

Моніторинг ризик-менеджменту в системі цінностей сталого розвитку будівельного підприємства

Monitoring Risk Management in the System of Values of Sustainable Development of a Construction Company

Юрій Тиркало¹
Yuriy Tyrkalo

¹ Lviv Polytechnic National University
12 Stepana Bandery Street, Lviv, 79013, Ukraine

DOI: [10.22178/pos.81-12](https://doi.org/10.22178/pos.81-12)

JEL Classification: D81, M21,
L74

Received 20.04.2022
Accepted 26.05.2022
Published online 31.05.2022

Corresponding Author:
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 моніторингу ризик-менеджменту в системі цінностей сталого розвитку будівельного підприємства. За результатами проведеного дослідження удосконалено інформаційну технологію для моделі керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку з урахуванням взаємопроникаючих континуумів, а також результатів діагностування параметрів будівельних конструкцій, отриманих в результаті моніторингу. В основу інформаційної технології покладено трьохконтинуальну економетричну модель для аналізу темпів діагностики будівельних підприємств за умови їх сталого розвитку. Запропоновано принципи підвищення ефективності інноваційного проекту будівельного підприємства з урахуванням моніторингу інформації (відомостей, даних) щодо функціонування продукції. Сформульовано критерій ефективності менеджменту для будівельного підприємства на основі трьохконтинуумної моделі, яка забезпечує умови дотримання стабільних умов системи цінностей сталого розвитку з урахуванням критеріїв міцності та надійності конструкцій, а також ін'єкційної технології, орієнтованої на відновлення працездатності бетонних і залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в умовах корозійно-механічного руйнування.

Ключові слова: будівельне підприємство; технології; інновації; ризики; оптимізація; моніторинг; стандарти; економіко-математичні методи і моделі.

Abstract. The article reveals the issues, related to monitoring risk management in the system of values of sustainable development of a construction enterprise. According to the results of the study, the information technology for the model of business risk management in the system of values of sustainable development was improved, taking into account the interpenetrating continua, as well as the results of diagnosing the parameters of building structures, obtained as a result of monitoring. The information technology is based on a three-continuum econometric model for the analysis of the pace of diagnostics of construction companies under the condition of their sustainable development. The principles of increasing the efficiency of the innovative project of the building enterprise, taking into account monitoring of the information (news, data) concerning functioning of production are offered. The article defines the criterion of management efficiency for the construction enterprise on the basis of the three-continuum model, which provides conditions of observance of stable conditions of the system of values of sustainable development, taking into account the criteria of durability and reliability of designs, and also the injection technology focused on restoration of serviceability of the concrete and reinforced concrete constructions, which are used in the conditions of corrosion-mechanical destruction.

Keywords: construction company; technologies; innovations; risks; optimization; monitoring; standards; economic and mathematical methods and models.

ВСТУП

Важливою проблемою для українських підприємств в умовах ринкової економіки є розроблення ефективних інноваційних проектів, які забезпечили би підприємства дієвими механізмами сталого розвитку. В цьому контексті доцільно вибрати певну стратегію інноваційних змін і розробляти відповідні економіко-математичні методи і моделі з урахуванням аспектів континуального та ціннісно-орієнтованого підходів. Також тут особливо значення набувають прогнозування і реалізація інноваційних проектів з урахуванням даних моніторингу інформації про функціонування будівельних підприємств. При цьому є важливі і актуальні питання, які пов'язані з управлінням інноваційних проектів. Водночас доцільно відмітити, що управління проектами в діяльності будівельних підприємств передбачає опрацювання великого обсягу елементів, складні послідовності їх взаємодії, а також наявність внутрішніх та зовнішніх взаємозв'язків, впливів. Для забезпечення ефективного функціонування будь-якого соціально-економічного чи суто технічного інноваційного проекту потрібно впроваджувати чи удосконалювати процеси керування його окремими елементами, а також – удосконалювати проект у цілому, з урахуванням зворотних зв'язків, фактору безпеки, наукових технологій і штучного інтелекту.

В той же час, управління процесами потрібно розглядати як важливу функцію підприємства, орієнтовану на досягнення певної мети, яка повинна супроводжуватись забезпеченням стійкості функціонування проекту в умовах конкуренції, отримання максимального прибутку, реалізації умов виходу на міжнародний ринок тощо. Очевидно, що різні аспекти будівельних проектів пов'язані із допустимими межами роботоздатності конструкцій та відповідними ризиками.

За результатами проведення досліджень в сенсі забезпечення стійкості з'ясовано, що актуальними залишаються питання, які пов'язані із оцінюванням ефективності інноваційного проекту, який забезпечує умови сталого розвитку підприємств з урахуванням наукового підходу ризикології та оптимізаційних критеріїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що континуально-

термодинамічний підхід традиційно розглядають у прикладній фізиці, пов'язані з сучасним промисловим виробництвом [1, 2, 3]. Водночас у працях [4, 5] запропоновано стратегічний континуум для факторів ризику і темпів змін параметрів, які характеризують систему менеджменту бізнес-структур. Такими факторами, зокрема, у їхньому підході (для стратегічного континууму) є [3, 4, 5]: 1) темп здійснення змін; 2) ступінь опору; 3) сила (повноваження) ініціатора змін; 4) обсяг необхідної інформації; 5) фактори ризику.

