

ЕКОНОМІКА



ECONOMICS

Афанасьєв Євген, Мельнікова Ірина, Афанасьєв Ігор, Афанасьєва Марія. Оптимізація управлінських рішень у межах стратегічних бізнес-одиниць гірничорудних підприємств з урахуванням ризику. *Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації*. 2024. Випуск 3-4. С. 07-16.

DOI: <https://doi.org/10.35774/ibo2024.03-04.007>

УДК [658.152+658.15:330.341.1]:[658.15:005332.4]
JEL classification: D22, D24, D29, L61, L72, M21, O33

Афанасьєв Євген

доктор економічних наук, професор, професор кафедри менеджменту і адміністрування
Криворізький національний університет
м. Кривий Ріг, Україна

E-mail: aev60@ukr.net

ORCID: 0000-0002-1524-2120

Мельнікова Ірина

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри менеджменту і адміністрування
Криворізький національний університет
м. Кривий Ріг, Україна

E-mail: imelnikova@knu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6934-3269

Афанасьєв Ігор

кандидат економічних наук, старший викладач кафедри менеджменту і адміністрування
Криворізький національний університет
м. Кривий Ріг, Україна

E-mail: iafanasyev@knu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4505-7145

Афанасьєва Марія

кандидат економічних наук,
старший викладач кафедри вищої математики та фізики
Криворізький національний університет
м. Кривий Ріг, Україна

E-mail: mariaafanaseva@knu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3697-5286

**ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У МЕЖАХ СТРАТЕГІЧНИХ БІЗНЕС-
ОДИНИЦЬ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ**

Анотація

Вступ. В умовах практичної реалізації бізнес-стратегій розвитку гірничорудного підприємства, коли для випуску товарної залізорудної продукції необхідно одночасно використовувати певні сукупності різновидів залізорудної сировини, які обов'язково впливають на інтенсивність окремих моносировинних потоків і структуру виробничо-економічних процесів підприємства в цілому, задачі математичного моделювання, де треба відшукати максимум (мінімум) певного економічного показника (зокрема, ефективності) за обраним інтегрованим критерієм мають важливе значення.

Мета. Мета статті полягає в удосконаленні теоретико-методичних та практичних засад щодо оптимізації управлінських рішень у межах стратегічних бізнес-одниць гірничорудних підприємств з урахуванням ризику.

Методологія. Теоретико-методологічною основою дослідження є теорія ймовірностей, теорія економіко-математичного моделювання і математичного програмування, методологічні засади та інструментарій кількісної оцінки ризику та теоретико-ігровий підхід до моделювання ризику.

Результати. У статті представлено теоретико-методичний інструментарій розв'язання задачі математичного програмування, що тісно пов'язана з питаннями оптимізації бізнес-процесів проблематичного характеру гірничорудного підприємства, як з урахуванням динаміки розвитку гірничих робіт, так і результативних фінансово-економічних показників перероблення сировинних залізорудних потоків на товарну залізорудну продукцію.

Зроблено акцент на тому, що при вирішенні задачі оптимізації бізнес-процесів, з одного боку, бажано було б максимізувати сподіваний валовий обсяг товарної залізорудної продукції, дисконтований очікуваний дохід, мінімізувати очікувану собівартість продукції, з іншого – бажано мати мінімальний ризик, пов'язаний з відхиленнями від запланованих результатів, тощо. Встановлено, що у такому разі необхідно використовувати багатопільовий багатокритеріальний підхід обґрунтування рішень за умов невизначеності й конфліктності. Такий підхід передбачає використання економіко-математичної моделі прийняття рішень за умов невизначеності якою є статична модель прийняття рішень, породжена теоретико-ігровою концепцією. Тобто пропонується розв'язання задачі конфліктної теоретико-ігрової ситуації оптимізації управлінських рішень у межах стратегічних бізнес-одниць гірничорудних підприємств з урахуванням ризику.

На основі теоретико-методологічних принципів формування багатопільової багатокритеріальної ситуації економічного обґрунтування прийняття управлінських рішень з урахуванням стохастичності параметрів виробничо-економічних процесів гірничорудного підприємства запропонована оптимізаційна модель задачі оцінювання бізнес-стратегій (основних напрямів господарювання) щодо його сталого розвитку, де рішенням цієї задачі є вектор оцінок ефективності змішаної загальної стратегії підприємства.

