

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

УДК 330.131.7+004.942+65.016:622

М.Г. Афанасьєва

старший викладач
Криворізький національний університет

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКУ В ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧОРУДНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Узагальнено прикладні аспекти інтегрованої відносної оцінки ризику альтернативних варіантів розвитку гірничорудного підприємства, зокрема, шляхом концентричної диверсифікації його виробничо-економічної діяльності на підґрунті комплексного освоєння залізорудних родовищ.

Ключові слова: невизначеність, конфліктність, ризик, диверсифікація.

I. Вступ

Моделювання та кількісна оцінка ризику ґрунтується на результатах його якісного та кількісного аналізу. Наголосимо, що якісний аналіз ризику є найбільш складним і вимагає ґрунтовних знань, досвіду та інтуїції у сфері конкретної діяльності [4, с. 154]. У процесі кількісного оцінювання ризику якісний і кількісний аналіз не механічно доповнюють один одного, а системно взаємодіють. Кількісний аналіз може ґрунтуватися лише на якісно встановлених цілях, гіпотезах, критеріях, чинниках, умовах, альтернативах, наявній інформації. У свою чергу, якісний аналіз можна вдосконалити, використовуючи результати кількісного аналізу ризику.

Одним із актуальних сучасних напрямів у сфері виробничо-господарської діяльності гірничозбагачувальних комбінатів (далі – ГЗК) є управління економічним ризиком з урахуванням стохастичного характеру параметрів розкривних і видобувних та переробних процесів на залізорудних родовищах.

Причому масштаб і сутність виробничо-економічних процесів зумовлюють величину кількісного значення ризику. У цьому контексті ризик можна трактувати як “небезпеку, можливість збитків або втрат”, імовірність втрати підприємством своїх ресурсів, недоотримання доходів або виникнення додаткових втрат у результаті здійснення певних видів виробничої діяльності гірничорудного підприємства (далі – ГРП).

Ряд фахівців із теорії ризику схильні до думки, що у подальшому розвитку системи менеджменту підприємств гірничовидобув-

ної промисловості ключовим моментом побудови стратегії господарювання ГРП стає система ризик-менеджменту як економічна об’єктивно-суб’єктивна категорія науки управління підприємством в умовах ринкових перетворень [4, с. 80; 3, с. 14–22; 5, с. 61–65]. Таке бачення майбутнього розвитку суспільно-економічної діяльності ГРП породжує апіорі сприйняття ризик-менеджменту як самостійної форми підприємництва, тобто отримання статусу окремої галузі народного господарювання. При цьому важливими складовими системи ризик-менеджменту є системний інтегрований підхід щодо відносної оцінки ризику альтернативних варіантів розвитку виробничо-економічної діяльності ГРП [1, с. 104–105].

Слід зазначити, що підходи до оцінювання виробничо-економічного ризику в менеджменті ГРП мають ґрунтуватися на використанні як позитивного, так і негативного інгредієнта техніко-економічних показників розробки рудних родовищ. Тобто необхідно мати на увазі, що при визначенні міри ризику не повинні однаково трактуватися як додатні (сприятливі), так і від’ємні (несприятливі) відхилення від сподіваної величини.

Якщо випадкова величина X відображає прибутки і наявне від’ємне відхилення, то зрозуміло, що відповідна оцінка прибутку як реалізація випадкової величини нижча, ніж сподівана величина. Це означає несприятливу ситуацію. Водночас додатне відхилення вказує на те, що реалізація випадкової величини (прибутку) вища, ніж сподівана величина. Для менеджера (інвестора) це, очевидно, сприятлива ситуація [4, с. 109].

II. Постановка завдання

Мета статті – вдосконалення інтегрованої відносної оцінки ризику альтернативних варіантів розвитку і конверсії ГРП, зокрема, шляхом концентричної диверсифікації його виробничо-економічної діяльності на підґрунті комплексного освоєння залізородних родовищ, що розміщуються у межах Криворізького рудного району.

Відповідно до мети, головним завданням дослідження є розробка методологічних підходів щодо комплексної відносної оцінки системи виробничо-економічних показників розвитку ГРП та загального стану його концентричної диверсифікації з урахуванням ключових моментів стохастичної невизначеності параметрів виробничо-економічної діяльності підприємства.

III. Результати

Наявність стохастичної невизначеності зумовлює появу у плануванні та прийнятті економічних рішень неординарних ризикових ситуацій. Так, наприклад, для великих монопродуктових ГРП, які працюють за ринкових умов, установлення внутрішнього плану (програми), як правило, супроводжується укладенням контрактів з оптовими споживачами, причому порушення контракту призводить не тільки до явних економічних небажаних наслідків для підприємства у вигляді штрафів, але й до втрат інтересу і пріоритетності споживачів.

