризиковими обмеженнями.

Система рівнянь (10) відображає інтегральну модель взаємозв'язку між інноваційною активністю та екологічними показниками підприємства, де рівень ризику формується як результат їхнього поєднання та взаємодії, а індекс сталого розвитку визначається балансом між інноваційними та екологічними ефектами з урахуванням ризикових обмежень.

Сценарій «Консервативна стратегія» базується на мінімальних інноваціях та підтриманні екологічних показників на базовому рівні. У короткостроковій перспективі ризик залишається низьким, проте у довгостроковій виникає загроза технологічного відставання та невідповідності регуляторним вимогам. Індекс сталого розвитку є низьким, що свідчить про необхідність поступового нарощування інноваційної активності. Формалізовано цей сценарій може описуватися так:

$$R = \delta_9 C, \quad S = \beta E - \gamma R, \quad (11)$$

де  $\delta_9$  – коефіцієнт чутливості ризику до зовнішніх умов, що визначає силу впливу шоків факторів на рівень ризику;  $\beta, \gamma$  – вагові коефіцієнти індексу сталого розвитку, які задають пріоритети між екологічною ефективністю та ризиковими обмеженнями.

Система рівнянь (11) відображає залежність інтегрального ризику від зовнішніх умов та визначає індекс сталого розвитку підприємства як функцію екологічної ефективності з урахуванням впливу зовнішніх шоків і ризикових обмежень.

Формалізація сценаріїв управління інноваційно-екологічними ризиками підприємств (8)–(11) дозволяє здійснити перехід від якісного опису до кількісного моделювання, що забезпечує можливість об'єктивної оцінки взаємозв'язків між інноваційною активністю, екологічними показниками, рівнем ризику та індексом сталого розвитку. Кожен із розроблених сценаріїв може бути використаний як інструмент для сценарного аналізу, що дає змогу моделювати різні траєкторії розвитку та оцінювати їхні наслідки у коротко- та довгостроковій перспективі. Крім того, формалізована модель створює основу для проведення оптимізаційних розрахунків, спрямованих на визначення найбільш ефективного поєднання інноваційних та екологічних стратегій з урахуванням ризикових обмежень. Це забезпечує системність та прозорість у процесі стратегічного планування, дозволяє порівнювати альтернативні варіанти розвитку підприємства та обґрунтовано обирати оптимальну траєкторію сталого розвитку. У результаті модель стає не лише аналітичним інструментом, але й практичною основою для прийняття управлінських рішень, спрямованих на

підвищення конкурентоспроможності та стійкості підприємства в умовах динамічного зовнішнього середовища.

### ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Проведене дослідження дозволило встановити, що управління інноваційно-екологічними ризиками в умовах сталого розвитку є багатовимірним процесом, який потребує інтеграції економічних, інноваційних та екологічних чинників у єдину систему задля забезпечення балансу між інноваціями та екологічністю. Доведено, що інновації, з одного боку є драйвером розвитку підприємств, а з іншого – породжують нові ризики щодо невизначеності результатів, фінансовими втратами, організаційними трансформаціями. При цьому особливої уваги слід приділяти саме екологічним ризикам, які зумовлені впливом виробничої діяльності на довкілля, адже підвищуються вимоги до забезпечення екологічної безпеки. Здійснено диференціацію інноваційно-екологічних ризиків підприємств з огляду на специфіку його взаємодії з економічним, технологічним та екологічним середовищем.

Для оцінки ефективності управління підприємствами у контексті сталого розвитку виокремлено дві групи змінних, що відображають основні аспекти функціонування, що дозволило математично представити функцію інтегрального ризику. На основі формалізації процесів оцінки інноваційно-екологічних ризиків розроблено матрицю генерування сценаріїв управління такими ризиками. Використання сценарного підходу дозволило врахувати багатоваріантність розвитку подій через різні співвідношення інноваційної активності та екологічних показників.

