

# Застосування підходів ризикології для трьохконтинуальної моделі керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку

## Application of Riskology Approaches for the Three-Continuum Model of Business Risk Management in the Value System of Sustainable Development

Юрій Тиркало<sup>1</sup>  
Yuriy Tyrkalo

<sup>1</sup> Lviv Polytechnic National University  
12 Stepana Bandery Street, Lviv, 79013, Ukraine

DOI: [10.22178/pos.82-3](https://doi.org/10.22178/pos.82-3)

JEL Classification: D81, M21, L74

Received 20.05.2022  
Accepted 26.06.2022  
Published online 30.06.2022

Corresponding Author:  
[yuriy.tyrkalo1@lpnu.ua](mailto:yuriy.tyrkalo1@lpnu.ua)

© 2022 The Author. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License



**Анотація.** У статті розкрито питання, що стосуються застосування підходів ризикології для трьохконтинуальної моделі керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку. За результатами проведеного дослідження розроблено інформаційно-комп'ютерну технологію для визначення ефективності інноваційного проекту бізнес-структури щодо керування економічними процесами та підприємницькими ризиками в системі сталого розвитку. В основу інформаційної технології покладаємо трьохконтинуальну економетричну модель процесів з урахуванням функціоналу якості, балансових співвідношень для інформаційних та фінансових потоків, які описують процедури керування підприємницькими ризиками відповідно до концепції сталого розвитку бізнес-структур. Запропоновано для інноваційного проекту обмежуючі співвідношення екологічного характеру і критерії ефективності системи менеджменту, що враховують: а) норми доходів; б) ризики; в) обсяг інвестицій; г) фондівіддачу основних засобів підприємства; д) частку фондів підприємства, які витрачено на підвищення кваліфікації та компетентності робітників і управлінського персоналу.

**Ключові слова:** бізнес-структура; інновації; інвестиції; підприємницькі ризики; інформаційні технології; оптимізація; дохід; управлінські рішення.

**Abstract.** The article deals with the issues related to the application of riskology approaches for the three-continuum model of business risk management in the value system of sustainable development. Based on the research results, information and computer technology were developed to determine the effectiveness of the innovative project of a business structure regarding the management of economic processes and business risks in the system of sustainable development. The basis of information technology is a three-continuum econometric model of operations, taking into account the quality function, balance ratios for information and financial flows, which describe procedures for managing business risks by the concept of sustainable development of business structures. Limiting ratios of ecological nature and effectiveness criteria of the management system are proposed for the innovative project, which take into account: a) revenue norms; b) risks; c) volume of investments; d) capital return of fixed assets of the enterprise; e) the share of the company's funds spent on improving the qualifications and competence of workers and management personnel.

**Keywords:** business structure; innovations; investments; business risks; Information Technology; optimization; income; management decisions.

## ВСТУП

«... Сьогодні виникає необхідність пошуку шляхів адаптації суб'єктів господарювання до різних умов з ціллю ... досягнення стратегічної мети стійкого розвитку ... через гармонізацію і комплексне поєднання економічних, соціальних і екологічних імперативів у цілісну системну структуру. Стабільний розвиток і рівновага між зазначеними вище імперативами виступають головними елементами сталого розвитку цієї системної структури. За таких засад спостерігається актуалізація цілей щодо реалізації шляхів забезпечення сталого розвитку та зростання суб'єктів господарювання, зокрема підприємств, на довготермінових засадах, оскільки такий розвиток націлений на первинний сегмент економіки, здійснення діяльності в якій дозволяє забезпечити, насамперед, належний економічний, соціальний розвиток цієї структурної системи» [1] (С. Князь, Ю. Тиркало, О. Фільц). Водночас з'ясовано, що проблемам застосування підходів ризикології для керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку приділяється все більше уваги в сучасній економічній науці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що значний внесок в окремі аспекти у цьому питанні зробили такі вчені-економісти та практики: Р. Скриньковський [3, 4], А. Катаєв, О. Заяць, Г. Андрущенко, Н. Попова [5], Ж. Семчук, Н. Костюк [6], Н. Павленчик, Ф. Горбонос, А. Павленчик [7], W. Knechel [8], F. Cheng, N. Jengte, W. Min, B. Ramachandran, D. Gamarnik [9], Y. Shi, T. Manning [10], M. Jurisch, Z. Rosenberg, H. Krcmar [11], B. Nocco, R. Stulz [12], A. Marchetti [13], J. Fraser, R. Quail, B. Simkins [14], S. Hunziker [15], J. Jean-Jules, R. Vicente [16], I. Jonek-Kowalska [17] та інші. За результатами дослідження встановлено, що в даний час недостатньо уваги приділено питанням, які стосуються застосування підходів ризикології для трьохконтинуальної моделі керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку.

Метою статті є дослідити і розкрити особливості застосування підходів ризикології для трьохконтинуальної моделі керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку, а також представити відповідні висновки і пропозиції у цьому напрямі.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виходячи із інформації у дослідженнях [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26], аналогічно як у працях [27, 28] сформулюємо основні принципи формування і реалізації інноваційної стратегії для промислових підприємств, відповідно до яких стратегія ґрунтується на аналізі й оцінці таких компонентів (складових), як інноваційна інтенсивність суб'єктів господарювання (підприємницьких структур, бізнес-структур)  $E(x_i)$ , стратегічний інноваційний потенціал  $P(x_i)$ , ризики інноваційної діяльності  $R(x_i)$ , технічний капітал суб'єктів господарювання  $K(x_i)$ .