Особливістю термодинамічного континуального підходу є те, що у ньому розглядають, як правило, 3-и взаємопроникаючі континууми [3]. Теоретичні основи ціннісно-орієнтованого менеджменту (до управління підприємством), які заслуговують на увагу, подано у праці [6]. У праці [6] також представлено підхід до оцінювання цінності активів для власників (акціонерів) проекту. Виходячи із результатів дослідження [4, 7, 8], можна стверджувати, що головним фактором сталого розвитку промислових підприємств є інноваційні процеси, для яких характерний суттєвий обсяг економічних, соціальних, екологічних проблем.

Поряд з тим, необхідно і важливо також зазначити, що саме фінансово-економічний моніторинг дозволяє реагувати на зміни зовнішнього і внутрішнього середовища бізнес-структури, дозволяє якісно оцінити об'єктивні можливості підприємства, підвищити ефективність його діяльності, керувати величиною і структурою капіталу, фінансовими ресурсами і конкурентними перевагами суб'єкта господарювання, забезпечити життєздатність підприємства та його фінансову стабільність [9, 10, 11]. Автор праці [9] надає визначення моніторингу, як оперативного збору даних про складні явища і процеси, що описуються досить невеликою кількістю ключових, особливо важливих показників з метою оперативної діагностики стану об'єкта дослідження (підприємства, бізнес-структури) в динаміці. В цьому аспекті заслуговують на особливу увагу дисертації [12, 13, 14, 15]. Водночас слід відзначити, що застосування концепції сталого розвитку підприємств (бізнес-структур) на практиці часто проблематичне завдяки ускладненій методиці реалізації відповідної стратегії і відсутності чітких критеріїв вибору оптимального числа параметрів стану [4, 7, 8, 9, 12].

Виходячи з результатів досліджень [4, 16, 17], обмежимося розглядом оптимізації інноваційного проекту на прикладі будівельного підприємства з урахуванням системно-функціонального і модульного підходів.

Застосування підходів ризикології для аналізу інноваційних та інвестиційних проектів на будівельних і газотранспортних підприємствах з урахуванням інформаційних технологій, системно-функціонального та обліково-аналітичного підходів подано у працях [1, 2, 12, 14, 18, 19, 20]. Але в цих дослідженнях, враховуючи інформацію у праці [4, 21, 22, 23, 24], не конкретизовано механізми реалізації технологічних процесів та їх зв'язок з особливостями стратегії сталого розвитку для відповідних підприємств.

Метою статті є удосконалення інформаційної технології для оптимізації інноваційних проектів на підприємствах будівельного комплексу з урахуванням підходів діагностики, континуального, а також з урахуванням результатів моніторингу і системи цінностей сталого розвитку у комплексі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Так, на першому (1) етапі сформулюємо алгоритм моніторингу функціонування будівельного підприємства, виходячи із інформації у працях [9, 24, 25]. Відповідна стратегія ґрунтується на аналізі й оцінці рівнів таких параметрів як: 1) інноваційна інтенсивність $E(x_i)$ та 2) технічний капітал $K(x_i)$ суб'єктів господарювання; 3) стратегічний інноваційний потенціал $P(x_i)$, 4) ризики інноваційної діяльності $R(x_i)$, а також 5) міцність $W(x_i)$ та 6) надій-

ність $N(x_i)$ будівельних конструкцій (продукції підприємства) [3, 14, 16, 19, 20]. 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 (бізнес-структури), а також продукції.

Згідно з концепцією сталого розвитку [7, 8], враховуючи інформацію у працях [4, 12, 13, 14, 15], та з урахуванням аспектів континуального підходу обмежимося розглядом 3-х континуумів для 3-х множин функцій і параметрів, які характеризують відповідні континууми (середовища): фінансовий та технологічний (f), матеріальний (m), конструкційний (c). У цьому випадку розглянемо 3-и типи (компоненти) функції ризику $R_f(x_i)$, $R_m(x_i)$, $R_c(x_i)$ у відповідних 3-х континуумах. Оскільки низка функцій і параметрів може належати одночасно двом або трьом континуумам, розглядаємо взаємопроникаючі континууми функцій та параметрів, аналогічно як у вже існуючих дослідженнях, зокрема у праці [3]. Зокрема, продукція підприємства (суб'єкта господарювання, підприємницької структури) характеризується не тільки функціями $W_f(x_i)$ та $N_f(x_i)$ для будівельних конструкцій, але й $W_m(x_i)$ та $N_m(x_i)$ для матеріалів, з яких ті конструкції виготовлені.