Перспективами подальших досліджень є розробка універсальних індикаторів для кількісної оцінки інноваційно-екологічних ризиків, а також інтеграції фінансових механізмів у систему управління ризиків.

### Література

1. United Nations. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: UN, 2015. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
2. Сумець О., Тиркало Ю., Попович Н., Полякова Ю., Крупін В. Моделювання системи управління екологічними ризиками агропідприємства з урахуванням цінностей сталого розвитку. *Agricultural and Resource Economics*. 2022. Вип. 8. № 4. №. С. 244–265. URL: <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.04.11>
3. Сталый розвиток підприємств в умовах сучасних економічних викликів: управлінські, ресурсні та безпекові аспекти: колективна монографія. Полтава: ПП «Астроя», 2024. 145 с.
4. Медяник Ю.Г. Принципи управління сталим розвитком підприємства як стратегічний орієнтир підвищення його конкурентоспроможності. *International Science Journal of Management Economics & Finance*. 2025. № 4(3). С. 111–125. URL: <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20250403.12>.
5. Семанюк В.З., Шпак В.Б. Управління екологічними ризиками в системі стратегічного управлінського обліку підприємства у контексті сталого розвитку та циркулярної економіки. *Інноваційна економіка*. 2025. № 2. С. 276–282. URL: <https://inneco.org/index.php/innecoua/article/view/1555>.
6. Белобородова М.В. Управління екологічними ризиками в стратегії розвитку промислових підприємств. *Економіка і організація управління*. 2020. 1(37). 39–48. URL: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2020.1.4>
7. Філіппов В.Ю. Управління ризиками підприємств сталого розвитку в умовах невизначеності та трансформаційного середовища. *Economics: time realities*, 1(77), 118–128. URL: <https://doi.org/10.15276/ETR.01.2025.14>
8. Enterprise Risk Management – Integrated Framework Executive Summary. Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO): Website. 2004. URL: <https://www.icjce.es/images/pdfs/TECNICA/C03%20-%20AICPA/C309%20-%20Otras%20entidades/COSO%20-%20ERM%20-%20Execsum%20-%20Sept%202004.pdf>
9. Jie Wei, Yong Li, Xuzhi Liu, Ying Du. Enterprise characteristics and external influencing factors of sustainable innovation: Based on China's innovation survey. *Journal of Cleaner Production*. 2022. 372. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133461>.
10. Clandia Maffini Gomes, Isak Kruglianskas, Flavia Luciane Scherer. Innovation Management for Sustainable Development Practices in the Internalization Context. *Journal of Technology Management & Innovation*. 2011. 6 (2). URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242011000200008>
11. Xiaoping Cui, Alina Brychko. Innovation management of the enterprise in the context of sustainable development. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 2023. 5(52). 208–221. URL: <https://doi.org/10.55643/fcaptop.5.52.2023.4147>
12. Ілляшенко С.М., Божкова В.В. Управління екологічними ризиками інновацій: монографія. Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. 214 с.
13. Rfo P., Carrillo-Hermosilla J., Könnölä T., Bleda M. Business Strategies and Capacities for Eco-Innovation. IE Business School Working Papers, 2011. EC-124. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2021289>

14. European Commission. The European Green Deal. URL: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en).
15. Prokhorova, V., Kravchenko, O., Shkurenko, O., Babichev, A., & Polivantsev, A. (2025). Study of priority directions of economic recovery of Ukraine based on scenario modelling. *Economics of Development*, 24(1), 26-34. <https://doi.org/10.63341/econ/1.2025.26>
16. Derhaliuk M., Arefieva O., Chobitok V., Kostiniuk O., Shchepina T., Shostak I. (2025) Digitalization of regional economic systems in conditions of globalization challenges. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2025, 28th February Vol.103. No.4 P.1503-1514