Перспективи. У подальших дослідженнях доцільно зосередитися на вдосконаленні економіко-математичного моделювання з використанням адаптивних інтелектуальних систем для прийняття управлінських рішень у гірничорудній галузі. Особливу увагу слід приділити розробці моделей ризик-менеджменту для прогнозування економічної ефективності інвестиційно-інноваційних проєктів у контексті сталого розвитку підприємств. Важливим напрямом є інтеграція сучасних цифрових технологій у процес управління стратегічними бізнес-одницями, що забезпечить підвищення гнучкості, адаптивності та точності прийняття рішень.

Ключові слова: гірничорудне підприємство, теоретико-ігрова ситуація, управління, бізнес-процес, економіко-математичне моделювання, ризик.

Вступ

З огляду на існуючі сучасні реалії проблеми використання мінерально-сировинної бази України для виробництва конкурентоспроможної залізорудної продукції можна констатувати, що виникає нагальна потреба у подальшому розвитку науково-практичних теоретико-методологічних підходів в управлінні гірничорудними підприємствами (ГРП) залізорудної галузі на основі використання аксіоматики теорії ризикології та відповідного інструментарію економіко-математичного моделювання ризику [1-3]. Особливо актуальним є завдання розроблення і впровадження системи показників кількісного оцінювання рівня ризику (стосовно дійсного стану бізнес-процесів і відповідно вибраної раціональної системи гіпотез), формування моделей і вибір способів урахування ризиків та оптимізації управління ними в процесі економічного обґрунтування та ухвалення управлінських рішень [4-6]. Зазначене потребує вдосконалення науково-методичних підходів багатокритеріального оцінювання сукупностей ймовірних альтернативних варіантів управлінських рішень (зокрема, відносно бізнес-стратегій, інвестиційно-інноваційних проєктів) з урахуванням ситуацій коли досить складно чи навіть неможливо одержати достовірні числові (кількісні) дані, або ж процес здобуття такої інформації вимагає великих затрат коштів, часу і

зусиль.

Мета.

Метою статті є удосконалення теоретико-методичних та практичних засад щодо оптимізації управлінських рішень у межах стратегічних бізнес-одиниць гірничорудних підприємств з урахуванням ризику на основі методології теорії прийняття багатоцільових рішень.

Методологія дослідження.

Методологія дослідження базується на застосуванні сучасних підходів і інструментів економіко-математичного моделювання та теорії прийняття рішень. У роботі використано теорію ймовірностей, теорію математичного програмування, а також методологічні основи кількісного оцінювання ризиків. Особливу увагу приділено теоретико-ігровому підходу до моделювання ризику, що дозволяє врахувати невизначеність і конфліктність у прийнятті рішень. У статті пропонується використання багатоцільового багатокритеріального підходу для оптимізації управлінських рішень у межах стратегічних бізнес-одиниць гірничорудних підприємств, враховуючи ризики, пов'язані з відхиленнями від запланованих результатів.

Обґрунтовано доцільність застосування статичних економіко-математичних моделей, що ґрунтуються на теоретико-ігровій концепції, для оцінювання альтернативних бізнес-стратегій. Зазначені моделі дозволяють враховувати стохастичну невизначеність параметрів виробничо-економічних процесів, що є характерними для підприємств гірничорудної галузі. Для досягнення мети дослідження розроблено оптимізаційну модель оцінювання бізнес-стратегій сталого розвитку, яка враховує множину факторів, таких як максимізація очікуваного доходу, мінімізація витрат і зниження рівня ризику.

Методологія дослідження передбачає використання математичних інструментів для формування платіжних матриць і розробки критеріїв вибору оптимальних рішень. Це дозволяє ефективно оцінювати інвестиційно-інноваційні проекти та бізнес-стратегії, які забезпечують сталий розвиток підприємств у складних економічних умовах. Застосування багатокритеріального аналізу сприяє прийняттю рішень, що враховують як кількісні, так і якісні аспекти ризиків та конфліктів у бізнес-процесах.

