

УДК 69.059.7:658.2

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.040624.102.1063

УДОСКОНАЛЕНИЙ АЛГОРИТМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО РЕДЕВЕЛОПМЕНТУ ПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ

КОВАЛЬОВ В. В.¹, *докт. техн. наук, доц.*,
КРАВЧУНОВСЬКА Т. С.^{2*}, *докт. техн. наук, проф.*,
БРОНЕВИЦЬКИЙ А. П.³, *канд. техн. наук*,
ЗАЯЦЬ Є. І.⁴, *докт. техн. наук, проф.*,
ДАНИЛОВА Т. В.⁵, *канд. техн. наук, доц.*,
КОСОЛАПОВ А. Ф.⁶, *канд. техн. наук, доц.*

¹ Кафедра інженерної геології і геотехніки, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

^{2*} Кафедра організації і управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: kts789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

³ Кафедра організації і управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: andbron_gm@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-9656-6085

⁴ Кафедра організації і управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

⁵ Кафедра організації і управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: danylova.tetiana@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-9319-0154

⁶ Кафедра геодезії, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Дмитра Яворницького, 19, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373-07-69, e-mail: sgm@sgm.org.ua, ORCID ID: 0000-0001-8931-0352

Анотація. Постановка проблеми. Через фінансово-економічну кризу багато промислових підприємств припинили свою діяльність або суттєво зменшили обсяги виробництва внаслідок скорочення ринків збуту продукції, що супроводжується деструктивними процесами та явищами. Адаже в умовах динамічного конкурентного середовища частина підприємств мають застарілі та зношені основні виробничі фонди, їх продукція не користується попитом, приміщення здаються в оренду, значні території зайняті відходами і шкідливими речовинами (екологічно небезпечними), низький технологічний рівень виробництва, слабку науково-технічну сферу, скорочення пропозицій трудових ресурсів. Тому забезпечення сталого розвитку України неможливе без вирішення проблем реструктуризації та якісного оновлення промислового виробництва, реконструкції деградованих міських територій, зайнятих занедбаними будівлями і спорудами промислових підприємств. Отже, існує об'єктивна потреба підвищення рівня рентабельності забудови територій шляхом обґрунтування альтернативних варіантів використання земельних ділянок: знесення деградованих промислових підприємств та будівництво нових об'єктів або реконструкція будівель і споруд промислових підприємств зі зміною функціонального призначення. Проте наразі відсутній єдиний підхід до побудови інформаційної моделі процесу прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення. **Мета статті** – розроблення вдосконаленого алгоритму прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення. **Висновок.** Удосконалено алгоритм прийняття рішень з реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення, що забезпечує одержання обґрунтованих значень техніко-економічних показників таких проєктів залежно від наявної вихідної інформації щодо об'єкта та умов виконання робіт, а також надає можливість уточнення значень показників ефективності управлінських рішень на різних етапах життєвого циклу, завдяки коригуванню значень тривалості та вартості реконструкції шляхом варіювання параметрів, які входять до складу визначальних факторів.

Ключові слова: прийняття рішення; алгоритм; блок-схема; реконструкція; сталий розвиток; раціоналізація

IMPROVED DECISION-MAKING ALGORITHM FOR THE REDEVELOPMENT OF INDUSTRIAL AREAS

KOVALOV V.V.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
KRAVCHUNOVSKA T.S.^{2*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
BRONEVYTSKYI A.P.³, *Cand. Sc. (Tech.)*,
ZAIATS Ye.I.⁴, *Dr. Sc. (Tech.), Ass.-Prof.*,
DANYLOVA T.V.⁵, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
KOSOLAPOV A.F.⁶, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Department of Engineering Geology and Geotechnics, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

^{2*} Department of Organisation and Management in Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: kts789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

³ Department of Organisation and Management in Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: andbron.gm@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-9656-6085

⁴ Department of Organisation and Management in Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

⁵ Department of Organisation and Management in Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: danylova.tetiana@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-9319-0154

⁶ Department of Geodesy, National Technical University "Dnipro University of Technology", 19, Dmytra Yavornytskoho Ave., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 373-07-69, e-mail: sgm@sgm.org.ua, ORCID ID: 0000-0001-8931-0352

Abstract. Raising of problem. As a result of the financial and economic crisis, many industrial enterprises have ceased operations or significantly reduced production volumes due to the shrinking markets for their products, which is accompanied by destructive processes and phenomena. In a dynamic competitive environment, some enterprises have outdated and worn-out fixed assets, their products are not in demand, their premises are leased, large areas are covered with waste and harmful substances that are environmentally hazardous, low technological level of production, weak scientific and technical sphere, and reduced supply of labour resources. Therefore, ensuring sustainable development of Ukraine is impossible without solving the problems of restructuring and qualitative renewal of industrial production, reconstruction of degraded urban areas occupied by abandoned buildings and structures of industrial enterprises. Thus, there is an objective need to increase the level of profitability of land development by justifying alternative land use options: demolition of degraded industrial enterprises and construction of new facilities or reconstruction of industrial buildings and structures with a change of functional purpose. However, there is currently no unified approach to building an information model of the decision-making process for the reconstruction of industrial enterprises with a change in their functional purpose. Translated with DeepL.com (free version). **Purpose of the article.** To develop an improved decision-making algorithm for the reconstruction of mining enterprises with a change in functional purpose. **Conclusion.** The decision-making algorithm for the reconstruction of industrial enterprises with a change in functional purpose, which ensures the receipt of substantiated values of technical and economic indicators of such projects, depending on the available initial information about the object and the conditions of production of works, and also provides the possibility of specifying the values indicators of the effectiveness of managerial decisions at different stages of the life cycle, thanks to the adjustment of the values of the duration and cost of reconstruction by varying the parameters that are part of the determining factors.

Keywords: *decision-making; algorithm; block diagram; reconstruction; sustainable development; rationalisation*

Постановка проблеми. Сучасна концепція сталого розвитку [1; 2] передбачає збалансований розвиток суспільства на основі раціонального використання обмежених природних ресурсів та застосування природо-, енерго- і матеріалозберігальних технологій.

Наразі один із чинників, який ускладнює сталий розвиток, – це функціонування промислових підприємств, розташованих у межах міст, зокрема, гірничих підприємств [3]. Із позиції поліпшення екологічного стану довкілля, відтворення природноресурсного

потенціалу міст доцільно перебазувати, перепрофілювати або ліквідувати такі підприємства. Адже кількість вільних територій, придатних для подальшого розвитку міст, нині вкрай обмежена. Разом із тим значна частина територій майже всіх функціональних зон використовується неефективно.