Для моделювання впливу інновацій на процеси функціонування бізнес-структур у межах фінансового та технологічного континууму уведемо функції прибутку $\Pi_f(x_i)$, обсягу продукції $\Psi_f(x_i)$ і уточнимо ризики $R_f(x_i)$, $R_m(x_i)$, $R_c(x_i)$, аналогічно як у моделях економіки [19], враховуючи інформацію у працях [4, 12, 13, 14, 15] – співвідношення (1)–(3):

$$\Pi_f(x_i) = f_1(\Psi_f, R_f, R_m, R_c, L_f, W_m, W_c, N_m, N_c, L_f, K_f, r_f, w_f, \lambda_f, x_i), \quad (1)$$

$$\Psi_f(x_i) = f_2(\Pi_f, R_f, R_m, R_c, L_f, W_m, W_c, N_m, N_c, L_f, K_f, r_f, w_f, \lambda_f, x_i), \quad (2)$$

$$R_f(x_i) = f_3(\Pi_f, \Psi_f, L_f, W_m, W_c, N_m, N_c, L_f, K_f, r_f, w_f, \lambda_f, x_i). \quad (3)$$

де $R_j = (R_f, R_m, R_c)$, ($j = f, m, c$);

w_f – відповідає середньому значенню заробітної плати для працівників (персоналу);

L_f – характеристики робочої сили (кількість, якість, кваліфікація);

λ_f – множник Лагранжа;

r_f – норма прибутку (ставка відсотка): f_1, f_2, f_3 – символи функціональної залежності між функціями та параметрами;

K_f – основний капітал підприємства;

міцність $W_m(x_i)$, $W_c(x_i)$ та надійність $N_m(x_i)$, $N_c(x_i)$ будівельних конструкцій, компоненти яких належать 2-м континуумам: 1) матеріальному (m) та 2) конструкційному (c).

Співвідношення (1)–(3) є основою економетричної моделі для функцій і параметрів фінансового та технологічного континууму з урахуванням ризиків $R_j = (R_f, R_m, R_c)$ інноваційної діяльності, які мають відношення до трьох континуумів у комплексі. До ризиків інноваційного процесу відносимо ризики, пов'язані з порушенням критеріїв міцності та надійності для конструкцій (продукції) і матеріалів (наноматеріалів), з яких конструкції виготовлені [19].

В основу системи цінностей сталого розвитку підприємств (бізнес-структур, підприємни-

цьких структур) покладемо кванти інформації I_{if} та фінансових ресурсів I_{rf} . Ці кванти інформації для будівельного підприємства забезпечують умови сталого розвитку і нанотехнологічні рішення, завдяки яким було отримано високоміцні бетони з терміном можливої придатності 300–500 років і використано для будівництва хмарочосів, мостів тощо [26].

Для I_{if} та I_{rf} запишемо відповідні балансові співвідношення (4), аналогічно як у праці [19], з урахуванням додаткової інформації (аналітичних, спеціальних даних), що стосується синергетичного ефекту, а саме:

$$\partial I_{if}/\partial t + \text{div} J_{if} = \sigma_{if}, \quad \partial I_{rf}/\partial t + \text{div} J_{rf} = \sigma_{rf} + \eta \sigma_{ifL} + \zeta \sigma_{ifN}, \quad (4)$$

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

$J_{if}, J_{rf}, \sigma_{if}, \sigma_{rf}, \sigma_{ifL}, \sigma_{ifN}$ – потоки (символи з J) та інтенсивності (символи з σ) джерел інформації, а також ресурсів, які характеризують динамічні процеси у підприємствах;

i, f, r, L, N – індекси;

η, ζ – коефіцієнти вагомості, які визначаємо з умов нормування функцій I_{if} та I_{rf} .

Тут добуток $\eta \sigma_{ifL}$ – лінійна складова, яка характеризує вплив інформаційної компоненти на відповідну функцію I_{rf} , а $\zeta \sigma_{ifN}$ – нелінійна складова. Нелінійна складова σ_{ifN} (4) характеризує синергетичний ефект. Часткові приклади побудови нелінійних виразів, які відповідатимуть синергетичному ефекту подамо аналогічно як у праці [27], в якій запропоновано чотирифакторну мультиплікаційну модель (5) типу $a_\alpha b_\beta c_\gamma d_\delta$, зокрема формуємо за аналогією:

$$\sigma_{ifN1} = Y_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1 \cdot d_1; \quad \sigma_{ifN2} = Y_2 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_2 \cdot d_1, \quad (5)$$

де Y – валовий прибуток будівельного підприємства;

a_1 – середня річна вартість основних засобів ($\alpha=1$);

b_1 – питома вага вартості машин та обладнання в загальній вартості основних засобів ($\beta=1$);

c_1 – фондвіддача активної частини основних засобів ($\gamma=1$);

d_1 – прибуткомісткість реалізованої продукції (будівельних бетонних конструкцій) ($\delta=1$);

c_2 – ефективність використання ін'єкційних технологій для зміцнення будівельних залізобетонних конструкцій ($\gamma=2$).

Чинники c_γ і d_δ – якісні параметри, вони дають можливість оцінити ефективність застосування машин та обладнання у виробництві та частку валового прибутку у виручці від реалізації продукції (робіт, послуг) підприємства, тобто його цінову конкурентоспроможність [27, 28, 29, 30, 31, 32].

Синергетичний ефект можна оцінити і проаналізувати за допомогою умов взаємопроникнення континуумів і критеріїв оптимізації, які стосуються інформаційних та фінансових потоків.