Результати

У великій кількості наукових праць, теоретико-методичних розробках щодо управління економічними системами досить часто зустрічається поєднання термінів «розпливчастий, нечіткий» і «багатокритеріальний» [7; 8]. Проте, систему завдань підтримки прийняття рішень як багатокритеріальну та розпливчасту (нечітку), сформульовану у контексті дослідження нагальної проблеми, вже на перших же етапах (кроках) економіко-математичного моделювання і здійснення відповідних розрахунків, доцільно використовувати повну згортку критеріїв. Тобто, на підставі гіпотез теорії прийняття рішень за умов невизначеності, що базуються на «здоровому глузді», відбувається заміна сукупності критеріїв одним інтегрованим і, надалі розв'язується однокритеріальна нечітка задача щодо економічного обґрунтування підтримки прийняття відповідних управлінських рішень [9]. Разом з тим не слід нехтувати можливістю використання існуючих відносно простих способів отримання (дешевого і швидкого) вербальної (описової), так званої «м'якої» вихідної інформації стосовно ризикових ситуацій (не достатньо визначених чи конфліктних), формалізувати її та на підставі систематизації одержаних даних моделювати (прогнозувати) інтереси суб'єктів ризику.

Узагальнення результатів аналізу наукових досягнень щодо вирішення проблеми ризикозахищеності суб'єктів господарювання в сучасному ринковому просторі дає змогу дійти висновку, що теорію та методологію моделювання ризику в економіці ГРП (ризикологію) слушно розглядати та структурувати на засадах системного аналізу за таким концептуальним алгоритмом:

- 1) теоретико-методологічні засади якісного та кількісного аналізу ризику;

- 2) якісний аналіз ризику;
- 3) система фінансово-економічних показників кількісної оцінки рівня ризику;
- 4) кількісний аналіз ризику;
- 5) моделювання (оптимізація) ризику;
- 6) основні інваріантні підходи прийняття рішень щодо управління ризиком бізнес-процесів суб'єкта господарювання в широкому спектрі економічних проблем сучасного підприємства.

Отже, при розробленні бізнес-стратегії сталого розвитку мінерально-сировинної бази і ранжуванні альтернативних варіантів бізнес-процесів ГРП виникає потреба у побудові оптимізаційних економіко-математичних моделей і розробленні методів підтримки прийняття багаточільових рішень, які потребують раціонального багатокритеріального аналізу альтернатив. Зокрема, зазначене є особливо актуальним при необхідності розроблення та впровадження інвестиційно-інноваційних проєктів подальшого розвитку комплексного освоєння залізрудних родовищ за умов ускладнення чи неможливості одержати достатньо повної і достовірної вихідної інформації для економічного обґрунтування альтернативних варіантів інвестиційних проєктних бізнес-рішень.

Разом з тим, з огляду на ключові принципи проєктного аналізу серед яких першочерговими є принцип альтернативності, обмеженості, обумовленості та кількісне значення впливу змін важливою постає задача урахування особливостей недетермінованого характеру перебігу виробничо-економічних процесів видобутку та перероблення залізних руд на товарну продукцію ГРП, який посилюється, зокрема, як інфляцією, так і відповідними фінансово-економічними ризиками. У цьому зв'язку виникає необхідність використання методів автоматизованого управління на основі відповідного інструментарію економіко-математичного моделювання за умов стохастичної невизначеності, яка описується за допомогою одного незалежного від альтернатив розподілу ймовірностей на множині станів економічного середовища S і задається відповідною щільністю $p(s)$, $s \in S$, що надає можливість прискорити процес економічного обґрунтування інвестиційно-інноваційних проєктів, поліпшити якість управління ними, забезпечити допустимий (раціональний) рівень ризику [10-14].

Як правило, на підприємствах залізрудної галузі використовуються і поступово розвиваються інтегровані організаційно-технічні автоматизовані системи управління (АСУ). У межах АСУ вирішуються питання завдань загальної стратегії управління підприємством, управління його окремими бізнес-процесами у контексті поточного, оперативного та перспективного планування тощо. Значне місце посідають також організаційно-технологічні завдання, що мають масове практичне застосування. Такими є забезпечення раціонального розкриття залізрудних родовищ, оптимізація суміші та сполук (шихти) та ін., що здійснюється під впливом низки чинників стохастичної невизначеності та зумовленого ними ризику [15], зокрема, пов'язаного з коливаннями обсягів та сортаменту кондиційної залізрудної сировини; вибором раціонального варіанту оперативного розкриття залізрудного родовища відносно декількох суперечливих критеріїв, де окремі з них складно кількісно обґрунтувати і т. ін. Зазначене обумовлює проведення відповідного аналізу щодо врахування чинників ризику та доцільність використання математичної теорії конфліктних ситуацій і розроблення оптимізаційних економіко-математичних моделей, які могли б бути практично використані при економічному обґрунтуванні управлінських бізнес-рішень у контексті гарантованого сталого розвитку ГРП з урахуванням ризику.