Також потрібно зважати на той факт, що через фінансово-економічну кризу багато промислових підприємств припинили свою діяльність або суттєво зменшили обсяги виробництва внаслідок скорочення ринків збуту продукції, що супроводжується деструктивними процесами та явищами [4; 5]. Адже в умовах динамічного конкурентного середовища частина підприємств мають застарілі та зношені основні виробничі фонди, їх продукція не користується попитом, приміщення здаються в оренду, значні території зайняті відходами і шкідливими речовинами (екологічно небезпечними), низький технологічний рівень виробництва, слабку науково-технічну сферу, скорочення пропозицій трудових ресурсів.

Тому забезпечення сталого розвитку України неможливе без вирішення проблем реструктуризації та якісного оновлення промислового виробництва, реконструкції деградованих міських територій, зайнятих занедбанними будівлями і спорудами промислових підприємств.

Отож, існує об'єктивна потреба підвищення рівня рентабельності забудови територій шляхом обґрунтування альтернативних варіантів використання земельних ділянок: знесення деградованих промислових підприємств та будівництво нових об'єктів або реконструкція будівель і споруд промислових підприємств зі зміною функціонального призначення [6; 7].

Проте наразі відсутній єдиний підхід до побудови інформаційної моделі процесу прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення.

Аналіз публікацій. Прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального

призначення з урахуванням критеріїв сталого розвитку має враховувати задані ресурсні обмеження з одночасним дотриманням вимог до безпечності, екологічності, якості та енергоефективності об'єктів [8; 9].

Особливостям проектування підприємств присвячено працю [10]. Розглянуто можливі ризики під час освоєння підземного простору в період будівництва, реконструкції або експлуатації виробництва, розроблено класифікацію ризиків, запропоновано стратегію керування ризиками, спрямовану на досягнення екологічної, технологічної й експлуатаційної безпеки під час освоєння підземного простору з максимальним економічним ефектом. Проте автори не досліджували питання ревіталізації будівель і споруд гірничих підприємств після припинення їх функціонування.

Новий погляд на процес прийняття рішень щодо управління експлуатацією підприємств, заснованого на принципах сталого розвитку, подано в дослідженні [11], проте в роботі немає відповіді на питання про перспективи існування таких об'єктів на етапі припинення їх діяльності.

Дослідження, висвітлені у статтях [12; 13], присвячені теорії та практиці використання техногенних територій для потреб міського розвитку, однак поза увагою авторів залишились специфічні процеси реконструкції саме гірничих підприємств зі зміною функціонального призначення, виконувані на засадах сталого розвитку.

Дослідження [14; 15] присвячені теорії та практиці сталого проектування, проте автори не охопили такий етап життєвого циклу об'єктів як експлуатація.

Праці [16; 17] присвячені розробленню прикладного інструментарію організації біосферосумісного будівництва, реалізованого на засадах екологічності та енергоефективності. Але в них об'єктом дослідження стали спортивно-оздоровчі комплекси, які не враховують специфічні характеристики гірничих підприємств та особливості технології їх реконструкції.

Тому цей підхід потребує подальшого вдосконалення.

У працях [18; 19] викладено технології прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах в умовах ризику і невизначеності, але не розглядається застосування методів оптимізації.

Публікація [20] присвячена аналітичному огляду робіт із питань вибору раціональних рішень із застосуванням багатокритеріальної оптимізації. Запропоновано створення інтегрованої системи прийняття рішень, яка поєднує переваги як ВІМ-технологій, так і предметно-орієнтованого проектування. Разом із цим залишається невирішеним питання взаємозв'язку між різними критеріями у разі збільшення кількості критеріїв, встановлення ієрархії критеріїв. Проте видається можливим поширення запропонованого підходу і на дослідження з прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення.

На сьогодні завдання прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення не автоматизоване на достатньому рівні. Тому рішення приймаються на основі суб'єктивних оцінок осіб, які їх ухвалюють, або із застосуванням недостатньо повних інформаційних моделей.

Мета та постановка завдань. Мета дослідження – розроблення вдосконаленого алгоритму прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення.

Це потребує формалізації множини способів реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення, а також формалізації вибору найраціональнішого варіанта такої реконструкції.

Результати досліджень. Процес прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення передбачає формування множини всіх можливих рішень, їх оцінювання та аналіз. При цьому

для вибору рішення можна застосувати принцип раціоналізації. Застосування цього принципу з порівнянням альтернативних варіантів і вибором найбільш раціонального з них означає дотримання вимог щодо безпечності, екологічності, якості та енергоефективності об'єктів і врахування заданих ресурсних обмежень.

Також для досягнення поставленої мети автори створили поповнювану інформаційну базу даних про реконструкцію підприємств, яка стала основою для розроблення вдосконаленого алгоритму прийняття раціональних рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення.

Проект реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення розглянемо як відкриту складну систему, що існує у взаємодії з зовнішнім середовищем, змінюючи його властивості. Тому прийняття рішень про реконструкцію промислових підприємств зі зміною функціонального призначення засноване на оцінюванні умов реконструкції, врахуванні системного впливу визначальних факторів, стохастичного характеру такого впливу, а також можливості коригування ухвалюваних рішень з метою забезпечення заданих ресурсних обмежень.

Завдання формалізації множини способів реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення полягає в такому. Проект реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення розглядається як процес цілеспрямованих змін промислової території з певним набором наявних об'єктів протягом певного проміжку часу.

Отже, промисловий район, який розглядається як об'єкт реконструкції, можна охарактеризувати так:

- наявність території, на якій розміщені промислові будівлі, інженерні споруди та мережі;

- незадовільний рівень ефективності використання території та існуючих

об'єктів, невиконання вихідних функцій, погіршення технічного стану об'єктів;

– невідповідність як забудови, так і окремих об'єктів сучасним вимогам щодо економічності, енергоефективності, якості, безпечності, екологічності, ефективної експлуатації.

Таким чином, у межах міста розташована певна кількість земельних ділянок, зайнятих промисловою забудовою:

$$T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_i, \dots, t_m\} = \{t_i\},$$

де t_i – i -та земельна ділянка у межах міста, зайнята промисловою забудовою; при цьому $i = \overline{1, m}$.