Тут  $Y_j = Y_j(x_i)$ , де  $Y_j$  – множина функцій ( $j=1, 2, 3, \dots, j_z$ ) і параметрів  $x_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, i_z$ ), які характеризують економічний стан підприємства. Як  $x_i$ , так і  $Y_j$  приймають дійсні числові значення і для них під час обчислень з допомогою інформаційних технологій будемо використовувати ключове слово – *real*.

Згідно з концепцією сталого розвитку підприємницьких структур [1, 27, 29], враховуючи положення про континуальні підходи, обмежимося розглядом 3-х континуумів для 3-х множин функцій (з підфункціями) і параметрів (з критеріальними значеннями), які характеризують відповідні сфери, а саме: економічну ( $e$ ); соціальну ( $s$ ); екологічну ( $n$ ).

Тут, зокрема, можна розглядати 3-и типи функцій ризику  $R_e(x_i)$ ,  $R_s(x_i)$ ,  $R_n(x_i)$  у відповідних 3-х континуумах, аналогічно як у праці [30].

Для економіко-математичного моделювання впливу інновацій на бізнес-процеси і розвиток підприємств (у межах економічного континууму), враховуючи інформацію у працях [18, 31, 32, 33, 34], уведемо функції прибутку  $\Pi_e(x_i)$ , а також ризику  $R_e(x_i)$  і обсягу продукції  $\Psi_e(x_i)$ , аналогічно як у економічних моделях [35] – співвідношення (1), (2):

$$\Pi_e(x_i) = f_1(\Psi_e, R_e, L_e, K_e, r_e, w_e, \lambda_e, x_i), \quad (1)$$

$$\Psi_e(x_i) = f_2(\Pi_e, R_e, L_e, K_e, r_e, w_e, \lambda_e, x_i), R_e(x_i) = f_3(\Pi_e, \Psi_e, L_e, K_e, r_e, w_e, \lambda_e, x_i), \quad (2)$$

де (у співвідношеннях (1), (2)):  $w_e$  – відповідає середньому значенню заробітної плати для персоналу;  $L_e$  – характеристики робочої сили (кількість, якість, кваліфікація);

$\lambda_e$  – множник Лагранжа;  
 $f_1, f_2, f_3$  – символи функціональної залежності між функціями і параметрами;  
 $K_e$  – основний капітал підприємства.

Співвідношення (1), (2) є основою економетричної моделі для функцій і параметрів економічного континууму ( $e$ ) з урахуванням ризиків інноваційної діяльності. До ризиків інноваційного процесу відносимо аналогічно як у праці [36]:

- 1) ризик помилкового вибору інноваційного проекту;
- 2) ризик незабезпечення інноваційного проекту достатнім і оптимальним рівнем фінансування;
- 3) маркетингові ризики;
- 4) ризики невиконання господарських договорів (контрактів);
- 5) ризик посилення конкуренції;
- 6) ризик недостатнього кадрового забезпечення;
- 7) ризики, які пов'язані із забезпеченням прав власності на інноваційний проект.

В основу системи цінностей сталого розвитку підприємницьких структур покладемо такі активи, як кванти інформації  $I_{ce\eta}$  та фінансових ресурсів  $I_{rek}$ . Для  $I_{ce\eta}$  та  $I_{rek}$  запишемо бала-

нсові співвідношення аналогічно як у [35]:

$$\partial I_{ce\eta} / \partial t + \text{div} J_{ce\eta} = \sigma_{ce\eta}, \quad \partial I_{rek} / \partial t + \text{div} J_{rek} = \sigma_{rek}, \quad (3)$$

де  $\partial / \partial t$  – часткова похідна за часом  $t$ ;

$J_{ce\eta}$ ,  $J_{rek}$ ,  $\sigma_{ce\eta}$ ,  $\sigma_{rek}$  – потоки та інтенсивності джерел інформації, а також ресурсів, які характеризують динамічні процеси у підприємствах;

$\eta, k = 1, 2, 3, \dots, m$ ;  $m$  – загальне число інформаційних та фінансових потоків, які мають відношення до підприємств (економічного континууму ( $e$ )) з урахуванням системи цінностей активів сталого розвитку;

$\text{div}(\cdot)$  – символ дивергенції.

Поряд з тим, розширення системи балансових співвідношень з урахуванням аналогічних співвідношень для соціального ( $s$ ) і екологічного ( $n$ ) континуумів доцільно доповнити умовами взаємопроникнення континуумів.

Для оптимізації інформаційних  $J_{ce\eta}(x_i)$  і фінансових потоків  $J_{rek}(x_i)$  підприємства й аналізу ризиків економічного континууму ( $e$ ) використовуємо аналогічно як у [35] екстремальну модель з функціоналом якості  $\Omega_e(\cdot)$  у вигляді економіко-математичного виразу (4)–(5):

$$R_e(x_i) = f_5(J_{ce\eta}, J_{rek}, FB_{cr\xi}(x_i), \Pi_e, \Psi_e, L_e, K_e, r_e, w_e, \lambda_e, x_i) \Rightarrow \min, \quad (4)$$

$$\Omega_e(x_i) = f_4(J_{ce\eta}, J_{rek}, FB_{crq}(x_i), R_e, \Pi_e, \Psi_e, L_e, K_e, r_e, w_e, \lambda_e, x_i) \Rightarrow \text{opt}, \quad (5)$$

де  $FB_{crq}(x_i)$ ,  $FB_{cr\xi}(x_i)$  – функції, які характеризують обернені зв'язки (*Feed-back*) з урахуванням потоків, джерел, функцій (з підфункціями) і параметрів (з критеріальними значеннями), які характеризують стан підприємств. Тут символ *opt* відповідає умові оптимальності відповідного функціоналу якості  $\Omega_e(x_i)$  (5), що регулюється за допомогою відповідних конкретних потоків.