Для оптимізації інформаційних $J_{if}(x_i)$ та фінансових потоків $J_{rf}(x_i)$ підприємства (бізнес-структури) й аналізу ризиків для фінансового та технологічного континууму використаємо модель з функціоналом якості $\Omega_f(\cdot)$ у вигляді:

$$R_f(x_i) = f_4(J_{if}, J_{rf}, FB_{jr}(x_i), \Pi_f, \Psi_f, L_f, K_f, r_f, w_f, \lambda_f, x_i) \Rightarrow \min, \quad (6)$$

$$\Omega_f(x_i) = f_5(J_{if}, J_{rf}, FB_{ir}(x_i), R_f, \Pi_f, \Psi_f, L_f, K_f, r_f, w_f, \lambda_f, x_i) \Rightarrow \text{opt}, \quad (7)$$

де $FB_{jr}(x_i), FB_{ir}(x_i)$ – функції, які характеризують обернені зв'язки (*Feed-back*) з урахуванням потоків, джерел, параметрів, а також критеріїв міцності та надійності, які характеризують стан підприємств. Тут символ *opt* відповідає умові оптимальності функціоналу якості $\Omega_f(x_i)$ (7), що регулюється за допомогою відповідних потоків.

Отже, співвідношення (1)–(7) є основою удосконаленої моделі керування інформаційними та фінансовими потоками і відповідної інформаційної технології керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку для континууму функцій та параметрів фінансового та технологічного (f) середовища.

У першому наближенні, щоб модель не була громіздкою, варто обмежитись системою

$$\partial I_{im}/\partial t + \text{div} J_{im} = \sigma_{im}, \partial I_{rm}/\partial t + \text{div} J_{rm} = \sigma_{rm} + \eta_m \sigma_{imL} + \zeta_m \sigma_{imN}, \quad (8)$$

$$\partial I_{ic}/\partial t + \text{div} J_{ic} = \sigma_{ic}, \partial I_{rc}/\partial t + \text{div} J_{rc} = \sigma_{rc} + \eta_c \sigma_{icL} + \zeta_c \sigma_{icN}, \quad (9)$$

де $J_{im}, J_{rm}, J_{ic}, J_{rc}, \sigma_{im}, \sigma_{rm}, \sigma_{ic}, \sigma_{rc}, \sigma_{imL}, \sigma_{imN}, \sigma_{icL}, \sigma_{icN}$ – потоки та інтенсивності джерел інформації, ресурсів, які характеризують динамічні процеси у підприємствах зі сторони матеріального та конструкційного континуумів з урахуванням ризиків $R_m(x_i), R_c(x_i)$ та цінностей активів сталого розвитку.

Співвідношення (1)–(9) є основою удосконаленої трьохконтинуумної економічної моделі керування фінансовими, технологічними процесами, а також підприємницькими ризиками і відповідної інформаційної технології, структурна схема якої подана на рисунку 1.

Інформаційно-комп'ютерна технологія, як видно з рисунку 1, поєднує у собі: 1) блоки трьохконтинуумної моделі з урахуванням функціоналу якості; 2) обмежуючі співвідношення для параметрів, функцій, а також інформаційних та фінансових потоків; 3) систему керування фінансовими і технологічними процесами та підприємницькими ризиками з урахуванням критеріальних співвідношень.

Для прикладу розглянемо сферу діяльності підприємств будівельної сфери з урахуванням нанотехнологій, які використовують для розробки нанотехнологічних бетонів. Параметри цих матеріалів (бетонів) відповідають матеріальному континуумі. З нанотехнологічного бетону виготовляють блоки (елементи конструкцій). З бетонних блоків виготовляють бетонні фундаменти (елементи конструкцій). Параметри бетонних блоків і фундаментів (конструкцій) входять у множину конструкційного континууму.

Обмеження щодо параметрів та процесів, які характеризують деградацію будівельних елементів конструкцій, пов'яжемо з моніторингом процесу керування

співвідношень типу (1)–(7) для фінансового та технологічного (f) середовища, а зі сторони двох других континуумів (m) та (c) враховувати ризики $R_m(x_i), R_c(x_i)$, обмежуючі співвідношення, а також кванти інформації I_{im}, I_{ic} та фінансових ресурсів I_{rm}, I_{rc} . Для I_{im}, I_{ic} та I_{rm}, I_{rc} запишемо балансові співвідношення аналогічно як у економіко-математичних виразах (4):

підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку. У цьому контексті використаємо нормативні документи (стандарти) України для оцінювання міцності та надійності будівельних конструкцій, а також стандарти для оцінювання якості. Перелічимо основні нормативні документи:

1. Національний стандарт України. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками.
2. ДСТУ Б В.2.7-176:2008. Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ).
3. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю.
4. Державні будівельні норми України. Проектування. ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.
5. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво.
6. ДСТУ-Н Б А.3.1-24:2013. Настанова з організації системи управління якістю будівництва.
7. ДБН А. 1.1-1:2009. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення.