Існує ряд способів (методів), які рекомендуються для зменшення (оптимізації) рівня ризику суб'єкта господарювання серед яких найбільш широко використовують диверсифікацію, страхування, здобуття додаткової інформації, управління запасами, резервів тощо [16]. У більшості ж випадків необхідне проведення кількісного оцінювання та аналізу рівня ризику, застосування економіко-математичних методів і моделей для вибору певного варіанту (бізнес-стратегію, бізнес-проєкту тощо) з ряду альтернативних, який не був би обтяженим критичним і катастрофічним рівнем ризику. Отже, існує доцільність розроблення формалізованої процедури (алгоритму)

процесу економіко-математичного моделювання оцінювання бізнес-стратегій (основних напрямів господарювання) щодо гарантованого сталого розвитку ГРП шляхом багатоцільової багатокритеріальної оптимізації (розв'язання задачі конфліктної теоретико-ігрової ситуації). З урахуванням результатів розрахунків формується змішана загальна стратегія підприємства.

Розглянемо запропоновану формалізовану процедуру (алгоритм) процесу економіко-математичного моделювання оцінювання бізнес-стратегій на основі багатоцільової ситуації прийняття рішень з урахуванням стохастичної невизначеності параметрів перебігу виробничо-економічних процесів ГРП.

Моделлю багатоцільового обґрунтування рішень за умов стохастичної невизначеності й конфліктності є статична економіко-математична модель, породжена теоретико-ігровою концепцією [16], де ситуація прийняття рішень є сукупністю $\{X, S, F\}$: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ – множина рішень суб'єкта управління; $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ – множина станів економічного середовища; $F = \{f_{ij}\}$ – функціонал оцінювання (платіжна матриця), де $f_{ij} = f(x_i, s_j)$ – кількісні оцінки в платіжній матриці, $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, n}$.

Функціонал оцінювання доцільно пов'язувати з такими категоріями, як ефективність, корисність, втрати, ризик та ін., зокрема: сподіваний валовий обсяг товарної продукції, максимальний інтегрований дисконтований очікуваний дохід і собівартість продукції. Форма вираження оціночного функціоналу залежить від мети і завдань управління бізнес-процесами ГРП, що вирішуються топ-менеджментом підприємства. Тобто, функціонал F буде характеризуватися позитивним інгредієнтом, якщо досліджуються такі показники, як обсяг виробництва товарної продукції, рентабельність, продуктивність тощо, і суб'єкт управління при ухваленні рішення прагне досягнення $\max_{x_i \in X} \{f_{ij}\}$. У такому випадку щодо позитивного інгредієнту дотримуються запису

$F = F^+ = \{f_{ij}^+\}$. Виходячи з аналогічних міркувань при негативному інгредієнті прагнуть досягнення $\min_{x_i \in X} \{f_{ij}\}$, тоді $F = F^- = \{f_{ij}^-\}$. При цьому, можуть мати місце ситуації (зокрема, при побудові функцій невизначеності третього роду), в яких обумовлюється необхідність використання негативного значення інгредієнту функціоналу оцінювання у формі ризиків.

Багатоцільове моделювання альтернатив передбачає формування елементів сукупності платіжних матриць гри $(a_{ij}^{(q)})$, використовуючи показники $a_{ij}^{(q)}$, $q = \overline{1, Q}$; $j = \overline{1, n^{(a)}}$, де Q – кількість платіжних матриць: обсяги виробництва та реалізації продукції, ціна, собівартість та ін.; $n^{(a)}$ – кількість станів економічного середовища:

$$A = \{A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(Q)}\} = \{a_{ij}^{(q)} : q = \overline{1, Q}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n^{(a)}}\}. \quad (1)$$

Для заданих ситуацій $\{X, S, F\}$ проблема прийняття рішення полягає в тому, що топ-менеджмент ГРП повинен вибрати не одне рішення за обраним критерієм, а визначити оптимальний вектор бізнес-рішень (змішану бізнес-стратегію підприємства): $A = \sum_{i=1}^m A_i^{(q)}$, де $A_i^{(q)}$

– чисті бізнес-стратегії (ключові напрямки діяльності ГРП).