Кожна з таких земельних ділянок може бути описана множиною певних характеристик (властивостей):

$$S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_j, \dots, s_n\} = \{s_j\},$$

де s_j – кількість груп характеристик земельної ділянки, зайнятої промисловою забудовою, при цьому $j = \overline{1, n}$.

Зокрема, як такі групи характеристик земельної ділянки, зайнятої промисловою забудовою, доцільно розглядати:

- містобудівні характеристики;
- територіально-планувальні характеристики;
- правові характеристики (право користування, володіння, розпорядження ділянкою, сервітути);
- наявність прилеглої житлової та громадської забудови;
- стисненість території;
- наявність інженерних споруд і мереж та умови їх експлуатації;
- інженерно-геологічні характеристики;
- санітарно-гігієнічні характеристики (санітарно-захисна зона, водоохоронна зона, зона обмеження забудови за ступенем забруднення атмосферного повітря, зона обмеження забудови за рівнем напруження електромагнітного поля, зона перевищення припустимого рівня шуму, ореол забруднення ґрунтів);

– забезпеченість інженерною інфраструктурою (покриття вулиць, централізоване водопостачання, каналізація, централізоване газопостачання, тепlopостачання).

Виходячи з цих характеристик, визначаються вимоги до поверховості будівель, які підлягають реконструкції, до інсоляції, аерації та шумозахисту, до благоустрою та озеленення території, щодо екологічної безпеки довкілля.

Також, беручи до уваги характеристики території та прилеглої забудови, на основі аналізу ринкової кон'юнктури, вартості продажу та вартості оренди нерухомості визначається майбутня функція об'єкта. При цьому необхідно також урахувати ризики, притаманні інвестиційному проекту.

На земельній ділянці з промисловою забудовою розташована певна сукупність промислових будівель, які потребують реконструкції зі зміною функціонального призначення.

Позначимо через P множини розташованих на ділянці промислових будівель, які підлягають реконструкції зі зміною функціонального призначення.

Впорядкуємо всі будівлі з множини P та позначимо їх як p_1, p_2, \dots, p_r . Тоді множина P матиме такий вигляд:

$$P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_u, \dots, p_r\} = \{p_u\},$$

де p_u – u -та промислова будівля, розташована у заданих межах промислової території, що розглядається, яка потребує реконструкції зі зміною функціонального призначення; при цьому $u = \overline{1, r}$.

Кожна промислова будівля, розташована у заданих межах промислової території, що розглядається, яка потребує реконструкції зі зміною функціонального призначення, володіє певними характеристиками:

$$Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_k, \dots, z_p\} = \{z_k\},$$

де z_k – кількість груп характеристик промислової будівлі, при цьому $k = \overline{1, p}$.

Як групи характеристик промислової будівлі розглядаються:

- архітектурні рішення (відомості про рік будівництва, виконувані ремонти та реконструктивні заходи протягом періоду експлуатації, цінність фасадів);

- об'ємно-планувальні рішення (дані про поверховість, будівельний об'єм і загальну площу, капітальність);

- конструктивні рішення;

- технічний стан конструкцій та будівлі в цілому (фізичний і моральний знос, інженерне забезпечення).

У процесі ініціації проєкту реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, на основі виявлених груп характеристик промислової будівлі та виробничої території, необхідно визначити оптимальні функції об'єкта. Це завдання можливо формалізувати таким чином. Кожному елементу з множини P відповідає множина альтернативних варіантів функцій після реконструкції:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_b, \dots, a_g\} = \{a_b\},$$

де a_b – b -та функція об'єкта після реконструкції, при цьому $b = \overline{1, g}$.

Як можливі функції будівлі після реконструкції розглядаються:

- офісне призначення;
- торговельне призначення;
- житлове призначення;
- культурно-мистецьке призначення.

Різні функції можуть по-різному взаємодіяти з територією, з елементами транспортної, інженерної і соціальної інфраструктури та одна з одною з погляду збільшення витрат на реконструкцію, збитків довкіллю, ризиків тощо.

Оскільки промислові будівлі після реконструкції можуть використовуватись за різним функціональним призначенням, а кожному способу використання об'єкта відповідає певна величина його вартості, необхідно визначити той спосіб використання, який виглядає найкращим і найбільш ефективним. Отже, вибір найдоцільнішої функції об'єкта після реконструкції має ґрунтуватись на принципі найбільш ефективного використання, який полягає в такому використанні об'єкта, в

результаті якого ринкова вартість об'єкта буде максимальною.

Найбільш ефективне використання об'єкта визначається шляхом перевірки відповідності альтернативних варіантів використання таким критеріям, як:

- технічна можливість використання;
- юридична дозволеність використання;
- економічна доцільність використання.

Висновок про найбільш ефективне використання об'єкта приймається таким чином.

Найбільш ефективний варіант використання об'єкта з погляду технічної можливості обирається виходячи з його фізичних параметрів, конструктивних особливостей тощо.

Вибір найбільш ефективного варіанта використання об'єкта за критерієм юридичної дозволеності передбачає розгляд тих способів використання об'єкта, які дозволені законодавством України та розпорядженнями органів місцевого самоврядування, обмеженнями на приватну ініціативу, положеннями про історичні зони, планами розвитку міст і екологічним законодавством.

Визначення економічної доцільності під час вибору найбільш ефективного варіанта використання об'єкта передбачає розгляд того, яке технічно здійсненне та дозволене законодавством використання буде забезпечувати прийнятний дохід власнику за найменших капітальних вкладень та максимального терміну використання об'єкту.

Разом із цим, обґрунтовуючи найбільш ефективне використання промислової будівлі після реконструкції зі зміною функціонального призначення, необхідно також брати до уваги такі чинники як потенціал місця розташування об'єкта та ринковий попит.

Аналізуючи потенціал місця розташування промислової будівлі, потрібно зважати на тип землекористування який превалює у цьому районі, і доступність об'єкта. Також для аналізу місця розташування об'єкта потрібно врахувати

несумісні варіанти землекористування, різноманітні незручності та небезпеки.

Аналіз ринкового попиту виконується з метою оцінювання поєднуваності варіанта використання будівлі, що розглядається, з ринковою кон'юнктурою.

Аналіз потенціалу місця розташування промислової будівлі передбачає оцінювання:

- транспортної інфраструктури;
- інженерної інфраструктури;
- соціальної інфраструктури;
- благоустрою території;
- естетичної та ландшафтної цінності;
- інженерно-геологічних умов;
- складності виконання будівельних робіт.