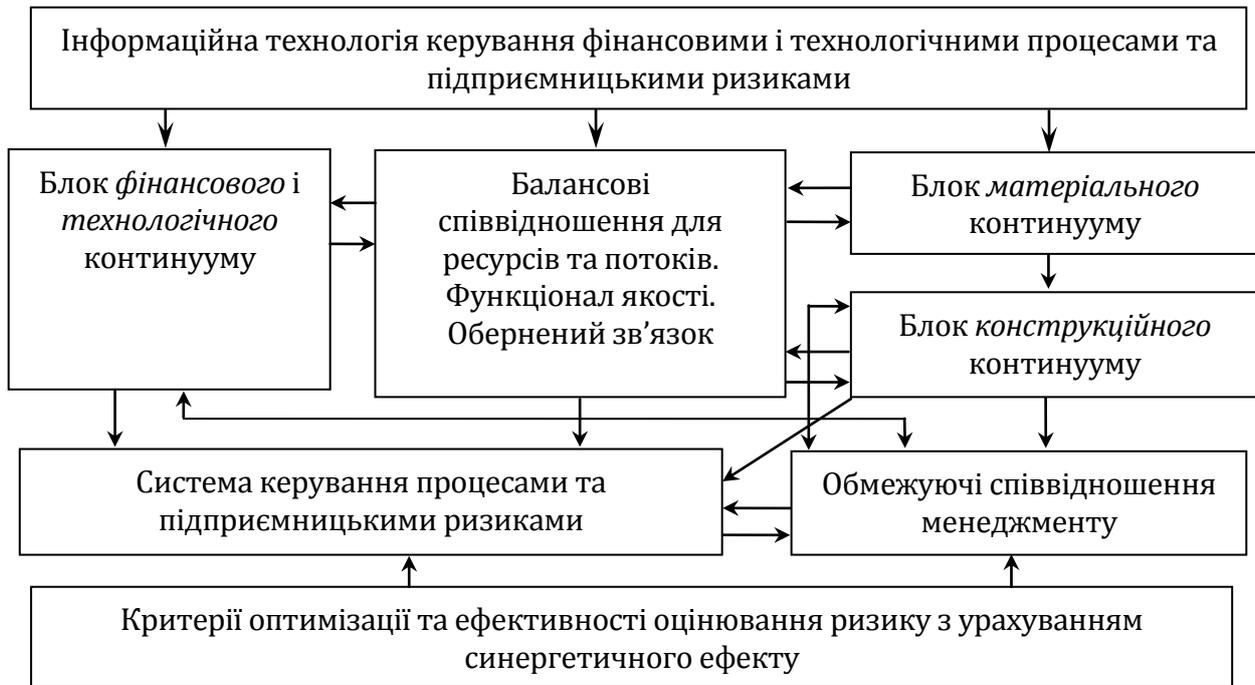


Рисунок 1 – Структурна схема (економічна модель) інформаційно-комп’ютерної технології для визначення ефективності інноваційного проекту щодо керування фінансовими і технологічними процесами та підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку (розроблено автором)

Стандарти 1–7 мають відношення до оцінювання параметрів деградації будівельних конструкцій і на їх основі дослідники (фахівці, спеціалісти) контролюють стан, стійкість та параметри ризику з урахуванням міжнародного стандарту ISO 31000:2018 (*Risk Management – Guidelines* [33]), з допомогою

якого формують основні етапи керування підприємницькими ризиками.

Для оптимізації інформаційних $J_{if}(x_i)$ та фінансових потоків $J_{rf}(x_i)$ будівельного підприємства й аналізу ризиків подамо співвідношення (7) для функціоналу якості $\Omega_f(\cdot)$ у вигляді (аналогічно як у праці [19]):

$$\Omega_f(J_{if}, J_{rf}, FB_{ir}, R_f, \Pi_f, \Psi_f, L_f, K_f, r_f, w_f, \lambda_f, x_i) = \int_{t_0}^{t_k} f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s}) dt \Rightarrow opt, \tag{10}$$

де \bar{y} – вектор заданих впливів ($y_j(t)$ – компоненти вектора, $j = 1, 2, \dots, n$); \bar{u} – вектор керувань;

\bar{s} – вектор невизначених збурень;

$[t_0, t_k]$ – інтервал часу, в якому розглядається процес (формування оптимальних значень інформаційних $J_{if}(x_i)$ та фінансових потоків $J_{rf}(x_i)$);

$f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s})$ – функція, що відображає показник якості;

FB_{ir} – функція, яка характеризує обернений зв'язок (*Feed-back*) між потоками і оточенням підприємства (контрагентами) з урахуванням думок експертів. Комплексне проектування припускає застосування технології ін'єкцій для зміцнення матеріалу (бетону) [26].