### References

1. United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: UN, 2015, available at URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
2. Sumets O., Tyrkalo Yu., Popovych N., Poliakova Yu., Krupin V. (2022) Modeliuvannya systemy upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy ahropidpriemstva z urakhuvanniam tsinnosti staloho rozvytku. *Agricultural and Resource Economics*, 8, no. 4, pp. 244–265, available at URL: <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.04.11>
3. Stalyi rozvytok pidpriemstv v umovakh suchasnykh ekonomichnykh vyklykiv: upravlinski, resursni ta bezpekovi aspekty: kolektyvna monohrafiia (2024), Poltava: PP «Astraia», 145 p.
4. Medianyuk Yu.H. (2025). Pryntsypy upravlinnia stalym rozvytkom pidpriemstva yak stratehichnyi oriientyr pidvyshchennia yoho konkurentospromozhnosti. *International Science Journal of Management Economics & Finance*, no. 4(3), pp. 111–125, available at URL: <https://doi.org/10.46299/j.isjmf.20250403.12>
5. Semaniuk V.Z., Shpak V.B. (2025). Upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy v systemi stratehichnoho upravlinskoho obliku pidpriemstva u konteksti staloho rozvytku ta tsyrkuliarnoi ekonomiky. *Innovatsiina ekonomika*, no. 2, pp. 276–282, available at URL: <https://inneco.org/index.php/innecoua/article/view/1555>
6. Bieloborodova M.V. (2020). Upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy v stratehii rozvytku promyslovykh pidpriemstv. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia*, 1(37), pp. 39–48, available at URL: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2020.1.4>
7. Filippov V.Iu. (2025). Upravlinnia ryzykamy pidpriemstv staloho rozvytku v umovakh nevyznachenosti ta transformatsiinoho seredovyshcha. *Economics: time realities*, 1(77), pp. 118–128, available at URL: <https://doi.org/10.15276/ETR.01.2025.14>
8. Enterprise Risk Management – Integrated Framework Executive Summary (2024). Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO): Website, available at URL: <https://www.icjce.es/images/pdfs/TECNICA/C03%20-%20AICPA/C309%20-%20Otras%20entidades/COSO%20-%20ERM%20-%20Execsum%20-%20Sept%202004.pdf>.
9. Jie Wei, Yong Li, Xuzhi Liu, Ying Du (2022). Enterprise characteristics and external influencing factors of sustainable innovation: Based on China's innovation survey. *Journal of Cleaner Production*, 372, available at URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133461>.
10. Clandia Maffini Gomes, Isak Kruglianskas, Flavia Luciane Scherer (2011). Innovation Management for Sustainable Development Practices in the Internalization Context. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6 (2), available at URL: <http://doi.org/10.4067/S0718-27242011000200008>
11. Xiaoping Cui, Alina Brychko (2023). Innovation management of the enterprise in the context of sustainable development. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*, 5(52), pp. 208–221, available at URL: <https://doi.org/10.55643/fcaptive.5.52.2023.4147>
12. Iliashenko S.M., Bozhkova V.V. (2004). Upravlinnia ekolohichnymy ryzykamy innovatsii: monohrafiia. Sumy: VTD «Universytetska knyha», 214 p.
13. Rfo P., Carrillo-Hermosilla J., Könnölä T., Bleda M. (2011). Business Strategies and Capacities for Eco-Innovation. IE Business School Working Papers, EC-124, available at URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2021289>
14. European Commission. The European Green Deal, available at URL: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en).
15. Prokhorova, V., Kravchenko, O., Shkurenko, O., Babichev, A., & Polivantsev, A. (2025). Study of priority directions of economic recovery of Ukraine based on scenario modelling. *Economics of Development*, 24(1), 26-34. <https://doi.org/10.63341/econ/1.2025.26>
16. Derhaliuk M., Arefieva O., Chobitok V., Kostiniuk O., Shchepina T., Shostak I. (2025) Digitalization of regional economic systems in conditions of globalization challenges. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2025, 28th February Vol.103. No.4 P.1503-1514