За результатами аналізу технічного стану об'єктів, стисненості території об'єкта реконструкції, насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами і мережами та умов їх експлуатації, а також з урахуванням обраної майбутньої функції визначається перелік необхідних ремонтних і реконструктивних заходів.

Відповідно позначимо через D множину всіх способів реконструкції, які можна застосувати до кожної промислової будівлі з множини P . Упорядкуємо ці способи реконструкції та позначимо їх як d_1, d_2, \dots, d_q .

Таким чином,

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_h, \dots, d_q\} = \{d_h\},$$

де $h = \overline{1, q}$.

Якщо для кожної промислової будівлі p_u із множини P можна визначити підмножину D_u з D , яка складається з допустимих для цієї промислової будівлі способів її реконструкції, тобто для об'єкта p_u допустимою підмножиною буде D_u , то для об'єкта p_1 допустимою підмножиною буде D_1 , для об'єкта p_2 допустимою підмножиною буде D_2 , і т. д., а для об'єкта p_r допустимою підмножиною буде D_r (множина D_u включається в множину D (

$D_u \subset D$), тобто всі елементи множини D_u є елементами множини D), при цьому:

$$q_u \leq q,$$

де q_u – кількість допустимих способів реконструкції промислової будівлі p_u .

Позначимо через d_u ($u = \overline{1, r}$) змінну, яка приймає свої значення з множини D_u . Тоді $(d_1, d_2, \dots, d_u, \dots, d_r)$ при кожному конкретному значенні змінних $d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_u \in D_u, \dots, d_r \in D_r$ буде являти собою варіант реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

У свою чергу, позначимо через B множину інженерних споруд, розташованих у межах промислової території, яка розглядається з метою реконструкції.

Впорядкуємо інженерні споруди з множини B та позначимо їх як b_1, b_2, \dots, b_e .

Тоді множина інженерних споруд B матиме такий вигляд:

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_l, \dots, b_e\} = \{b_l\},$$

де $l = \overline{1, e}$.

Позначимо через O множину всіх способів реконструкції інженерних споруд B . Упорядкуємо ці способи реконструкції інженерних споруд та позначимо їх як o_1, o_2, \dots, o_w .

Таким чином,

$$O = \{o_1, o_2, \dots, o_v, \dots, o_w\} = \{o_v\},$$

де $v = \overline{1, w}$.

Якщо для кожної інженерної споруди b_l із множини B можна визначити підмножину O_l з O , яка складається з допустимих для цієї інженерної споруди способів її реконструкції, тобто для об'єкта b_l допустимою підмножиною буде O_l , то для об'єкта b_1 допустимою підмножиною буде O_1 , для об'єкта b_2 допустимою підмножиною буде O_2 , і т. д., а для об'єкта b_e допустимою підмножиною буде O_e (при цьому множина O_e включається в множину O ($O_e \subset O$), тобто всі елементи множини O_e є елементами множини O), при цьому:

$$w_l \leq w,$$

де w_l – кількість допустимих способів реконструкції інженерної споруди b_l .

Якщо позначити через o_l ($e = \overline{1, k}$) змінну, яка приймає значення з множини o_l , то $(o_1, o_2, \dots, o_l, \dots, o_e)$ при кожному конкретному значенні змінних $o_1 \in O_1, o_2 \in O_2, \dots, o_l \in O_l, \dots, o_e \in O_e$ являтиме собою варіант реконструкції інженерних споруд.

Аналогічним чином формуємо множину інженерних мереж та відповідних способів їх реконструкції.

Позначимо як c множину інженерних мереж, що розташовані в межах промислової території, яка розглядається з метою реконструкції.

Впорядкуємо інженерні мережі з множини c та позначимо їх як c_1, c_2, \dots, c_x .

Отже, множина інженерних мереж c матиме такий вигляд:

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_y, \dots, c_x\} = \{c_y\},$$

де $y = \overline{1, x}$.

Якщо позначити як F множину всіх способів реконструкції інженерних мереж c , упорядкувати ці способи реконструкції та позначити їх як $f_1, f_2, \dots, f_\alpha, \dots, f_\beta$, то:

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_\alpha, \dots, f_\beta\} = \{f_\beta\},$$

де $\alpha = \overline{1, \beta}$.

Якщо для інженерної мережі c_y із множини c можна сформувати підмножину F_y з F , яка складається з допустимих для цієї інженерної мережі способів її реконструкції, тобто для інженерної мережі c_y допустимою підмножиною буде F_y , то для інженерної мережі c_1 допустимою підмножиною буде F_1 , для інженерної мережі c_2 допустимою підмножиною буде F_2 , і т.д., а для інженерної мережі c_x допустимою підмножиною буде F_x (множина F_y включається в множину F ($F_y \subset F$), тобто всі елементи множини F_y є елементами множини F), при цьому:

$$\beta_y \leq \beta,$$

де β_y – кількість допустимих способів реконструкції інженерної мережі c_y .

Якщо позначити як f_y ($y = \overline{1, x}$) змінну, яка приймає свої значення з множини F_y , то $(f_1, f_2, \dots, f_y, \dots, f_x)$ при кожному конкретному значенні змінних $f_1 \in F_1, f_2 \in F_2, \dots, f_y \in F_y, \dots, f_x \in F_x$ являтиме собою варіант реконструкції інженерних мереж.

Тоді загальна кількість допустимих варіантів реконструкції (γ), виходячи з розташованих у межах промислової території r промислових будівель, e інженерних споруд та x інженерних мереж, дорівнюватиме добутку кількості допустимих способів реконструкції за кожним із цих об'єктів:

$$\gamma = \delta \cdot \varepsilon \cdot \lambda,$$

$$\delta = \prod_{u=1}^r q_u,$$

$$\varepsilon = \prod_{l=1}^e w_l,$$

$$\lambda = \prod_{y=1}^x \beta_y,$$

де δ – загальна кількість допустимих варіантів реконструкції промислових будівель, розташованих у межах промислової території; ε – загальна кількість допустимих варіантів реконструкції інженерних споруд, розташованих у межах промислової території; λ – загальна кількість допустимих варіантів реконструкції інженерних мереж, розташованих у межах промислової території.

Протягом життєвого циклу, після реконструкції, промислові будівлі мають задовольняти вимогам щодо енергоощадності, екологічної сумісності, якості і безпечності.