Співвідношення (1)–(5) – основа для удосконаленої моделі системи керування інформаційними і фінансовими потоками, відповідної інформаційної технології керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку для континууму функцій (з підфункціями) та параметрів (з критеріальними значеннями) економічного ( $e$ ) середовища.

Аналогічні як (1)–(5) співвідношення можна записати для параметрів та функцій соціального ( $s$ ) та екологічного ( $n$ ) середовищ. Тут також можна сформулювати теоретичне наповнення для економетричних моделей відпові-

дних континуумів ( $s$ ) і ( $n$ ). Далі можна сформулювати узагальнену інформаційну технологію для такої трьохконтинуумної моделі з урахуванням: 1) підприємницьких ризиків та цінностей для умов сталого розвитку відповідних підприємств; 2) умов взаємного проникнення фінансових і інформаційних активів за допомогою потоків. Водночас доцільно зазначити, що така трьохконтинуумна модель буде громіздкою. Громіздкі моделі можуть продукувати нестійкі часткові випадки та результати. Тому у першому варіанті доцільно обмежитись системою співвідношень типу (1)–(5) для економічного ( $e$ ) середовища, а зі сторони двох других континуумів ( $s$ )

та  $(n)$  враховувати ризики  $R_s(x_i)$ ,  $R_n(x_i)$ , обмежуючі співвідношення, а також кванти інформації  $I_{cs\eta}$ ,  $I_{cn\eta}$  та фінансових ресурсів  $I_{rsk}$ ,  $I_{rnk}$ .

Для  $I_{cs\eta}$ ,  $I_{cn\eta}$  та  $I_{rsk}$ ,  $I_{rnk}$  запишемо балансові співвідношення (6)–(7) аналогічно як у співвідношеннях (3):

$$\partial I_{cs\eta} / \partial t + \text{div} J_{cs\eta} = \sigma_{cs\eta}, \quad \partial I_{rsk} / \partial t + \text{div} J_{rsk} = \sigma_{rsk}, \quad (6)$$

$$\partial I_{cn\eta} / \partial t + \text{div} J_{cn\eta} = \sigma_{cn\eta}, \quad \partial I_{rnk} / \partial t + \text{div} J_{rnk} = \sigma_{rnk}, \quad (7)$$

де  $J_{cs\eta}$ ,  $J_{rnk}$ ,  $J_{cs\eta}$ ,  $J_{rnk}$ ,  $\sigma_{cs\eta}$ ,  $\sigma_{rnk}$ ,  $\sigma_{cs\eta}$ ,  $\sigma_{rnk}$  – потоки та інтенсивності джерел інформації, ресурсів, які характеризують динамічні процеси у підпри-

ємствах зі сторони соціального  $(s)$  та екологічного  $(n)$  континуумів з урахуванням ризиків  $R_s(x_i)$ ,  $R_n(x_i)$  та цінностей активів сталого розвитку.

Отже, співвідношення (1)–(7) – основа для удосконаленої трьохконтинуумної моделі інформаційно-комп'ютерної технології для визначення ефективності інноваційного проекту щодо керування економічними процесами та підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку (рисунок 1).