Наголосимо, що завжди наявні дві тенденції, які вступають у суперечність: з одного боку, прагнення до збільшення обсягу

зобов'язань, тобто до збільшення у кінцевому підсумку валового обсягу запрограмованої продукції чи прибутку, з іншого боку, прагнення до зменшення ризику невиконання зобов'язання через несприятливі зовнішні та внутрішні обставини протягом планового періоду.

Вимірювання ризику має ґрунтуватися на загальнометодологічних положеннях теорії вимірювань, що становить науковий фундамент будь-яких вимірювань [4, с. 154]. Стосовно оцінки економічного ризику вимірюваними властивостями економічних систем мають бути такі характеристики структури, стану чи поведінки цих систем та їх зовнішнього середовища, котрі дають змогу за умов невизначеності та конфлікту віднайти і диференціювати за потенційними наслідками можливі майбутні стани чи траєкторії (їх множину) поведінки певних економічних об'єктів, можливі відхилення від цілей, можливі збитки. Виявлення таких властивостей є предметом якісного та кількісного аналізу ризику і полягає у виявленні ключових параметрів (чинників ризику) та ідентифікації форм, видів і типів ризику. Методологічні засади і методичні підходи такого аналізу потребують подальшого вдосконалення.

Як приклад застосування теорії вимірювань до вирішення питань ризикології з урахуванням специфіки цієї науки запропоновано узагальнений алгоритм розробки методики вимірювання певних видів і показників економічного ризику (рис. 1) [4, с. 155].

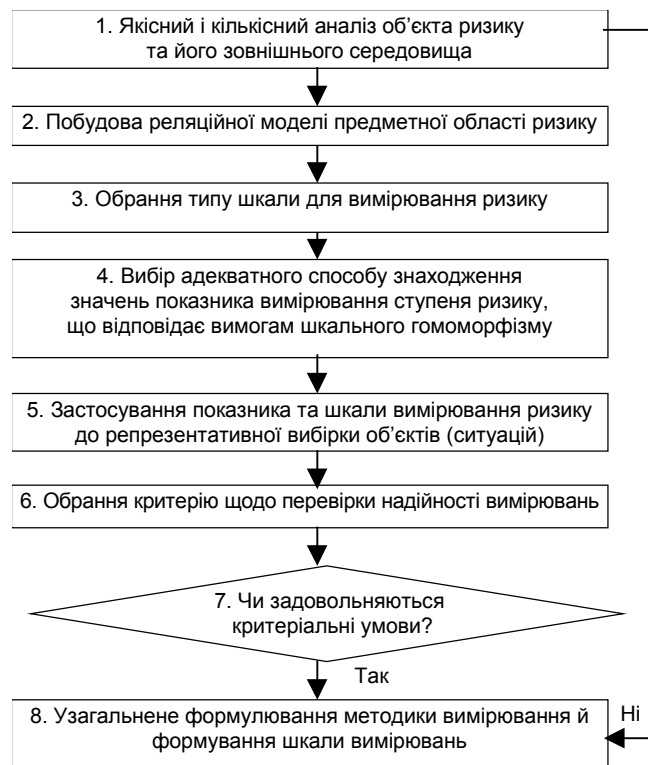


Рис. 1. Узагальнений алгоритм розробки методики вимірювання певного виду економічного ризику

Як величину ризику в абсолютному вираженні нами запропоновано використовувати міру розсіювання значень певного виробничо-економічного показника відносно центра групування цих значень, де за центр групування значень показника використовується, зокрема, його математичне сподівання $M(X)$ [4, с. 162–168]. Тоді середньозважене модуля відхилення виробничо-економічного показника від свого математичного сподівання у дискретному випадку можна знайти за формулою:

$$M(|X - M(X)|) = \sum_{j=1}^n p_j |x_j - M(X)|, \quad (1)$$

де x_j – випадкова величина; p_j – ймовірність випадкової величини; n – кількість значень вибірки.

Разом з тим необхідно враховувати, що для таких підприємств, як ГРП, виробничі процеси характеризуються постійним збільшенням обсягів робіт. Отже, деякі показники виробничо-господарської діяльності цих підприємств мають певну тенденцію до зростання, що викликає деяку асиметрію кривої закону нормального розподілу випадкових величин.

Тому можна запропонувати дещо інші підходи щодо визначення центру групування значень виробничо-економічних показників ГРП.