Тоді, багатоцільову ситуацію оптимізації змішаної бізнес-стратегії ГРП можна сформулювати на основі критеріальних векторів – матриць-стовпців.

Для кожного альтернативного рішення A_i (стратегічних напрямків діяльності (альтернативних бізнес-стратегій) ГРП відносно можливостей випуску певної множини видів

товарної залізорудної продукції) функціоналів оцінювання $A^{(q)}$ узагальнену оптимізаційну задачу економіко-математичного моделювання бізнес-стратегій ГРП можна записати у вигляді [16]:

$$Z = \sum_{i=1}^m x_i = \sum_{i=1}^m \frac{P_i}{v} = \frac{1}{v} \rightarrow \min ; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ij}^* x_i \geq 1 \quad \text{при } x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (3)$$

де v – ціна матричної гри для змішаної стратегії сталого розвитку підприємств ГМК;

$\sum_{i=1}^m p_i = 1$ – імовірності використання окремих бізнес-стратегій у змішаній стратегії сталого розвитку

ГРП, які приймаються у якості вагових коефіцієнтів у процесі моделювання (прогнозування, оцінювання, аналізу) і формування оптимальної бізнес-стратегії гарантованого сталого економічного розвитку ГРП.

При використанні такого алгоритму оптимізації змішаної бізнес-стратегії ГРП на засадах теорії прийняття рішень за умов, коли середовище веде себе антагоністично по відношенню до вибору рішень суб'єкта управління (топ-менеджменту підприємства), будемо називати моделюванням теоретико-ігрової конфліктної ситуації.

Отже, для вирішення задач економіко-математичного моделювання гарантованого сталого розвитку ГРП доцільно виходити із підходів щодо розв'язання задачі обґрунтування багатоцільових багатокритеріальних рішень (зокрема, бізнес-стратегій) на основі теоретико-ігрової концепції. Зазначені ігрові моделі дозволяють раціонально обґрунтовувати управлінські рішення за умов невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику.

Висновки та перспективи.

У сучасних умовах ринкових трансформацій менеджмент ГРП потребує застосування удосконалених методологій і відповідного інструментарію економіко-математичного моделювання з урахуванням ймовірних ризиків. У цьому контексті ефективними є математичні моделі побудовані на підґрунті теорії математичної статистики, теорії ймовірностей, теорії ігор, стохастичного програмування тощо.

Отже, при побудові статичних теоретико-ігрових математичних моделей економічного обґрунтування рішень у виробничо-економічній діяльності ГРП за умов стохастичної невизначеності, що характеризується певною конфліктністю можна рекомендувати дотримуватися такого алгоритму:

1) суб'єкт управління (топ-менеджмент) формує множину альтернативних стратегічних бізнес-напрямків господарювання (альтернативних складових загальної стратегії) ГРП відносно наявних можливостей випуску певних видів залізорудної продукції, що є базисом для моделювання альтернативних бізнес-стратегій підприємства;

2) формування множини станів економічного середовища, зокрема, використовуючи ретроспективний і прогнозований періоди, що характеризують виробничо-економічну діяльність ГРП);

3) використовуючи показники результатів виробничо-економічної діяльності ГРП та можливості прогнозування їх значень на перспективу здійснюється формування елементів сукупності платіжних матриць теоретико-ігрової конфліктної ситуації;

4) формування узагальненої теоретико-ігрової ситуації моделювання альтернативних бізнес-стратегій на основі методології розв'язання задачі багатоцільових рішень, яка характеризується чинниками нормалізації, співвідношенням пріоритету та критеріями згортки.

Стосовно подальшого розвитку теорії оптимізації управлінських рішень у межах стратегічних бізнес-одиниць ГРП з урахуванням ризику доцільно вдосконалювати процес економіко-математичного моделювання, зокрема, на підґрунті використання експертних систем з метою

поєднання різних джерел знань на підставі неповної нечіткої інформації, оброблення апостеріорної експертної інформації щодо прогнозування, імітаційного моделювання бізнес-процесів тощо, що забезпечить бажану адаптивність, надійність, гнучкість, маневреність в управлінні підприємством і прийнятний рівень ризику стратегічних рішень.