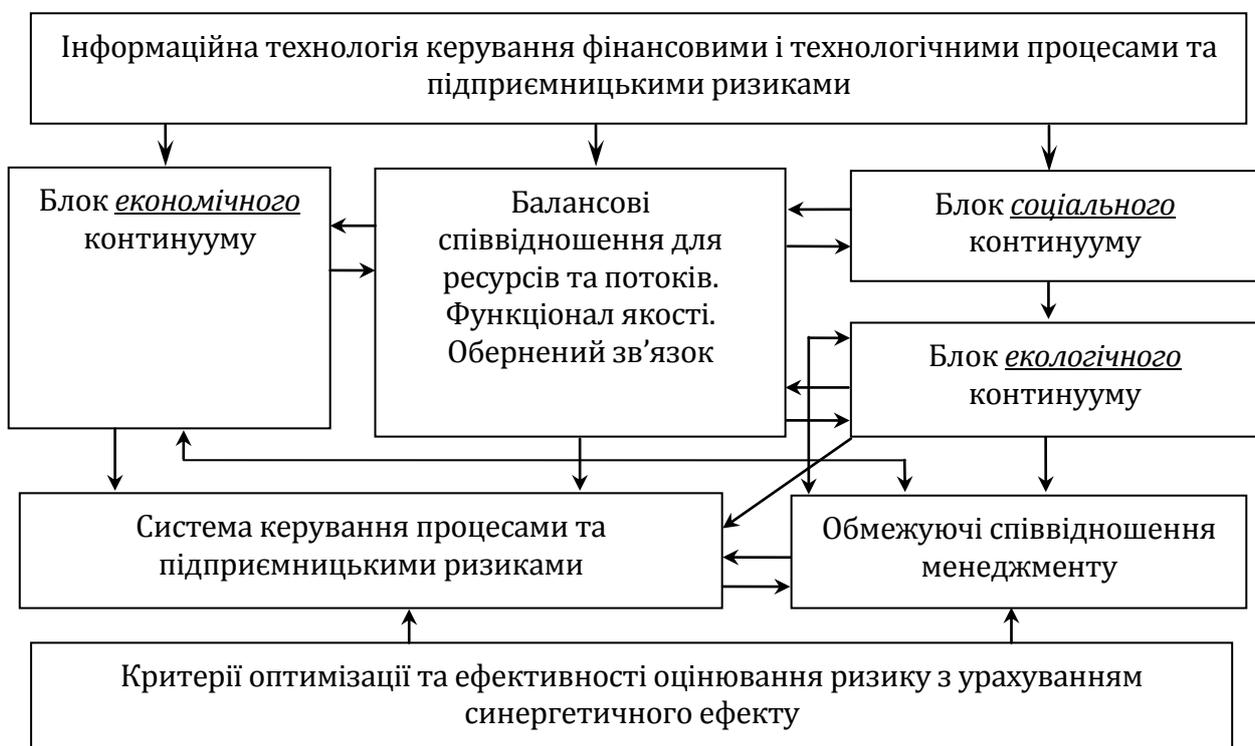


Рисунок 1 – Модель інформаційно-комп'ютерної технології для визначення ефективності інноваційного проекту щодо керування економічними процесами та підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку

Для прикладу розглянемо сферу діяльності підприємств будівельної сфери в околі озер з прісною водою (наприклад, озер Шацького національного заповідника: Світязь, Пісочне тощо). В цьому випадку потрібно врахувати аспекти екології. Діяльність підприємств у прибережній смузі часто супроводжується шкідливими викидами, забрудненням води і погіршенням якості водного середовища. Якість води в озерах пов'язана також і з соціальними аспектами, оскільки неякісна вода може мати відношення до евтрофікації озер (процесу поступового перетворення озера в

болото), хвороб і погіршення стану здоров'я населення.

Теоретико-методичні засади фінансового ризик-менеджменту підприємств будівельної сфери та науково-практичні рекомендації щодо підвищення ефективності керування фінансовими ризиками українських будівельних підприємств подано у працях [31, 33, 37, 38, 39].

З урахуванням співвідношень між азотом  $(N)$  і фосфором  $(P)$  запишемо два критерій для оцінювання умов стійкості водного середовища озерної екосистеми в літній період [40]:

$N_P/P < 29/1$  – домінування синьозелених водоростей, стійкість водного середовища озерної екосистеми порушена. (8)

$$d_{NP} = (N_{P*} - N_P) / N_{P*}, N_{P*} = 29, N_{P*} > N_P. \quad (9)$$

Тут  $N_P$  і  $P$  концентрації азоту та фосфору в умовних одиницях;  $d_{NP}$  відносний (безрозмірний) параметр, який характеризує ризики (відхилення параметра  $N_P$ ).

Обмеження щодо екологічних параметрів та процесів також доцільно формулювати на основі стандартів ISO/IEC 17025 (Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій) та ISO 14000 (Міжнародний стандарт, що містить вимоги до системи екологічного керування [41]), відповідно до яких проходить сертифікація приладів для вимірювання параметрів водного середовища).

Стандарти ISO/IEC 17025, ISO 14000 мають відношення до результатів вимірювань, на основі яких контролюють стан, стійкість та параметри ризику екологічного (в даному прикладі водного) середовища.

Основні етапи керування підприємницькими ризиками відображено у міжнародному стандарті ISO 31000:2018 [42]:

- 1) класифікація та ідентифікація типів ризиків;
- 2) вибір та формулювання методів оцінювання ймовірності настання ризикової події;
- 3) вивчення причин та факторів, на основі яких визначаємо рівні ризиків для підприємства;
- 4) оцінювання можливих фінансових втрат під час настання ризикової події;
- 5) вибір та формулювання керівного рішення щодо зменшення або нейтралізації негативних наслідків для окремих типів ризиків;
- 6) організація моніторингу ризиків на підприємстві;
- 7) контроль та керування ризиками.

Запропонуємо як приклад для підприємства будівельної сфери інноваційний проект з урахуванням системи цінностей активів у вигляді фондівіддачі ( $FV$ ) засобів підприємства та рівня дохідності ( $D$ ) проекту. Для цього сформулюємо аналогічно як у працях [35, 43] два критеріальні співвідношення і додаткове співвідношення для обсягу інвестицій  $I$

$NV$  [15], які записуємо у вигляді економіко-математичної моделі (10)–(11):

$$\Delta\Phi = \frac{K_{\phi} \cdot I_{\phi}}{\Phi_{\phi M}} \cdot \left( \frac{1}{I_{\phi}} - 1 \right) - \Phi_{\text{нв}} - \Phi_F \Rightarrow \text{opt } (FV) \quad (10)$$

$$IRR_{pr} \geq D_R, J_{tcf} / (1 + IRR_{pr}) = INV, (D) \quad (11)$$

де  $\Delta\Phi$  – оптимальні інвестиції у сферу діяльності будівельного підприємства в межах інноваційного проекту з урахуванням фондівіддачі основних засобів підприємства і частки фондів, які витрачені на підвищення кваліфікації та компетентності робітників і управлінського персоналу;

$K_{\phi}$  – фактична величина вартості (цінності) усіх одиниць обладнання того типу, що використовується для виготовлення аналізованого типу продукції (будівельних конструкцій), грн.;

$I_{\phi}$  – індекс зміни цін на обладнання;

$\Phi_{\phi M}$  – вартість фондівіддачі основних засобів підприємства;

$I_{\phi}$  – індекс зміни цін на продукцію, що виготовляється за допомогою нового (інноваційного та інвестиційного) обладнання;

$\Phi_{\text{нв}}$  – вартість основних засобів підприємства, які не використовуються у виробничому процесі, але можуть застосовуватись для виготовлення покращеного типу устаткування та обладнання, грн.;

$\Phi_F$  – частка фондів підприємства, які витрачені на підвищення кваліфікації робітників і управлінського персоналу;

$J_{tcf}$  – сумарний вхідний грошовий потік.