Якщо ж за центр групування значень певного виробничо-економічного показника взяти моду, то середньозважене модуля відхилення від модального значення (M_0) у дискретному випадку знаходять за формулою:

$$M(|X - M_0(X)|) = \sum_{j=1}^n p_j |x_j - M_0(X)|. \quad (2)$$

Можна розглянути як центр групування значень виробничо-економічного показника медіану, тоді середньозважене модуля відхилення від медіанного значення (M_e) у дискретному випадку обчислюють за формулою:

$$M(|X - M_e(X)|) = \sum_{j=1}^n p_j |x_j - M_e(X)|. \quad (3)$$

Якщо ж за центр групування значень виробничо-економічного показника використати модальне значення випадкової величини, то в абсолютному вираженні міри економічного ризику можна використати модальну варіацію та середньоквадратичне відхилення від модального значення:

$$V_{M_0}(X) = M[(X - M_0(X))^2], \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{M_0}(X) &= \sqrt{V_{M_0}(X)} = \\ &= \left[M\{(X - M_0(X))^2\} \right]^{0,5}, \end{aligned} \quad (5)$$

де $M_0(X)$ – модальне значення випадкової величини X ; $V_{M_0}(X)$ – її модальна варіація;

$\sigma_{M_0}(X)$ – середньоквадратичне відхилення від модального значення.

Аналогічно, якщо розглянути медіану як центр групування значень виробничо-економічного показника, то в абсолютному вираженні міри ризику можна використати медіанну варіацію та середньоквадратичне відхилення від медіани:

$$V_{Me}(X) = M[(X - Me(X))^2], \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{Me}(X) &= \sqrt{V_{Me}(X)} = \\ &= \left[M\{(X - Me(X))^2\} \right]^{0,5}, \end{aligned} \quad (7)$$

де $Me(X)$ – медіана випадкового показника X ; $V_{Me}(X)$ – її медіанна варіація; $\sigma_{Me}(X)$ – середньоквадратичне відхилення від медіани.

Підхід, що спирається на варіацію $V(X)$ чи середньоквадратичне відхилення $\sigma(X)$, вважається класичним. У варіації та середньоквадратичному відхиленні ризик визначається через відхилення значень випадкової величини від її сподіваного значення (математичного сподівання). При цьому, чим більшим буде це відхилення, тим більшим виявиться ступінь (міра) ризику, пов'язаного з певною стратегією.

З погляду неокласичного підходу до оцінювання виробничо-економічного ризику доцільним є впровадження такого показника ступеня ризику, як семіквадратичне відхилення від зваженого середньогогеометричного випадкової величини X :

$$\begin{aligned} SSG(X) &= \sqrt{SG(X)} = \\ &= \sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i p_i (x_i - G(X))^2}, \end{aligned} \quad (8)$$

де $SG(X)$ – величина семіваріації стосовно зваженого середньогогеометричного; $SS(X)$ – семіквадратичне відхилення стосовно зваженого середньогогеометричного; α_i – індикатор несприятливого відхилення від зваженого середньогогеометричного.

Разом з тим доцільно враховувати, що для гірничорудних підприємств характерним є постійне збільшення витрат на розкривні та видобувні роботи в кар'єрі. Тобто певні показники виробничо-економічної діяльності цих підприємств, зокрема, собівартість, мають стійку й закономірну тенденцію до зростання. Отже, для ряду відповідних показників як ви-

падкових величин будуть мати місце несиметричні закони розподілу. У цьому випадку для досягнення поставленої в статті мети інтегрована кількісна оцінка ризику може бути достатньо вдало вирішена на підґрунті використання нерівності Чебишева.

Цінність нерівності Чебишева для поставлених завдань полягає в тому, що вона справедлива для будь-якого розподілу випадкової величини X та може застосовуватися як до позитивних, так і до негативних випадкових величин. При цьому нерівність Чебишева обмежує знизу ймовірність того, що випадкова величина відхилиться від свого математичного сподівання на величину, не більшу δ . Із цієї нерівності випливає, що при зменшенні дисперсії верхня межа ймовірності також зменшується, і значення випадкової величини з невеликою дисперсією зосереджуються біля її математичного сподівання.