Таким чином, якщо позначити як E підмножину варіантів з γ , яка задовольняє вимогам енергоощадності ($E \subset \gamma$), позначити як K підмножину варіантів з γ , яка

задовольняє вимогам екологічної сумісності ($K \subset \gamma$), позначити як Q підмножину варіантів з γ , яка задовольняє вимогам якості ($Q \subset \gamma$), як R позначити підмножину варіантів з γ , яка задовольняє вимогам безпечності ($R \subset \gamma$), тоді їх перетин являтиме собою сукупність допустимих варіантів реконструкції, при яких одночасно дотримуються вимоги щодо енергоощадності, екологічної сумісності, якості та безпечності ($E \cap K \cap Q \cap R \subset \gamma$).

Як критерії порівняння альтернативних допустимих варіантів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення і вибору найбільш раціонального з них, що характеризуватимуть якість прийнятого рішення та представлятимуть екстремальне значення цільової функції, пропонується розглядати мінімум тривалості і мінімум вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

Це можна подати такою математичною моделлю:

$$\sum_{u=1}^r c(d'_u) + \sum_{l=1}^e c(o'_l) + \sum_{y=1}^x c(f'_y) \rightarrow \min ,$$

при цьому мають виконуватись умови:

$$d'_u \in E \cap K \cap Q \cap R ,$$

$$o'_l \in E \cap K \cap Q \cap R ,$$

$$f'_y \in E \cap K \cap Q \cap R ,$$

$$\delta \geq \delta_{\min} ,$$

де $c(d'_u)$ – вартість реконструкції промислової будівлі p_u допустимим способом d'_u , грн; $c(o'_l)$ – вартість реконструкції інженерної споруди b_l допустимим способом o'_l , грн; $c(f'_y)$ – вартість реконструкції інженерної мережі c_y допустимим способом f'_y , грн; δ – величина загальної площі будівлі, яка може бути отримана в результаті реконструкції, м²; δ_{\min} – мінімальне значення величини

загальної площі будівлі, яка має бути отримана в результаті реконструкції, м².

Задачу порівняння альтернативних варіантів рішень зі сформованої множини і вибору найраціональнішого з них можна алгоритмізувати завдяки застосуванню системного підходу та інформаційних технологій. Такий управлінський інструментарій у вигляді удосконаленого алгоритму прийняття рішень щодо реконструкції гірничих підприємств зі зміною функціонального призначення орієнтований, передусім, на потреби замовника, інвестора.

Запропонований нами вдосконалений алгоритм прийняття рішень щодо реконструкції гірничих підприємств зі зміною функціонального призначення у вигляді блок-схеми дозволяє вибрати прийнятний варіант подальшого функціонального використання колишніх промислових підприємств, які вже не експлуатуються, з урахуванням екологічного, економічного та соціального підходів у межах концепції сталого розвитку (рис. 1).

Це передбачає формування множини вихідних даних, множини вимог і обмежень щодо отримання та застосування очікуваного результату, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, вимог до безпечності, екологічності, якості та енергоефективності, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Розроблений підхід дозволяє здійснювати коректування ухвалюваних рішень із дотриманням ресурсних обмежень на основі покрокового наближення до заданих умов. Покрокове коректування рішень виконується до моменту збалансування вимог замовника та можливостей виконавця робіт.

Перелік вихідних даних, необхідних для розроблення, оцінювання, аналізу і вибору раціональних рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення, наведено в таблиці 1.

Використовуючи вихідні дані,

систематизовані в таблиці 1, розраховують кількісні значення визначальних факторів (табл. 2).

Систематизовані в таблиці 2 фактори, які визначально впливають на прийняття рішення щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення (за критеріями тривалості та/або вартості), визначені на основі вивчення літературних першоджерел і аналізу проектної документації промислових будівель, з урахуванням актуальної концепції сталого розвитку.

Слід зауважити, що в цьому дослідженні доцільно застосовувати безрозмірні фактори, значення яких змінюються в межах від 0 до 1 залежно від сили впливу конкретного фактора на досліджувані техніко-економічні показники (тривалість, вартість).

На основі отриманих показників визначальних факторів, застосовуючи статистично достовірні моделі для обґрунтування тривалості і вартості реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення, визначаємо прогнозовані тривалість і вартість такої реконструкції.

Якщо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення не відповідають вимогам замовника, здійснюється коригування вихідних параметрів, повторний розрахунок значень визначальних факторів, а також значень тривалості і вартості реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення за економіко-статистичними моделями.

Якщо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислового підприємства зі зміною функціонального призначення відповідають вимогам замовника, переходимо до обчислення значення ризику проекту (R_{np}).

Якщо значення ризику, асоційоване з конкретним проектом реконструкції

промислового підприємства зі зміною функціонального призначення (R_{np}), більше за рівень допустимого ризику ($R_{дон}$), необхідно з'ясувати, чи можливо знизити рівень ризику проекту. Якщо така можливість існує, розробляють заходи щодо зниження рівня ризику проекту.

Після цього знову перевіряється умова $R_{np} \leq R_{дон}$. Якщо ця умова не виконується, приймається рішення про недоцільність подальшого розгляду і реалізації проекту. Якщо ж умова виконується, для будівлі, розташованої на схилі, обчислюється значення коефіцієнта стійкості з отриманням інтервальних значень.

Після цього перевіряється дотримання умови $K_{cm} \geq [K]$. Якщо ця умова не дотримується, необхідно розробити заходи, спрямовані на підвищення стійкості схилу.

Якщо вказана умова дотримується, це означає, що умова стійкості схилу виконується.

Таким чином, отримуємо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислового підприємства зі зміною функціонального призначення, засновані на оцінюванні умов реконструкції, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, забезпеченням збалансованості можливостей замовника і виконавця робіт, дотриманням вимог щодо безпечності, екологічності, якості та енергоефективності об'єктів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

У випадку, коли користувачем запропонованого алгоритму постає замовник або інвестор, доцільно також врахувати містобудівну цінність території шляхом множення прогнозованого значення вартості реконструкції промислового підприємства зі зміною функціонального призначення на відповідний коефіцієнт.