У критерії рівня дохідності ( $D$ ) (11) (перший вираз) для будівельного підприємства  $IRR_{pr}$  – математичне сподівання внутрішньої норми доходу проекту;  $D_R$  – норма доходу портфеля інноваційного проекту з рівнем ризику  $R$ .

Параметр  $D_R$  визначають у результаті розв'язання оптимізаційної задачі, або на базі апроксимаційної моделі, а ризик  $R$  визначається як середньоквадратичне відхилення внутрішньої норми доходу проекту [43].

Варто відзначити, що співвідношення (10), (11) мають загальний характер і можуть використовуватись не тільки для будівельних підприємств.

Аналогічно як у працях [44, 45] сформулюємо мультиплікативний кваліметричний критерій якості для трьохконтинуумної моделі (1)–(11) і відповідний математичний вираз подамо у вигляді (12):

$$Z_1 = \prod_{i=1}^m k_i = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot k_8 \cdot k_9 \Rightarrow \max, \quad (12)$$

де  $k_i$  – параметри ( $i=1, 2, \dots, 9$ ), які характеризують план удосконалення моделі керування ризиками, зокрема:

$k_1$  – керування та контроль даних, які отримані в результаті відбору даних про систему функцій та параметрів економічного континууму ( $e$ );

$k_2$  – методики сприйнятливості обмежень та ризиків;

$k_3$  – методи оцінювання функцій та параметрів екологічного континууму ( $s$ );

$k_4$  – методи оцінювання функцій та параметрів соціального континууму ( $n$ );

$k_5$  – методики вибору профілактичних та пом'якшувальних заходів;

$k_6$  – методики реагування системи (підприємства) на надзвичайні (катастрофічні) ситуації;

$k_7$  – методики навчання та обміну знаннями для підвищення якості робочої сили (персоналу);

$k_8$  – методики оцінювання терміну безаварій-

ної роботи  $T_s$  (ресурсу) підприємства;

$k_9$  – методики керування ефективністю інноваційного проекту (з урахуванням ключових показників ефективності (КПЕ), підприємницьких ризиків) [1, 18, 21, 31, 33, 37, 39, 46].

## ВИСНОВКИ

На основі співвідношень (1)–(12) розроблено інформаційно-комп'ютерну технологію для визначення ефективності інноваційного проекту бізнес-структури щодо керування економічними процесами і підприємницькими ризиками в системі сталого розвитку. В основу інформаційної технології покладаємо трьохконтинуальну економетричну модель процесів з урахуванням функціоналу якості, балансових співвідношень для інформаційних та фінансових потоків, які описують процедури керування підприємницькими ризиками відповідно до концепції сталого розвитку бізнес-структур.

Запропоновано для інноваційного проекту обмежуючі співвідношення екологічного характеру і критерії ефективності системи менеджменту, що враховують: а) норми доходів; б) ризики; в) обсяг інвестицій; г) фондівддачу основних засобів підприємства; д) частку фондів підприємства, які витрачено на підвищення кваліфікації та компетентності робітників і управлінського персоналу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Kniaz, S., Tyrkalo, Y., & Filts, O. (2021). The concept of sustainable development and its usefulness in the development of a control mechanism in the enterprise management system. *Internauka. Series: Economic Sciences*. doi: [10.25313/2520-2294-2021-11-7721](https://doi.org/10.25313/2520-2294-2021-11-7721)
2. Kniaz, S., Skrynkovskyy, R., Rusyn-Hrynyk, R., Konovalyuk, I., ... Pavlenchyk, N. (2022). Determining the objectives of the system of monitoring the activities of business structures. *Internauka. Series: Economic Sciences*, 5(61). doi: [10.25313/2520-2294-2022-5-8007](https://doi.org/10.25313/2520-2294-2022-5-8007)
3. Skrynkovskyy, R. M. (2015). *Diahnostyka finansovoho, vyrobnychoho, trudovoho, sotsialno-ekonomichnoho ta innovatsiino-investytsiinoho potentsialiv i analiz potentsiinykh ryzykiv pidpriemstva v umovakh nevyznachenosti* [Diagnostics of financial, production, labor, socio-economic and innovation-investment potentials and analysis of potential risks of the enterprise in conditions of uncertainty]. *Problemy ekonomiky*, 2, 186–193 (in Ukrainian) [Скриньковський, Р. М. (2015). Діагностика фінансового, виробничого, трудового, соціально-економічного та інноваційно-інвестиційного потенціалів і аналіз потенційних ризиків підприємства в умовах невизначеності. *Проблеми економіки*, 2, 186–193].
4. Skrynkovskyy, R., & Tyrkalo, Y. (2021). Entrepreneurial Risks: Nature, Types, Assessment Methods and Ways to Reduce Them. *Path of Science*, 7(12), 2015–2023. doi: [10.22178/pos.77-11](https://doi.org/10.22178/pos.77-11)
5. Skrynkovskyy, R., Kataiev, A., Zaiats, O., Andrushchenko, H., & Popova, N. (2021). Competitiveness of The Company on The Market: Analytical Method of Assessment and The Phenomenon of The