Для реалізації методики оцінювання ризиків $R_f(x_i)$ на основі статистичного підходу вводимо функції типу $Z_f(R_f)$, $Z_c(R_c)$ і відповідний інтегральний критерій компромісу для інфор-

маційних $J_{if}(x_i)$, $J_{ic}(x_i)$ та фінансових потоків $J_{rf}(x_i)$, $J_{rc}(x_i)$ з урахуванням того, що $Z_f(R_f)$, $Z_c(R_c)$ представлені аналогічно як у праці [11]:

$$\begin{aligned}
Z_f(R_f(J_{if}(x_i), J_{rf}(x_i))) &= \sqrt{(\delta_{Zf})^2 + (S_{Zsf})^2 + (\delta_{Asf})^2 + (\delta_{Exf})^2}; \\
Z_c(R_c(J_{ic}(x_i), J_{rc}(x_i))) &= \sqrt{(\delta_{Zc})^2 + (S_{Zsc})^2 + (\delta_{Asc})^2 + (\delta_{Exc})^2}; \\
Z_f(R_f(J_{if}(x_i), J_{rf}(x_i))) + \xi_c Z_c(R_c(J_{ic}(x_i), J_{rc}(x_i))) &\Rightarrow \min;
\end{aligned} \tag{11}$$

Тут враховано множину показників (коефіцієнтів): варіації δ_{Zf} , δ_{Zc} , семіваріації S_{Zsf} , S_{Zsc} , коефіцієнти варіації асиметрії δ_{Asf} , δ_{Asc} , варіації ексцесу δ_{Exf} , δ_{Exc} , ξ_c – коефіцієнт вагомості. Умова компромісу буде досягнута за рахунок вибору оптимального значення параметра ξ_c .

Вираз (11) розглядаємо як критеріальне співвідношення для уточнення ризиків $R(x_i) = (R_f, R_m, R_c)$ і оцінюємо відповідні складові, а також інтегральну функцію ризиків з розширеною низкою параметрів $Z_f(R_f(J_{if}(x_i), J_{rf}(x_i)))$ та $Z_c(R_c(J_{ic}(x_i), J_{rc}(x_i)))$ за результатами урахування співвідношень (1)–(10).

Аналогічним способом як у наукових працях [1, 34] сформулюємо мультиплікативний критерій ефективності менеджменту для будівельного підприємства на основі трьохконтинуумної моделі (1)–(11) і відповідний економіко-математичний вираз подамо у вигляді виразу (12):

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

де k_i – параметри ($i=1, 2, \dots, 9$), які характеризують план удосконалення моделі керування ризиками, зокрема: k_1 – керування та контроль інформації, яка отримана в результаті відбору даних про систему функцій та параметрів фінансового та технологічного континууму з урахуванням норми доходу, ризиків, обсягу інвестицій, фондівіддачі основних засобів підприємства; k_2 – методики врахування обмежень та параметри та функції конструкцій; k_3 – методи оцінювання функцій та параметрів континууму інформації про матеріали, з яких виготовляють бетонні елементи конструкцій; k_4 – методи оцінювання функцій та параметрів континууму інформації про елементи конструкцій (продукцію підприємства); k_5 – методики удосконалення матеріалів на основі ін'єкційних технологій (з урахуван-

ням нанотехнологій); k_6 – методика оцінювання функцій та параметрів, пов'язаних з функціонуванням комплексу пересувного устаткування для діагностики та відновлення працездатності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в умовах корозійно-механічного руйнування; k_7 – методики навчання та обміну знаннями для підвищення якості робочої сили (персоналу); k_8 – методики оцінювання терміну безаварійної роботи T_s (ресурсу) елементів конструкцій (продукції підприємства); k_9 – методики керування ефективністю інноваційного проекту (з урахуванням ключових показників ефективності (КПЕ) і результатів моніторингу параметрів продукції підприємства) [1, 34, 35].

Таким чином, на основі співвідношень (1)–(12) розроблено інформаційно-комп'ютерну технологію для оцінювання ефективності інноваційного проекту будівельного підприємства.

ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеного дослідження розроблено структурну схему інформаційно-комп'ютерної технології для визначення ефективності інноваційного проекту за даними моніторингу функцій і параметрів щодо керування технологічним процесом та підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку для будівельного підприємства, в якому виготовляють бетонні елементи конструкцій. В основу інформаційної технології покладено трьохконтинуальну економічну модель процесів контролю якості бетонних елементів конструкцій (продукції підприємства) з урахуванням балансових співвідношень для інформаційних та фінансових потоків, які описують процедури керування підприємницькими ризиками в системі цінностей сталого розвитку.

2. Запропоновано для інноваційного проекту контролю якості бетонних елементів конструкцій (продукції підприємства) критерій ефективності менеджменту, що враховує норми доходу, ризику, обсяг інвестицій, фондовіддачу основних засобів підприємства, а також методику контролю процедури функціонування комплексу пересувного устаткування для діагностики та відновлення працездатності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в умовах корозійно-механічного руйнування.