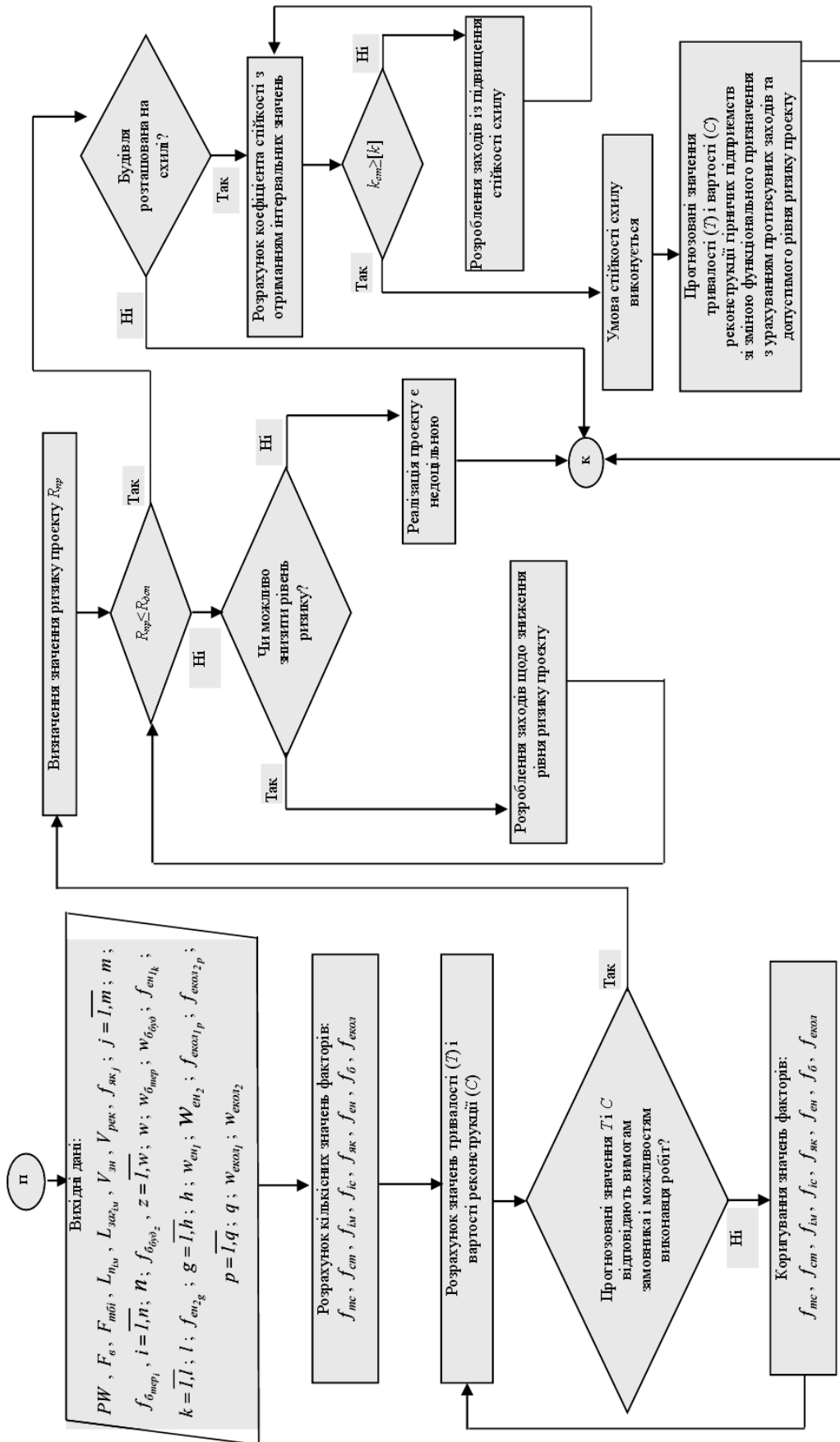


Рис. 1. Алгоритм прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення

Таблиця 1

Перелік вихідних даних, необхідних для розроблення, оцінювання, аналізу і вибору раціональних рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення

№ п/п	Найменування параметрів	Умовне позначення
1	Фізичний знос об'єкта реконструкції	PDB
2	Вільна площа території об'єкта реконструкції	F_{free}
3	Площа, необхідна для розміщення тимчасової будівельної інфраструктури	F_{tbi}
4	Протяжність інженерних мереж, які потребують перенесення (захисту) в процесі реконструкції	$L_{reloc_{en}}$
5	Загальна протяжність інженерних мереж об'єкта реконструкції	$L_{tot.len_{en}}$
6	Будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають знесенню	BV_{dem}
7	Будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають реконструкції	BV_{rec}
8	Складові фактора якості будівлі	f_{qual_j}
9	Кількість складових фактора якості будівлі	m
10	Складова фактора енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	f_{en_1}
11	Складова фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами	f_{en_2}
12	Коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	w_{en_1}
13	Коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами	w_{en_2}
14	Елементи складової фактора енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	f_{en_k}
15	Кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	l
16	Елементи складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами	$f_{en_{2g}}$
17	Кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами	h
18	Безпечність території	$f_{sec_{ter}}$
19	Безпечність будівлі	$f_{sec_{buil}}$
20	Коефіцієнти вагомості складових безпечності території	$w_{sec_{ter}}$
21	Коефіцієнти вагомості складових безпечності будівлі	$w_{sec_{buil}}$
22	Складові безпечності території	$f_{sec_{teri}}$
23	Кількість складових безпечності території	n
24	Складові безпечності будівлі	$f_{sec_{buil_z}}$
25	Кількість складових безпечності будівлі	w
26	Фактор екологічності зовнішнього середовища будівлі	f_{eco_1}
27	Фактор екологічності внутрішнього середовища будівлі	f_{eco_2}
28	Коефіцієнт вагомості складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі	w_{eco_1}
29	Коефіцієнт вагомості складової фактора екологічності внутрішнього середовища будівлі	w_{eco_2}
30	Елементи складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі	$f_{eco_{1p}}$
31	Кількість елементів складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі.	q

Таблиця 2

Фактори, які визначально впливають на прийняття рішення щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення

№ з/п	Найменування факторів	Умовне позначення факторів	Розрахункова формула	Межі значень факторів
1	Фактор технічного стану будівлі	f_{tc}	$f_{tc} = 1 - \frac{PDB}{100}$	[0; 1]
2	Фактор стисненості території об'єкта реконструкції	f_{constr}	$f_{constr} = \frac{F_{free}}{F_{tbi}}$	[0; 1]
3	Фактор насиченості території підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації	$f_{eng.str}$	$f_{eng.str} = \frac{V_{dem}}{V_{rec}}$	[0; 1]
4	Фактор насиченості території підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації	$f_{eng.net}$	$f_{eng.net} = \frac{L_{reloc.en}}{L_{tot.len.en}}$	[0; 1]
5	Фактор якості будівлі	f_{qual}	$f_{qual} = \frac{\sum_{j=1}^m f_{qual_j}}{m}$	[0; 1]
6	Фактор енергоефективності будівлі	f_{en}	$f_{en} = f_{en_1} \cdot w_{en_1} + f_{en_2} \cdot w_{en_2}$	[0; 1]
7	Фактор безпечності будівлі	f_{sec}	$f_{sec} = f_{sec_{er}} \cdot w_{sec_{er}} + f_{sec_{buil}} \cdot w_{sec_{buil}}$	[0; 1]
8	Фактор екологічності будівлі	f_{eco}	$f_{eco} = f_{eco_1} \cdot w_{eco_1} + f_{eco_2} \cdot w_{eco_2}$	[0; 1]

Висновки.