- Impact of Corruption in Ukraine. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 14, 79–86. doi: [10.22094/joie.2020.677836](https://doi.org/10.22094/joie.2020.677836)
6. Skrynkovskyy, R., Semchuk, Zh., & Kostyuk, N. (2015). *Diahnostyka ryzykiv diialnosti ta osoblyvosti strakhovoho zakhystu pidpriemstva* [Diagnostics of activity risks and features of insurance protection of the enterprise]. *Biznes Inform*, 12, 189–197 (in Ukrainian) [Скриньковський, Р., Семчук, Ж., & Костюк, Н. (2015). Діагностика ризиків діяльності та особливості страхового захисту підприємства. *Бізнес Інформ*, 12, 189–197].
  7. Pavlenchuk, N., Horbonos, F., Pavlenchuk, A., & Skrynkovskyy, R. (2020). Paradigm of the functional approach to manifestations of risk in performance of enterprises under market conditions. *Ekonomika APK*, 308(6), 98–113. doi: [10.32317/2221-1055.202006098](https://doi.org/10.32317/2221-1055.202006098)
  8. Knechel, W. R. (2007). The business risk audit: Origins, obstacles and opportunities. *Accounting, Organizations and Society*, 32(4-5), 383–408. doi: [10.1016/j.aos.2006.09.005](https://doi.org/10.1016/j.aos.2006.09.005)
  9. Cheng, F., Jengte, N., Min, W., Ramachandran, B., & Gamarnik, D. (2007). Modeling operational risk in business processes. *The Journal of Operational Risk*, 2(2), 73–98. doi: [10.21314/jop.2007.028](https://doi.org/10.21314/jop.2007.028)
  10. Shi, Y., & Manning, T. (2009). Understanding Business Models and Business Model Risks. *The Journal of Private Equity*, 12(2), 49–59. doi: [10.3905/jpe.2009.12.2.049](https://doi.org/10.3905/jpe.2009.12.2.049)
  11. Jurisch, M. C., Rosenberg, Z., & Krcmar, H. (2016). Emergent risks in business process change projects. *Business Process Management Journal*, 22(4), 791–811. doi: [10.1108/bpmj-01-2015-0002](https://doi.org/10.1108/bpmj-01-2015-0002)
  12. Nocco, B. W., & Stulz, R. M. (2006). Enterprise Risk Management: Theory and Practice. *SSRN Electronic Journal*. doi: [10.2139/ssrn.921402](https://doi.org/10.2139/ssrn.921402)
  13. Marchetti, A. M. (2011). *Enterprise Risk Management Best Practices: From Assessment to Ongoing Compliance*. doi: [10.1002/9781118386699](https://doi.org/10.1002/9781118386699)
  14. Fraser, J. R. S., Quail, R., & Simkins, B. J. (2022). Questions asked about enterprise risk management by risk practitioners. *Business Horizons*, 65(3), 251–260. doi: [10.1016/j.bushor.2021.02.046](https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.02.046)
  15. Hunziker, S. (2019). *Enterprise Risk Management*. doi: [10.1007/978-3-658-25357-8](https://doi.org/10.1007/978-3-658-25357-8)
  16. Jean-Jules, J., & Vicente, R. (2020). Rethinking the implementation of enterprise risk management (ERM) as a socio-technical challenge. *Journal of Risk Research*, 24(2), 247–266. doi: [10.1080/13669877.2020.1750462](https://doi.org/10.1080/13669877.2020.1750462)
  17. Jonek-Kowalska, I. (2022). Assessment Model of the Effectiveness of Enterprise Risk Management: A Research Methodology. *Effectiveness of Enterprise Risk Management*, 67–79. doi: [10.1007/978-3-030-95376-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95376-8_5)
  18. Skrynkovskyy, R. M., Sopilnyk, L. I., & Tsyuh S. I. (2020). Improving the Enterprise Development Model: New Solutions Based on the Principles of Management, Marketing and Economic Diagnosis. *Business Inform*, 4, 191–199. doi: [10.32983/2222-4459-2020-4-191-199](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-4-191-199)
  19. Popova, N., Kataiev, A., Nevertii, A., Kryvoruchko, O., & Skrynkovskyy, R. (2021). Marketing Aspects of Innovative Development of Business Organizations in the Sphere of Production, Trade, Transport, and Logistics in VUCA Conditions. *Studies of Applied Economics*, 38(4). doi: [10.25115/eea.v38i4.3962](https://doi.org/10.25115/eea.v38i4.3962)
  20. Sumets, A., Kniaz, S., Heorhiadi, N., Skrynkovskyy, R., & Matsuk, V. (2022). Methodological toolkit for assessing the level of stability of agricultural enterprises. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 8(1), 235–255. doi: [10.51599/are.2022.08.01.12](https://doi.org/10.51599/are.2022.08.01.12)
  21. Kniaz, S., Mainka, M. K., Skrynkovskyy, R., Kaydrovych, K., ... Tyrkalo, Y. (2017). Regulation the effectiveness of application of the system-functional approach in the management of innovative development of construction enterprises. *Internauka*, 5(105). doi: [10.25313/2520-2057-2021-5-7151](https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-5-7151)