Отже, на основі статистичної інформації геологорозвідувальних та розвідувально-експлуатаційних робіт щодо якісних показників залізних руд і вміщуючих порід, застосувавши нерівність Чебишева, можна отримати

$$W = \frac{\frac{1}{(p_{j_{\max}} - p_{j_{\min}})} \left| \sigma(X) \int_{p_{j_{\min}}}^{p_{j_{\max}}} \frac{1}{\sqrt{(1-p)n}} dp \right|}{\frac{1}{(p_{j_{\max}} - p_{j_{\min}})} \left| \sigma(X) \int_{p_{j_{\min}}}^{p_{j_{\max}}} \frac{1}{\sqrt{(1-p)n}} dp \right| + M(X)} = \frac{\frac{1}{(p_{j_{\max}} - p_{j_{\min}})} \left| -\frac{2\sigma(X)}{\sqrt{n}} (\sqrt{1-p_{j_{\max}}} - \sqrt{1-p_{j_{\min}}}) \right|}{\frac{1}{(p_{j_{\max}} - p_{j_{\min}})} \left| -\frac{2\sigma(X)}{\sqrt{n}} (\sqrt{1-p_{j_{\max}}} - \sqrt{1-p_{j_{\min}}}) \right| + M(X)} \quad (9)$$

де n – кількість значень упорядкованої сукупності, які набуває випадкова величина X з відповідними ймовірностями.

На прикладі використання додаткових можливостей щодо виробництва диверсифікованої продукції на ПАТ “Інгулецький ГЗК”, які існують у наявному процесі розробки рудного родовища підприємства за формулою (9), були розраховані коефіцієнти ризику W (коефіцієнти можливих сподіваних відхилень (для інтервалу надійності $0,8 \leq p_{j_{np}} \leq 0,95$) випадкових економічних показників (обсяги виробництва, собівартість, ціна) від їх прогнозованих середніх значень) з метою здійснити комплексну інтегровану оцінку стабільності загального стану концентричної диверсифікації ПАТ “Інгулецький ГЗК” та побудована відповідна комплексна діаграма (рис. 2).

Аналіз комплексної діаграми (рис. 2), на якій представлені визначені коефіцієнти ризику W , показує, що у загальній сукупності

мати значення певного i -го економічного показника (собівартості та ціни мінеральної продукції, обсягів її виробництва і реалізації, рентабельності та ін.) з урахуванням можливих відхилень від центру групування значень певного виробничо-економічного показника для визначеного інтервалу надійності прогнозу $p_{j_{\min}} \leq p_{j_{np}} \leq p_{j_{\max}}$; p_{np} – надійність (імовірність) прогнозу; $p_{j_{\min}}$, $p_{j_{\max}}$ – відповідно, граничні значення ризику (мінімальне і максимальне значення інтервалу надійності прогнозу).

Отже, у відносному вираженні ризик можна оцінити як абсолютну величину можливих сподіваних відхилень випадкового параметра від певним чином визначеного центру групування його значень, зокрема, як приклад, на підґрунті формули (1) та нерівності Чебишева маємо наступний коефіцієнт оцінки виробничо-економічного ризику [2, с. 136]. (Значення коефіцієнта ризику W можуть перебувати в межах від нуля до одиниці, тобто $0 \leq W \leq 1$):

домінують ризики, притаманні обґрунтованню управлінських рішень, пов'язаних із прогнозуванням витрат та обсягів виробництва побіжної мінеральної продукції (стиснуте повітря, щебенева продукція, пісок будівельний). Помітно стабільнішим економічним показником у цьому ракурсі є ціна реалізації (за винятком ціни на стиснуте повітря). Особливо виділяється з цієї комплексної характеристики щодо стабільності загального стану концентричної диверсифікації ПАТ “Інгулецький ГЗК” значно вища оцінка ступеня ризику, який виникає у задачах прогнозування й обґрунтування обсягів виробництва та реалізації будівельного піску ($W_2 = 0,382$). Проте, як свідчить статистична звітність ПАТ “Інгулецький ГЗК”, якщо й виникла певна збитковість виробництва побіжної продукції, то вона була зумовлена відносно низькими ринковими цінами, але величина цих збитків нижча, ніж витрати на складування мінеральних порід у відвали.



Рис. 2. Комплексна діаграма відносних коефіцієнтів оцінки ризику W системи випадкових виробничо-економічних показників (обсяги виробництва, собівартість, ціна)

Для здійснення комплексної інтегрованої відносної оцінки ризику альтернативних варіантів концентричної диверсифікації на прикладі виробничо-економічної діяльності ПАТ "Інгулецький ГЗК" нами пропонується вдосконалити одну із модифікацій рейтингового оцінювання, яка має на меті врахування вагомості кожного деталізованого показника відповідно до встановлених експертами пріоритетів:

$$R_j = \sqrt{k_j \sum_{i=1}^n (1 - W_{ij})^2}, \quad (10)$$

$$R_1 = \sqrt{0,29 \cdot [(1 - 0,252)^2 + (1 - 0,201)^2 + (1 - 0,128)^2]} = 0,406;$$

$$R_2 = \sqrt{0,55 \cdot [(1 - 0,382)^2 + (1 - 0,205)^2 + (1 - 0,106)^2]} = 0,741;$$

$$R_3 = \sqrt{0,16 \cdot [(1 - 0,197)^2 + (1 - 0,299)^2 + (1 - 0,293)^2]} = 0,205.$$

Аналіз наведених розрахунків показує, що високе значення має інтегрований кількісний показник ризику стосовно виробництва будівельного піску, помірний ризик має виробництво щебеневої продукції і невеликим значенням ризику характеризується реалізація підприємством стиснутого повітря.