Запропонований удосконалений алгоритм прийняття рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення забезпечує можливість:

– урахування особливостей об'єкта реконструкції та умов виконання робіт через множину визначальних технологічних, технічних і управлінських факторів та одержання на цій основі обґрунтованих значень тривалості і вартості реконструкції промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення залежно від наявної вихідної інформації;

– отримання кількісних значень показників ефективності ухвалюваних управлінських рішень щодо реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення за заданих ресурсних обмежень та мінімізації рівня підприємницького ризику;

– уточнення кількісних значень часових і вартісних показників проєктів

реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення на різних етапах життєвого циклу шляхом варіювання значень параметрів, які входять до складу визначальних факторів.

Запропонований удосконалений алгоритм до оцінювання умов реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення і обґрунтування їх ефективності ухвалюваних рішень призначений, передусім, для потреб замовників та інвесторів. Такий алгоритм може бути використаний під час формування договірних відносин, проведення підрядних торгів. Використовуючи запропонований удосконалений алгоритм, у подальших дослідженнях доцільно розробити прикладний програмний продукт, який дозволить суттєво спростити процеси введення та обробки вихідних даних, пошук і аналіз даних, подання інформації у табличному та/або графічному вигляді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sustainable development and circular economy: trends, innovations, prospects: scientific monograph. Eds. Diakon R., Kucher A., Heldak M. Riga : Baltija Publishing, 2024. 384 p. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-390-3>

2. Sustainable Development Policy : EU Countries Experience. Edited by N. V. Stoyanets. Warsaw : RS Global Sp. z O. O., 2022. 187 p. URL: <https://doi.org/10.31435/rsglobal/049>
3. Ковальов В. В. Науково обґрунтований підхід до економічної та соціально прийнятної реконструкції депресивних промислових територій і підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 3. С. 74–80. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.250918.74.199>
4. Гайдін А. М., Собко Б. Ю. Ревіталізація. Відновлення порушених ландшафтів в зонах діяльності гірничих підприємств : монографія. Дніпро : Журфонд, 2019. 218 с. ISBN 978-966-934-182-2.
5. Іванов Є., Ковальчук І. Деструкція гірничопромислових ландшафтів. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016. № 6 (5). С. 369–392. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161>
6. Mesthrige J. W., Wong J. K. W., Yuk L. N. Conversion or redevelopment? Effects of revitalization of old industrial buildings on property values. *Habitat International*. 2018. № 73. Pp. 53–64. URL: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.12.005>
7. Гайко Ю. І., Гнатченко Є. Ю., Завальний О. В., Шишкін Е. А. Реновація промислової забудови та її адаптація до сучасного міського середовища : монографія. Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2021. 353 с. ISBN 978-966-695-526-8.
8. Omelianenko, V., Prokopenko O., Tirtio T. Eds. Territory of innovations: best practices for sustainable development at the local level. Part 1: digest of analytical stage of international scientific and educational project : collective monograph. Tallinn : Teadmus Publ., 2022. 227 p. ISBN 978-9916-9704-7-8.
9. Ren L., Shih L., McKercher B. Revitalization of industrial buildings into hotels : Anatomy of a policy failure. *International Journal of Hospitality Management*. 2014. № 42. Pp. 32–38. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2014.06.007>.
10. Pivniak H. H., Tabachenko M. M., Dychkovskiy R. O., Falshtynskiy V. S. Risk management in mining activities: monograph. Dnipropetrovsk : National Mining University, 2015. 288 p. ISBN 978-966-350-534-3.
11. Papizh Yu., Kosolapov A., Yudenko V. Management of the mining enterprises in a sustainable way. *Effective Economy*. 2021. № 3. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/3_2021/72.pdf
12. Шумаков І. В., Гринчук О. А., Фурсов Ю. В. Перспективність техногенних територій для міського цивільного будівництва. *Науковий вісник будівництва*. 2016. № 3 (85). С. 73–76. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2016_3_17
13. Ковальов В. В., Кулецак З. П. Специфіка редевелопменту нераціонально використовуваних промислових територій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. № 5. С. 69–74. URL: <http://visnyk.pgasa.dp.ua/article/view/129339/124834>
14. Shao Qi.-G., Liou J. J. H., Weng S.-S., Chuang Ye.-C. Improving the Green Building Evaluation System in China Based on the DANP Method. *Sustainability*. 2018. № 10 (4). P. 1173. URL: <https://doi.org/10.3390/su10041173>
15. Yeang K., Spector A. Green design : from theory to practice : monograph. London : Black Dog, 2011. ISBN 9781907317125.
16. Чернишев Д. О. Методологія, аналітичний інструментарій та практика організації біосферосумісного будівництва : монографія. Київ : КНУБА, 2017. 294 с.
17. Чернишев Д. О., Заяць Є. І., Ковальов В. В. Вимоги до інструментарію організаційнотехнологічного супроводу проєктів біосферосумісного будівництва. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 4. С. 48–55. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.48.310>
18. Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: від теорії до практики: колективна монографія. За заг. ред. Л. М. Савчук Павлоград : АРТ Синтез-Т, 2014. 429 p. ISBN 978-617-7232-00-0. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33756958.pdf>
19. Технології прийняття управлінських рішень : монографія. За заг. ред. О. І. Кузнецової. Харків : Діса плюс, 2023. 430 с. ISBN 978-617-8122-26-3.
20. Zavadskas E. K., Antucheviciene J., Vilutiene T., Adeli H. Sustainable Decision-Making in Civil Engineering, Construction and Building Technology. *Sustainability*. 2018. № 10 (1). P. 14. URL: <https://doi.org/10.3390/su10010014>

REFERENCES

1. Sustainable development and circular economy : trends, innovations, prospects : scientific monograph. Eds. Diakon R., Kucher A., Heldak M. Riga : Baltija Publishing, 2024, 384 p. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-390-3>
2. Sustainable Development Policy : EU Countries Experience. Edited by N.V. Stoyanets. Warsaw : RS Global Sp. z O. O., 2022, 187 p. URL: <https://doi.org/10.31435/rsglobal/049>
3. Kovalov V.V. *Naukovo obgruntovanyy pidkhid do ekonomichnoyi ta sotsial'no pryynyatnoyi rekonstruktsiyi depresyynykh promyslovykh terytoriy i pidpryyemstv* [Scientifically based approach to economical and socially acceptable reconstruction of depressed industrial territories and enterprises]. *Visnyk Prydniprovskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2018, no. 3, pp. 74–80. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.250918.74.199> (in Ukrainian).