22. Skrynkovskyy, R. M., & Kliuvak, O. V. (2016). *Diahnostyka rivnia hotovnosti pidpriemstva do zdiisnennia innovatsiinoi stratehii* [Diagnosis of the level of readiness of the enterprise to implement an innovative strategy]. *Biznes Inform*, 7, 96–101 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М., & Ключак, О. В. (2016). Діагностика рівня готовності підприємства до здійснення інноваційної стратегії. *Бізнес Інформ*, 7, 96–101].
23. Skrynkovskyy, R. M. (2015). *Systema diahnostyky vyrobnychoi diialnosti pidpriemstva z urakhuvanniam naukovo-tekhnichnoho ta innovatsiinoho rozvytku* [The system of diagnostics of the production activity of the enterprise taking into account the scientific, technical and innovative development]. *Ekonomika ta derzhava*, 5, 51–53 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М. (2015). Система діагностики виробничої діяльності підприємства з урахуванням науково-технічного та інноваційного розвитку. *Економіка та держава*, 5, 51–53].
24. Skrynkovskyy, R. M., Pawlowski, G., Kostiuk, N. R., Koropetskyi, O. O. (2017). *Diahnostyka faktoriv innovatsiinoho rozvytku pidpriemstva* [Diagnostics of the factors of innovative development of the enterprise]. *Problemy ekonomiky*, 1, 250–257 (in Ukrainian)  
[Скриньковський, Р. М., Павловські, Г., Костюк, Н. Р., Коропецький, О. О. (2017). Діагностика факторів інноваційного розвитку підприємства. *Проблеми економіки*, 1, 250–257].
25. Skrynkovskyy, R., Protsiuk, T., Sytar, L., & Shpak, O. (2018). Diagnostics of Objects of Innovative Work as a Tool for Improving the Innovation Activity of the Company's Personnel. *Path of Science*, 4(3), 4001–4007. doi: [10.22178/pos.32-3](https://doi.org/10.22178/pos.32-3)
26. Kniaz, S., Skrynkovskyy, R., Heorhiadi, N., Sopilnyk, L., Rusyn-Hrynyk, R., & Mainka, M. (2021). Monitoring the Economic Efficiency of Implementation of the System-Functional Approach in the Management of Innovative Development of Construction Enterprises. *Path of Science*, 7(3), 3020–3027. doi: [10.22178/pos.68-5](https://doi.org/10.22178/pos.68-5)
27. Shapurov, O. (2020). Components of the mechanism of ensuring of innovative sustainable development of industrial enterprises. *Black Sea Economic Studies*, 54. doi: [10.32843/bses.54-39](https://doi.org/10.32843/bses.54-39)
28. Yurynets, Z. V. (2016). *Formuvannia innovatsiinykh stratehii: teoriia, metodolohiia, praktyka* [Formation of innovative strategies: theory, methodology, practice]. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian)  
[Юринець, З. В. (2016). *Формування інноваційних стратегій: теорія, методологія, практика*. Львів: СПОЛОМ].
29. Kriher, Yu. Yu. (2020). *Pryntsypy audytu efektyvnosti v umovakh staloho rozvytku* [Principles of performance audit in terms of sustainable development]. In *Oblik, analiz, audyt ta opodatkovannia: suchasna paradyhma v umovakh staloho rozvytku* (pp. 334–336). Kyiv: KNEU (in Ukrainian)  
[Крігер, Ю. Ю. (2020). Принципи аудиту ефективності в умовах сталого розвитку. В *Облік, аналіз, аудит та оподаткування: сучасна парадигма в умовах сталого розвитку* (с. 334–336). Київ: КНЕУ].
30. Sopruniuk P. M., & Yuzevych V. M. (2005). *Diahnostyka materialiv i seredovyshch. Enerhetychni kharakterystyky poverkhnevyykh shariv* [Diagnosis of materials and environments. Energy characteristics of surface layers]. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian)  
[Сопрунюк П. М., & Юзевич В. М. (2005). *Діагностика матеріалів і середовищ. Енергетичні характеристики поверхневих шарів*. Львів: СПОЛОМ].
31. Pawlowski, G. (2017). *Rozvytok systemy upravlinskoï diahnostyky pidpriemstva* [Development of the system of management diagnostics of the enterprise] (Doctoral thesis), Lvivskyi universytet biznesu ta prava. Lviv (in Ukrainian)  
[Павловські, Г. (2017). *Розвиток системи управлінської діагностики підприємства* (Автореферат кандидатської дисертації), Львівський університет бізнесу та права. Львів].