3. Запропоновану трьохконтинуальну економічну модель інформаційної технології щодо інноваційного проекту контролю параметрів бетонних конструкцій доцільно орієнтувати на оптимізацію нормативно-технічного забезпечення підприємства (регламентів та інструкцій) з урахуванням даних моніторингу стосовно параметрів і функцій, які характеризують відновлення з допомогою ін'єкційних технологій працездатності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в умовах корозійно-механічного руйнування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. 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*, 2(5), 41–48. doi: [10.15587/1729-4061.2019.161484](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.161484)
2. Yuzevych, L., Yankovska, L., Sopilnyk, L., Yuzevych, V., Skrynkovskyy, R., Koman, B., ... Yasynskiy, M. (2019). Improvement of the toolset for diagnosing underground pipelines of oil and gas enterprises considering changes in internal working pressure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(5), 23–29. doi: [10.15587/1729-4061.2019.184247](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184247)
3. 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].
4. 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(507), 191–199. doi: [10.32983/2222-4459-2020-4-191-199](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-4-191-199)
5. Kotter, J. P., & Schlesinger, L. A. (1989). Choosing Strategies for Change. In: Asch, D., Bowman, C. (eds) *Readings in Strategic Management*. Palgrave, London, 294–306. doi: [10.1007/978-1-349-20317-8_21](https://doi.org/10.1007/978-1-349-20317-8_21)
6. Oriekhova, A. I. (2016). *Tsinnisno-orientovanyi pidkhid v systemi upravlinnia pidpriemstvom* [Value-oriented approach in the enterprise management system]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ekonomika i menedzhment*, 1, 49–53 (in Ukrainian)
[Орехова, А. І. (2016). Ціннісно-орієнтований підхід в системі управління підприємством. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент*, 1, 49–53].
7. 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)
8. 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 opodatkuvannia: 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].

9. Khalina, V. M. (2013). *Kontseptsiiia finansovo-ekonomichnoho monitorynhu pidpriumstva* [The concept of financial and economic monitoring of the enterprise]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, 42, 331–334 (in Ukrainian)
[Халіна, В. М. (2013). Концепція фінансово-економічного моніторингу підприємства. *Вісник економіки транспорту і промисловості*, 42, 331–334].
10. Skrynkovskyy, R. M., Protsiuk, T. B., & Leskiv, S. R. (2015). *Monitorynh finansovoi, vyrobnychoi, marketynhovoï i produktovoi sfer diialnosti ta ekspres-diahnostyka materialno-tekhnichnoho zabezpechennia pidpriumstva* [Monitoring of financial, production, marketing and product areas of activity and rapid diagnostics of logistics of the enterprise]. *Biznes Inform*, 10, 250–256 (in Ukrainian)
[Скриньковський, Р. М., Процюк, Т. Б., & Леськів, С. Р. (2015). Моніторинг фінансової, виробничої, маркетингової і продуктової сфер діяльності та експрес-діагностика матеріально-технічного забезпечення підприємства. *Бізнес Інформ*, 10, 250–256].
11. Kniaz, S., Skrynkovskyy, R., Heorhiadi, N., Sopilnyk, L., ... Rusyn-Hrynyk, R. (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)
12. Pavlovski, H. (2017). *Rozvytok systemy upravlinskoï diahnostyky pidpriumstva* [Development of the system of management diagnostics of the enterprise] (Doctoral thesis), Lvivskyyi universytet biznesu ta prava. Lviv (in Ukrainian)
[Павловські, Г. (2017). *Розвиток системи управлінської діагностики підприємства* (Автореферат кандидатської дисертації), Львівський університет бізнесу та права. Львів].
13. Serniak, I. I. (2019). *Formuvannia ta rozvytok sotsialnoho instrumentarii upravlinnia personalom pidpriumstva* [Formation and development of social tools for personnel management of the enterprise] (Doctoral thesis), Lvivskyyi 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].
14. Kramar, O. M. (2020). *Pidvyshchennia efektyvnosti funkcionuvannia 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), Lvivskyyi 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].
15. 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), Lvivskyyi 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].
16. 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. *International Scientific Journal "Internauka"*, 5(105). doi: [10.25313/2520-2057-2021-5-7151](https://doi.org/10.25313/2520-2057-2021-5-7151)
17. Pylypchuk, O. D. (2013). *Innovatsiini tekhnolohichni systemy modulnoho budivnytstva* [Innovative technological systems of modular construction]. *Suchasne promyslove ta tsyvilne budivnytstvo*, 9(1), 48–53 (in Ukrainian)
[Пилипчук, О. Д. (2013). Інноваційні технологічні системи модульного будівництва. *Сучасне промислове та цивільне будівництво*, 9(1), 48–53].