Список використаних джерел

1. Bradul A., Varava L., Turylo A., Dashko I., Varava A. Forecasting the Effectiveness of the Enterprise to Intensify Innovation and Investment Development, Taking into Account the Financial Component of Economic Potential. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. № 4 (13 (112)). P. 89–100. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239249>.
2. Брадул О. М., Ртищев С. А. Ефективність управління інноваційно-інвестиційним розвитком ресурсного потенціалу підприємства як функціонал економічної безпеки та конкурентоспроможності. *Економічний аналіз*. 2022. Т. 32. № 1. С 23–38.
3. Уланчук В. С., Чернега І. І., Жарун О. В., Непочатенко О. А., Тупчій О. С. Застосування економіко-математичного моделювання для прийняття рішення при аналізі ризику використання фінансових ресурсів підприємства. *Вісник ХНАУ. Серія: Економічні науки*. 2021. Т.1. № 2. С. 262-271. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/3079>
4. Малярець Л. М., Мінськова О. В. Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації. *Проблеми економіки*. 2017. № 1. С. 421-427. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2017-1_0-pages-421_427.pdf.
5. Полінкевич О. М. Механізми адаптації бізнес-процесів промислових підприємств до нової економіки: монографія. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. 448 с.
6. Турило А. А. Ртищев С. А., Короленко О. Б. Ефективність інноваційного розвитку підприємства. *Український журнал прикладної економіки*. 2016. Т. 1. № 2. С. 105–114.
7. Зелінська О. В. Особливості прийняття рішень в розпливчастих умовах функціонування систем управління. *Ефективна економіка*. 2018. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?op=1&z=6107>.
8. Корендович В. С. Застосування багатокритеріального аналізу для пріоритетного вибору. *Збірник наукових праць центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України*. 2017. № 2 (60). С. 129-136. URL: <http://znp-cvsd.nuou.org.ua/article/view/125248>.
9. Yevhen Afanasiev, Serhiy Kapitula, Ihor Afanasiev, Mariia Afanasieva, Pavlo Demchenko. Selected aspects of modeling the process of evaluating business strategies for sustainable economic development of iron ore enterprises. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. 2020. 2(29). С. 18-26.
10. Колосок А. М. Фінансовий аспект проектного аналізу. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. Вип. 11. С. 383-386. URL: <http://global-national.in.ua/issue-11-2016/19-vipusk-11-cherven-2016-r/2127-kolosok-a-m-finansovij-aspekt-proektnogo-analizu>.
11. Семчук Ж. В. Теоретичні основи управління інвестиційними ресурсами соціальної економіки з урахуванням принципів проектного аналізу. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. науково-технічних праць*. Львів: РВВ НЛТУ України. 2013. Вип. 23.14. С. 264-269. URL: https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2013/23_14/264_Sem.pdf.
12. Афанасьєв І. Є., Гіренко О. Є. Інструментарій теорії регулярних мереж в інформаційній підтримці прийняття рішень щодо управління виробничо-економічними процесами. *Економічний аналіз: зб. наук. праць*. 2024. Том 34. № 1. С. 8-16.
13. Адаменко М. В., Афанасьєв І. Є., Капітула С. В., Шахно А. Ю. Інвестування в інноваційний розвиток конкурентоспроможності ресурсно-виробничого потенціалу гірничорудних підприємств. *Економічний аналіз*. 2021. Том 31. № 3. С. 105-114.
14. Афанасьєв Є. В., Шахно А. Ю., Афанасьєв І. Є., Афанасьєва М. Г. Оцінювання організаційно-технічного рівня гірничо-збагачувальних підприємств у контексті інвестиційно-інноваційної політики та адаптивного управління прогресивним розвитком. *Інвестиції: практика та досвід*. 2023. № 13. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/investplan/article/view/1759>
15. Yevhen Afanasiev, Pavlo Demchenko. Forecasting and management of innovation and investment development of iron ore enterprises based on stochastic risk modeling. *Економічний аналіз: зб. наук. праць*. 2023. Том 33. № 1. С. 192-199.
16. Афанасьєв Є. В. Економіко-математичне моделювання ризикозахищеності стратегічного розвитку підприємства на засадах комплексного використання ресурсно-виробничого потенціалу. *Аналіз і прийняття рішень для зміцнення економічної безпеки (у сферах обліку, оподаткування, маркетингу, фінансів, менеджменту трудових ресурсів та публічного управління на рівні підприємств, регіонів, держави):*

монографія; за ред. В. Я. Нусінова, Є. В. Міщук. Кривий Ріг: Видавець Роман Козлов, 2023. 360 с. (Розділ 5. С. 202-231). URL: <http://ds.knu.edu.ua/jspui/handle/123456789/5019>.