32. Serniak, I. I. (2019). *Formuvannia ta rozvytok sotsialnoho instrumentariiu upravlinnia personalom pidpriumstva* [Formation and development of social tools for personnel management of the enterprise] (Doctoral thesis), Lvivskiy universytet biznesu ta prava. Lviv (in Ukrainian) [Серняк, І. І. (2019). *Формування та розвиток соціального інструментарію управління персоналом підприємства* (Автореферат кандидатської дисертації), Львівський університет бізнесу та права. Львів].
33. Kramar, O. M. (2020). *Pidvyshchennia efektyvnosti funktsionuvannia budivelnykh pidpriumstv na zasadakh udoskonalennia systemy upravlinnia personalom* [Improving the efficiency of construction companies on the basis of improving the personnel management system] (Doctoral thesis), Lvivskiy universytet biznesu ta prava. Lviv (in Ukrainian) [Крамар, О. М. (2020). *Підвищення ефективності функціонування будівельних підприємств на засадах удосконалення системи управління персоналом* (Автореферат кандидатської дисертації), Львівський університет бізнесу та права. Львів].
34. Shchebel, A. I. (2020). *Upravlinnia potentsialom pidpriumstva v systemi koordynat orhanizatsiinoho rozvytku* [Management of enterprise potential in the coordinate system of organizational development] (Doctoral thesis), Lvivskiy universytet biznesu ta prava. Lviv (in Ukrainian) [Щебель, А. І. (2020). *Управління потенціалом підприємства в системі координат організаційного розвитку* (Автореферат кандидатської дисертації), Львівський університет бізнесу та права. Львів].
35. Yuzevych, V. M. (2015). *Zastosuvannia pidkhodiv ryzykologhii dlia analizu investytsiinykh proektiv na pidpriumstvakh hazotransportnoho kompleksu* [Application of riskology approaches for the analysis of investment projects at enterprises of the gas transport complex]. *Naukovi zapysky Lvivskoho Universytetu biznesu ta prava. Seriya ekonomichna*, 13, 98–102 (in Ukrainian) [Юзевич, В. М. (2015). *Застосування підходів ризикології для аналізу інвестиційних проєктів на підприємствах газотранспортного комплексу*. *Наукові записки Львівського Університету бізнесу та права. Серія економічна*, 13, 98–102].
36. Lytiuha, Yu. V., & Revutska, N. V. (2012). *Ryzyky innovatsiinoi diialnosti ta suchasni autsorsynhovi modeli yii zdiisnennia* [Risks of innovative activity and modern outsourcing models of its implementation]. *Stratehiia ekonomichnoho rozvytku Ukrainy*, 30, 61–67 (in Ukrainian) [Литюга, Ю. В., & Ревуцька, Н. В. (2012). *Ризики інноваційної діяльності та сучасні аутсорсингові моделі її здійснення*. *Стратегія економічного розвитку України*, 30, 61–67].
37. Kniaz, S., Mainka, M. K., Skrynkovskyu, R., Kaydrovych, K., ... Tyrkalo, Y. (2017). *Regulation the effectiveness of application of the system-functional approach in the management of innovative development of construction enterprises*. *International Scientific Journal "Internauka"*, 5(105). doi: 10.25313/2520-2057-2021-5-7151
38. Lano, O. O. (2021). *Finansovy ryzyk-menedzhment pidpriumstv budivelnoi sfery* [Financial risk management of enterprises in the construction sector] (Doctoral thesis), Chernihivska politekhnikha. Chernihiv (in Ukrainian) [Ланьо, О. О. (2021). *Фінансовий ризик-менеджмент підприємств будівельної сфери* (Автореферат кандидатської дисертації), Чернігівська політехніка. Чернігів].
39. Pawlowski, G. (2017). *Rehuliuвання efektyvnosti zastosuvannia systemno-funktsionalnoho pidkhodu v upravlinni innovatsiinyim rozvytkom budivelnykh pidpriumstv* [Regulation of the effectiveness of the system-functional approach in the management of innovative development of construction enterprises]. *Internauka*, 3(25), 124–135 (in Ukrainian) [Павловські, Г. (2017). *Регулювання ефективності застосування системно-функціонального підходу в управлінні інноваційним розвитком будівельних підприємств*. *Інтернаука*, 3(25), 124–135].
40. Yuzevych, V. M., & Bodnar, H. Y. (2010). *Kryterii ekolohichnoi stiikosti v ozeroznavstvi* [Criteria of ecological sustainability in lake science]. *Visnyk Lvivskoho derzhavnoho universytetu bezpeky zhyttiediialnosti*, 4(1), 154–160 (in Ukrainian)

- [Юзевич, В. М., & Боднар, Г. Й. (2010). Критерії екологічної стійкості в озерознавстві. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 4(1), 154–160].
41. ASQ. (2022). *What Are Environmental Management Systems (EMS)?* Retrieved May 1, 2022, from <https://asq.org/quality-resources/environmental-management-system>
  42. Professional Evaluation and Certification Board, (2018). *Risk Management – Guidelines (ISO 31000:2018)*. Retrieved from <https://pecb.com/whitepaper/iso-310002018-risk-management-guidelines>
  43. Bobyl, V., Hnennyi, O., & Pyvovarova, H. (2021). Evaluation of investment efficiency in risk considerations, taking into account the relationship between return and risk levels. *Efektivna Ekonomika*, 6. doi: [10.32702/2307-2105-2021.6.4](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.6.4)
  44. Lozovan, V., Skrynkovskyy, R., Yuzevych, V., Yasynskiy, M., & Pawlowski, G. (2019). Forming the toolset for development of a system to control quality of operation of underground pipelines by oil and gas enterprises with the use of neural networks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(98), 41–48. doi: [10.15587/1729-4061.2019.161484](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.161484)
  45. Yuzevych, V., Pavlenchuk, N., Zaiats, O., Heorhiadi, N., & Lakiza, V. (2020). Qualimetric Analysis of Pipelines with Corrosion Surfaces in the Monitoring System of Oil and Gas Enterprises. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 9(1), 1145–1150. doi: [10.35940/ijrte.a1341.059120](https://doi.org/10.35940/ijrte.a1341.059120)
  46. Tyrkalo, Y. (2022). Entrepreneurial Risks: Causes, Consequences and Management (Theoretical Aspects). *Path of Science*, 8(1), 3010–3017. doi: [10.22178/pos.78-4](https://doi.org/10.22178/pos.78-4)