4. Haidin A.M. and Sobko B.Yu. *Revitalizatsiya. Vidnovlennya porushenykh landshaftiv v zonakh diyal'nosti hirnychkykh pidpryyemstv : monohrafiya* [Revitalisation. Restoration of disturbed landscapes in areas of mining enterprises activity : monograph]. Dnipro : Zhurfond Publ., 2019, 218 p. ISBN 978-966-934-182-2. (in Ukrainian).
5. Ivanov I. and Kovalchuk I. *Destruktsiya hirnychopromyslovykh landshaftiv* [The destruction of mining landscapes]. Journal of Education, Health and Sport. 2016, no. 6 (5), pp. 369–392. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.53161> (in Ukrainian).
6. Mesthrige J.W., Wong J.K.W. and Yuk L.N. Conversion or redevelopment? Effects of revitalization of old industrial buildings on property values. Habitat International. 2018, no. 73, pp. 53–64. URL: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.12.005>.
7. Haiko Yu.I., Hnatchenko Ye.Yu., Zavalnyi O.V. and Shyshkin Ye.A. *Renovatsiya promyslovyi zabudovy ta yiyi adaptatsiya do suchasnoho mis'koho seredovyshcha : monohrafiya* [Renovation of industrial buildings and their adaptation to the modern urban environment : monograph]. Kharkiv : O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 2021, 353 p. ISBN 978-966-695-526-8. (in Ukrainian).
8. Omelianenko V., Prokopenko O., Tirto T. and oth. Territory of innovations : best practices for sustainable development at the local level. Part 1 : digest of analytical stage of international scientific and educational project : collective monograph. Tallinn : Teadmus Publ., 2022, 227 p. ISBN 978-9916-9704-7-8.
9. Ren L., Shih L., McKercher B. Revitalization of industrial buildings into hotels : Anatomy of a policy failure. International Journal of Hospitality Management. 2014, no. 42, pp. 32–38. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2014.06.007>.
10. Pivniak H.H., Tabachenko M.M., Dychkovskiy R.O. and Falshtynskiy V.S. Risk management in mining activities: monograph. Dnipropetrovsk : National Mining University, 2015, 288 p. ISBN 978-966-350-534-3.
11. Papizh Yu., Kosolapov A. and Yudenko V. Management of the mining enterprises in a sustainable way. Effective Economy. 2021, no. 3. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/3_2021/72.pdf
12. Shumakov I.V., Hrynychuk O.A. and Fursov Yu.V. *Perspektyvnist' tekhnohennykh terytoriy dlya mis'koho tsyvil'noho budivnytstva* [Prospects of technogenic areas for urban civil engineering]. *Naukovyy visnyk budivnytstva* [Scientific Bulletin of Civil Engineering]. 2016, no. 3 (85), pp. 73–76. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2016_3_17. (in Ukrainian).
13. Kovalov V.V. and Kuleshchak, Z.P. *Spetsyfika redevelopment neratsional'no vykorystovuvanykh promyslovykh terytoriy* [Specificity of redevelopment of inefficiently used industrial territories]. *Visnyk Prydniprovskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2017, no. 5, pp. 69–74. URL: <http://visnyk.pgasa.dp.ua/article/view/129339/124834>. (in Ukrainian).
14. Shao Qi.-G., Liou J.J.H., Weng S.-S. and Chuang Ye.-C. Improving the Green Building Evaluation System in China Based on the DANP Method. Sustainability. 2018, no. 10 (4), pp. 1173. URL: <https://doi.org/10.3390/su10041173>.
15. Yeang K. and Spector A. Green design : from theory to practice: monograph. London: Black Dog Publ., 2011. ISBN 9781907317125.
16. Chernyshev D.O. *Metodolohiya, analitychnyy instrumentariy ta praktyka orhanizatsiyi biosferosumisnoho budivnytstva: monohrafiya* [Methodology, analytical tools and practices for organising biosphere-compatible construction: monograph]. Kyiv : Kyiv National University of Construction and Architecture, 2017, 294 p. ISBN 978-966-627-195-5. (in Ukrainian).
17. Chernyshev D.O., Zaiats Ye.I. and Kovalov V.V. *Vymohy do instrumentariyu orhanizatsiyotekhnolohichnoho suprovodu proektiv biosferosumisnoho budivnytstva* [Requirements to the tools of organizational and technological support of projects of biocompatibility buildings]. *Visnyk Prydniprovskoyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2018, no. 4, pp. 48–55. URL: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.48.310>. (in Ukrainian).
18. Savchuk L.M. *Systemy pryynyattya rishen' v ekonomitsi, tekhnitsi ta orhanizatsiynykh sferakh : vid teorii do praktyky : kolektyvna monohrafiya* [Decision-making systems in economics, technology and organisational spheres : from theory to practice : collective monograph]. Pavlohrad : ART Syntez-T Publ., 2014, 429 p. ISBN 978-617-7232-00-0. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33756958.pdf>. (in Ukrainian).
19. Kuznetsova I.O. *Tekhnolohiyi pryynyattya upravlins'kykh rishen' : monohrafiya* [Managerial decision-making technologies: monograph]. Kharkiv : Disa Plus Publ., 2023, 430 p. ISBN 978-617-8122-26-3. (in Ukrainian).
20. Zavadskas E.K., Antucheviciene J., Vilutiene T. and Adeli H. Sustainable Decision-Making in Civil Engineering, Construction and Building Technology. Sustainability. 2018, no. 10 (1), p. 14. URL: <https://doi.org/10.3390/su10010014>.

Надійшла до редакції: 08.04.2024 р.