Статтю отримано: 23.10.2024 / Рецензування 06.12.2024 / Прийнято до друку: 30.12.2024

Yevhen Afanasyev

Doctor of Sciences (Economics), Professor, Department of Management and Administration
Kryvyi Rih National University
Kryvyi Rih, Ukraine

E-mail: aev60@ukr.net

ORCID: 0000-0002-1524-2120

Iryna Melnikova

PhD in Economics, Assistant Professor of the Department of Management and Administration
Kryvyi Rih National University
Kryvyi Rih, Ukraine

E-mail: imelnikova@knu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6934-3269

Igor Afanasyev

PhD in Economics, Senior Lecturer, Department of Management and Administration
Kryvyi Rih National University
Kryvyi Rih, Ukraine

E-mail: iafanasyev@knu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4505-7145

Mariya Afanasyeva

PhD in Economics, Senior Lecturer, Department of Higher Mathematics and Physics
Kryvyi Rih National University
Kryvyi Rih, Ukraine

E-mail: mariaafanaseva@knu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3697-5286

OPTIMIZING MANAGEMENT DECISIONS WITHIN THE STRATEGIC BUSINESS UNITS OF MINING COMPANIES WITH RISK CONSIDERATION

Abstract

Introduction. *In the practical implementation of business development strategies for mining companies—when producing marketable iron ore products requires the simultaneous use of certain combinations of iron ore raw materials—there is a direct influence on the intensity of individual monostreams of raw materials and on the structure of the company's overall production and economic processes. Under such conditions, mathematical modeling tasks aimed at finding the maximum (minimum) of certain economic indicators (in particular, efficiency) according to a chosen integrated criterion become critically important.*

Purpose. *The purpose of the article is to improve the theoretical, methodological, and practical foundations for optimizing management decisions within the strategic business units of mining enterprises, taking into account risk factors.*

Methods. *The theoretical and methodological basis of the study includes probability theory, the theory of economic and mathematical modeling and mathematical programming, methodological principles and tools for quantitative risk assessment, and the game-theoretic approach to modeling risk.*

Results. *The paper presents a theoretical and methodological toolkit for solving a mathematical programming problem closely related to the optimization of problematic business processes within a mining enterprise. This includes considerations of the dynamics of mining operations and the resulting financial and economic performance indicators related to processing raw iron ore streams into marketable iron ore products.*

The study emphasizes that when solving the problem of optimizing business processes, one would ideally want to maximize the expected gross volume of marketable iron ore products, maximize discounted expected revenue, and minimize expected production costs. At the same time, it is desirable to have minimal risk associated with deviations from planned

outcomes. It is established that this necessitates the use of a multi-goal, multi-criteria decision-making approach under conditions of uncertainty and conflict. This approach involves employing an economic-mathematical decision-making model under uncertainty, which can be represented by a static decision-making model grounded in a game-theoretic framework. In other words, the paper proposes solving a conflict-driven, game-theoretic situation involving the optimization of management decisions within the strategic business units of mining enterprises with explicit consideration of risk.

Based on the theoretical and methodological principles for shaping a multi-goal, multi-criteria situation for the economic substantiation of management decisions—taking into account the stochasticity of production-economic process parameters—the study proposes an optimization model. This model addresses the problem of evaluating business strategies (key operational directions) for the sustainable development of a mining enterprise. The solution to this problem is a vector of efficiency estimates for the company's mixed overall strategy.

Discussion. Future research should focus on improving economic and mathematical modelling through the use of adaptive intelligent systems for decision-making in the mining sector. Special attention should be paid to developing risk management models for forecasting the economic efficiency of investment-innovation projects in the context of sustainable enterprise development. An important direction involves integrating modern digital technologies into the management of strategic business units, which will enhance flexibility, adaptability, and the accuracy of decision-making.

Keywords: mining enterprise, game-theoretic situation, management, business process, economic-mathematical modeling, risk.