18. 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)
19. Yuzevych, V. M. (2015). Zastosuvannya pidkhodiv ryzykologhii dlia analizu investytsiinykh proektiv na pidpriemstvakh hazotransportnoho kompleksu [Application of risk approaches for the analysis of investment projects at the enterprises of the gas transportation complex]. *Naukovi zapysky Lvivskoho Universytetu biznesu ta prava. Serii 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].
20. Skrynkovskyy, R., Kramar, O., Zamula, K., Khmyz, V., ... Vizniak, Y. (2021). Features of accounting and analytical support for entrepreneurial risk management. *International Scientific Journal "Internauka". Series: "Economic Sciences"*, 12(56). doi: [10.25313/2520-2294-2021-12-7813](https://doi.org/10.25313/2520-2294-2021-12-7813)
21. 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)
22. 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(Special Issue), 79–86. doi: [10.22094/joie.2020.677836](https://doi.org/10.22094/joie.2020.677836)
23. 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)
24. Fisunenکو, P., Orlovska, Yu., & Kakhovska, O. (2021). Monitorynh rezultativ funktsionuvannia budivelnnykh pidpriemstv yak bazys otsiniuvannia ekonomichnoi bezpeky [Monitoring the results of the operation of construction companies as a basis for assessing economic security]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 30 doi: [10.32782/2524-0072/2021-30-61](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-30-61) (in Ukrainian) [Фісуненко, П., Орловська, Ю., & Каховська, О. (2021). Моніторинг результатів функціонування будівельних підприємств як базис оцінювання економічної безпеки. *Економіка та суспільство*, 30. doi: [10.32782/2524-0072/2021-30-61](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-30-61)].
25. Kemechydzyieva M. V., & Vinnyk, I. Yu. (2015). Informatsiino-analitychne zabezpechennia monitorynhu diialnosti pidpriemstv budivelnoi haluzi [Information and analytical support for monitoring the activities of construction companies]. *Komunalne hospodarstvo mist. Serii: Ekonomichni nauky*, 125, 49–53 (in Ukrainian) [Кемечиджійєва М. В., & Вінник, І. Ю. (2015). Інформаційно-аналітичне забезпечення моніторингу діяльності підприємств будівельної галузі. *Комунальне господарство міст. Серія: Економічні науки*, 125, 49–53].
26. Derev'ianko, V. M., Moroz, L. V., & Moroz, V. Yu. (2020). Nanotekhnologichni betony. Analitychnyi ohliad [Nanotechnological concretes. Analytical review]. In *Aktualni problemy inzhenernoi mekhaniky* (с. 251–254) (in Ukrainian) [Дерев'янюк, В. М., Мороз, Л. В., & Мороз, В. Ю. (2020). Нанотехнологічні бетони. Аналітичний огляд. В *Актуальні проблеми інженерної механіки* (с. 251–254)].
27. Yankovyi, O. H., Melnyk, N. V., & Yankovyi, V. O. (2014). Otsinka synerhetychnoho efektu vyrobnycho-finansovykh system na osnovi determinovanykh modelei [Estimation of synergetic effect of production and financial systems on the basis of deterministic models]. *Zovnishnia torhivlia: ekonomika, finansy, pravo*, 1, 189–198 (in Ukrainian) [Янковий, О. Г., Мельник, Н. В., & Янковий, В. О. (2014). Оцінка синергетичного ефекту виробничо-фінансових систем на основі детермінованих моделей. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*, 1, 189–198].

28. Skrynkovskyy, R. M. (2015). *Diahnastyka konkurentospromozhnosti produktsii pidpryiemstva* [Diagnosis of competitiveness of enterprise products]. *Problemy ekonomiky*, 4, 240–246 (in Ukrainian)
[Скриньковський, Р. М. (2015). Діагностика конкурентоспроможності продукції підприємства. *Проблеми економіки*, 4, 240–246].
29. Skrynkovskyy, R. M., Pavlovski, H., & Vorobiov, V. V. (2016). *Diahnastyka vidpovidnosti konkurentnoi stratehii pidpryiemstva stanu zovnishnoho seredovyshcha* [Diagnosis of compliance of the competitive strategy of the enterprise with the state of the environment]. *Biznes Inform*, 10, 371–376 (in Ukrainian)
[Скриньковський, Р. М., Павловські, Г., & Воробйов, В. В. (2016). Діагностика відповідності конкурентної стратегії підприємства стану зовнішнього середовища. *Бізнес Інформ*, 10, 371–376].
30. Šiškina, A., Juodis, A., & Apanavičienė, R. (2009). Evaluation of the competitiveness of construction company overhead costs. *Journal of civil engineering and management*, 15(2), 215–224. doi: 10.3846/1392-3730.2009.15.215-224
31. Baljaa, O. (2013). The possibility to increase competitiveness of construction sector. *Ifost*. doi: 10.1109/ifost.2013.6617010
32. Dangerfield, B., Green, S., & Austin, S. (2010). Understanding construction competitiveness: the contribution of system dynamics. *Construction Innovation*, 10(4), 408–420. doi: 10.1108/14714171011083579
33. Professional Evaluation and Certification Board, (2018). *Risk Management – Guidelines* (ISO 31000:2018.). Retrieved from <https://pecb.com/whitepaper/iso-310002018-risk-management-guidelines>
34. 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
35. Marukha, V. I., Serednytskyi, Ya. A., Hnyp, I. P., & Sylovaniuk, V. P. (2007). Rozrobka in'ieksiinykh tekhnologii ta stvorennia kompleksu peresuvnoho ustatkuvannia dlia diahnostyky ta vidnovlennia pratsezdatsnosti betonnykh i zalizobetonnykh konstruksii i sporud, shcho ekspluatuiutsia v umovakh koroziiino-mekhanichnoho ruinuvannia [Development of injection technologies and creation of a complex of mobile equipment for diagnostics and recovery of concrete and reinforced concrete structures and structures operated in conditions of corrosion and mechanical destruction]. *Nauka ta innovatsii*, 5, 26–33 (in Ukrainian)
[Маруха, В. І., Середницький, Я. А., Гнип, І. П., & Силованюк, В. П. (2007). Розробка ін'єкційних технологій та створення комплексу пересувного устаткування для діагностики та відновлення працездатності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в умовах корозійно-механічного руйнування. *Наука та інновації*, 5, 26–33].