IV. Висновки

На наш погляд, для врахування стохастичної природи параметрів виробничо-економічних процесів гірничорудних підприємств доречним є використання у дослідженнях граничних теорем теорії ймовірно-

стей, де R_j – інтегрований кількісний показник якості функціонування ГРП відносно певного j -го виду його виробничо-економічної діяльності, $j = 1, \dots, m$. k_i – ваговий коефіцієнт відповідного деталізованого показника ризику W_{ij} , $i = 1, \dots, n$ відносно певного виду виробничо-економічної діяльності ГРП.

З урахуванням визначених вагових коефіцієнтів та відносних коефіцієнтів ризику (див. рис. 1) були обчислені інтегровані кількісні показники ризику стосовно виробництва, відповідно: щебеневої продукції, будівельного піску і стиснутого повітря (R_1, R_2, R_3):

стей, що належать до закону великих чисел, зокрема, Чебишева, Маркова, Бернуллі – Лапласа, Пуассона. Такий підхід у моделюванні ризику зумовлюється тим, що на гірничорудних підприємствах, які є великими монопродуктовими економічними системами, при визначенні якісних характеристик уступів кар'єрів (якісних показників залізних руд і важливих властивостей вміщувальних порід) проводяться розрахунки за даними свердловин експлуатаційної розвідки та забійного випробування, а в цілому по кар'єру

визначається середньозважена оцінка якості на обсяг видобування в ньому по уступах.

Запропонований теоретичний підхід щодо врахування стохастичної природи параметрів виробничо-економічних процесів розкритих і видобувних робіт, процесів збагачення та виробництва побіжної продукції на ГРП, який ґрунтується на засадах використання ймовірнісних характеристик дає змогу моделювати значення цих ймовірнісних параметрів та надавати відносну інтегровану кількісну оцінку ризику в заданому інтервалі надійності прогнозу (при заданих граничних значеннях ризику).

Список використаної літератури

1. Афанасьєв Є.В. Моделювання альтернативних стратегій розвитку гірничорудних підприємств з урахуванням ризику / Є.В. Афанасьєв // Сучасні технології розробки рудних родовищ : збірник наукових праць за матеріалами роботи II Міжнародної науково-технічної конференції, 22–23 березня 2012 р. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2012. – С. 104–105.
2. Афанасьєв Є.В. Рейтингове оцінювання селективного вибору варіантів розвитку гірничорудних підприємств з урахуванням ризику / Є.В. Афанасьєв, Феденко Б.М. // Економіка: проблеми теорії та практики : збірник наукових праць. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2004. – Вип. 193 : у 5 т. – Т. V. – С. 1253–1262.
3. Вітлінський В.В. Фінансовий ризик і методи його вимірювання / В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко // Фінанси України. – 2000. – № 5. – С. 13–23.
4. Вітлінський В.В. Ризикологія в економіці та підприємстві : монографія / В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко. – К. : КНЕУ, 2004. – 480 с.
5. Шапошникова Е.Н. Организация управления инвестиционными рисками // Менеджер. – 2000. – № 3. – С. 60–66.

Стаття надійшла до редакції 15.02.2013.

Афанасьєва М.Г. Теоретико-методологические подходы моделирования риска в процессе развития производственно-экономической деятельности горнорудного предприятия

Обобщены прикладные аспекты интегрированной относительной оценки риска альтернативных вариантов развития горнорудного предприятия, в частности, путем концентрической диверсификации его производственно-экономической деятельности на основе комплексного освоения железорудных месторождений.

Ключевые слова: *неопределенность, конфликтность, риск, диверсификация.*

Afanasyeva M. Theoretical and methodological approaches to risk modeling in the course of development of production and economic activities of mining enterprise

The applied aspects of integrated relative risk assessment of the alternative variants of mining enterprise development have been generalized by means of concentric diversification of its production and economic activities on the ground of complex development of iron ore deposits, in particular.

Key words: *uncertainty, conflictness, risk, diversification.*