References

1. Bradul, A., Varava, L., Turylo, A., Dashko, I., & Varava, A. (2021). Forecasting the effectiveness of the enterprise to intensify innovation and investment development, taking into account the financial component of economic potential. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(13(112)), 89–100. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239249>
2. Bradul, O. M., & Rtishchev, S. A. (2022). The effectiveness of managing innovation and investment development of an enterprise's resource potential as a function of economic security and competitiveness. *Economic Analysis*, 32(1), 23–38. [In Ukrainian].
3. Ulanuchuk, V. S., Chernega, I. I., Zharun, O. V., Nepochatenko, O. A., & Tupchii, O. S. (2021). Application of economic and mathematical modeling for decision-making when analyzing the risks of using financial resources of the enterprise. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Economic Sciences*, 1(2), 262–271. Retrieved from <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/3079> [In Ukrainian].
4. Malyarets, L. M., & Minenkova, O. V. (2017). Solving multicriteria problems in assessing enterprise activities based on multicriteria optimization methods. *Problems of Economy*, (1), 421–427. Retrieved from https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2017-1_0-pages-421_427.pdf [In Ukrainian].
5. Polinkevych, O. M. (2014). *Mechanisms for adapting business processes of industrial enterprises to the new economy: Monograph*. Lutsk: Lutsk NTU Publishing House. [In Ukrainian].
6. Turylo, A. A., Rtishchev, S. A., & Korolenko, O. B. (2016). Efficiency of innovative enterprise development. *Ukrainian Journal of Applied Economics*, 1(2), 105–114. [In Ukrainian].
7. Zelinska, O. V. (2018). Features of decision-making under fuzzy conditions of management systems operation. *Efficient Economy*, (2). Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?op=1&z=6107> [In Ukrainian].
8. Korendovych, V. S. (2017). Application of multicriteria analysis for priority selection. *Collection of Scientific Papers of the Center for Military-Strategic Studies of the National Defense University of Ukraine*, (2(60)), 129–136. Retrieved from <http://znp-cvsvd.nuou.org.ua/article/view/125248> [In Ukrainian].
9. Afanasiev, Y., Kapitula, S., Afanasiev, I., Afanasieva, M., & Demchenko, P. (2020). Selected aspects of modeling the process of evaluating business strategies for sustainable economic development of iron ore enterprises. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, 2(29), 18–26.
10. Kolosok, A. M. (2016). Financial aspect of project analysis. *Global and National Economic Problems*, (11), 383–386. Retrieved from <http://global-national.in.ua/issue-11-2016/19-vipusk-11-cherven-2016-r/2127-kolosok-a-m-finansovij-aspekt-proektnogo-analizu> [In Ukrainian].
11. Semchuk, Z. V. (2013). Theoretical foundations of managing investment resources in the social economy considering project analysis principles. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine: Collection of Scientific and Technical Papers*, 23(14), 264–269. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_14/264_Sem.pdf [In Ukrainian].
12. Afanasiev, I. Ye., & Girenko, O. Ye. (2024). Tools of regular network theory for decision-making support in managing production and economic processes. *Economic Analysis: Collection of Scientific Papers*, 34(1), 8–16. [In Ukrainian].
13. Adamenko, M. V., Afanasiev, I. Ye., Kapitula, S. V., & Shakhno, A. Yu. (2021). Investing in innovative

development of the competitive resource-production potential of mining enterprises. *Economic Analysis*, 31(3), 105–114. [In Ukrainian].

14. Afanasiev, Ye. V., Shakhno, A. Yu., Afanasiev, I. Ye., & Afanasieva, M. H. (2023). Assessment of the organizational and technical level of mining and processing enterprises in the context of investment-innovation policy and adaptive management for progressive development. *Investments: Practice and Experience*, (13). Retrieved from <https://www.nayka.com.ua/index.php/investplan/article/view/1759> [In Ukrainian].

15. Afanasiev, Y., & Demchenko, P. (2023). Forecasting and management of innovation and investment development of iron ore enterprises based on stochastic risk modeling. *Economic Analysis: Collection of Scientific Papers*, 33(1), 192–199. [In Ukrainian].

16. Afanasiev, Ye. V. (2023). Economic and mathematical modeling of risk protection for strategic enterprise development based on comprehensive use of resource-production potential. In V. Y. Nusynov & Ye. V. Mishchuk (Eds.), *Analysis and decision-making to strengthen economic security* (pp. 202–231). Kryvyi Rih: Roman Kozlov Publishing House. Retrieved from <http://ds.knu.edu.ua/jspui/handle/123456789/5019> [In Ukrainian].

Received: 10.23.2024 / Review 12.06.2024 / Accepted 12.30.2024

