

УДК 658: 622.272

О.В. КАЛІНІЧЕНКО, канд. екон. наук, М.І. СТУПНІК, д-р техн. наук, проф.,
В.О. КАЛІНІЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РИЗИКІВ ВІД ПОРУШЕНЬ ДЕННОЇ ПОВЕРХНІ В РЕЗУЛЬТАТІ ПІДЗЕМНОГО ВИДОБУТКУ РУД

Наведено основні положення до визначення економічних ризиків від можливих порушень денної поверхні в полях закритих та діючих шахт Криворізького залізничного басейну. Встановлено закономірності визначення економічного ризику при моніторингу великих територій в умовах визначення ефективності запропонованих охоронних заходів з урахуванням імовірності виникнення геомеханічних порушень, що мають техногенний генезис.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Визначення рівня економічних ризиків покликане забезпечити мінімальні затрати на моніторинг великих територій з урахуванням імовірності виникнення геомеханічних наслідків від можливих порушень денної поверхні в полях закритих та діючих шахт.

У сучасній теорії визначення економічних ризиків найбільш поширеними рішеннями задач планування і керування є методи економіко-математичного моделювання.

Аналіз досліджень і публікацій. Методи визначення економічних ризиків являють собою сукупність засобів і прийомів аналізу, розрахунку й оцінки економічної доцільності здійснення запропонованих рішень [1,2].

Визначення економічних ризиків засноване на порівняльній оцінці витрат і результатів, встановленні ефективності використання запропонованих рішень. Методики визначення економічних ризиків представляють сукупність засобів і прийомів для дослідження системи техніко-економічних показників у статичній й динамічній досліджуваній системі, виникаючих при цьому відхиленні фактичних показників від бажаних значень і причин виникнення цих відхилень.

При впровадженні системи моніторингу денної поверхні визначення економічних ризиків – це використання системи економічних показників, які всебічно характеризують можливість та характер порушень денної поверхні; визначають причини їх виникнення; дозволяють виявити і виконати кількісний вимір ступеня ризику; оцінюють ефективність запропонованих заходів по їх мінімізації та дозволяють оцінити отримані результати і порівняти їх з очікуваними.

Процесний підхід характеризує визначення економічних ризиків як серію послідовних, взаємозалежних дій, спрямованих на досягнення цілей економічної програми підвищення ефективності виконаних досліджень на основі мінімізації системи взаємозалежних ризиків. У зв'язку з цим, є доцільним досліджувати моделі оцінки і управління ефективністю визначення економічних ризиків з урахуванням функціональних зв'язків між запропонованими показниками, що виявляються в різноманітних видах ризиків.

Системний підхід дозволяє на підставі отриманої інформації за допомогою сукупності методів розробляти і здійснювати заходи щодо попередження або зниження імовірності виникнення економічних ризиків.

Постановка завдання. Метою дослідження є встановлення закономірностей визначення економічних ризиків при моніторингу значних територій для визначення ефективності запропонованих заходів з урахуванням імовірності виникнення геомеханічних ускладнень від можливих порушень денної поверхні в полях закритих та діючих шахт.

Викладення матеріалу та результати. В умовах невизначеності об'ємів та місць можливого розташування підземних пустот, утворених діючими та закритими шахтами, визначення економічного ризику ґрунтується на концепції прогнозу рівня можливих геомеханічних ускладнень, що характеризують можливі порушення денної поверхні басейну.

З огляду економіки, процес прогнозування геомеханічних ризиків включає широкий спектр заходів, що можна уявити як послідовність виконання етапів:

прогнозування імовірності виникнення геомеханічних ризиків, визначення причин їх появи;

аналіз та економічна оцінка можливого рівня геомеханічних ризиків;

мінімізація негативних економічних наслідків геомеханічних ризиків за допомогою відповідних методів керування;

здійснення постійного контролю за ризиконебезпечними ділянками із застосуванням механізму зворотнього зв'язку;

економічна оцінка ризиків включає розробку і реалізацію економічно обгрунтованих заходів, спрямованих на зменшення імовірності їх виникнення до допустимого рівня.

Підсумовуючи наведене, можна сказати, що практичне використання концепції допустимого рівня ризику в процесі економічного обгрунтування стратегії моніторингу великих територій дозволяє:

виявити можливі ситуації, пов'язані з несприятливим розвитком подій, результатом яких може стати перевищення можливого рівня втрат над прогнозованим економічним ефектом від впровадження технологічних заходів по мінімізації впливу порушень на оточуюче середовище;

одержати кількісні оцінки ризиків, пов'язані з ймовірнісним розвитком подій;

завчасно планувати і при необхідності здійснювати заходи для зниження імовірності виникнення ризиків до допустимого рівня;

враховувати при прийнятті рішень витрати, пов'язані з ліквідацією можливих негативних економічних наслідків при управлінні ризиком.

Отже, досягнення обраної мети або запланованого результату можливо тільки у випадку передбачення можливих відхилень від цілі і деякою мірою, прогнозування пов'язаних з цим втрат.

Оскільки володіння повною інформацією про економічні наслідки геомеханічних ризиків неможливе, бажано мати перелік основних економічних показників, що мають суттєвий вплив на величину втрат при виникненні геомеханічних ризиків.

Урахування економічних показників, що характеризують можливі негативні наслідки від геомеханічних ризиків і їх вплив на ефективність моніторингу денної поверхні повинно бути обов'язковою складовою частиною процесу економічної оцінки і управління геомеханічними ризиками при видобутку залізних руд підземним способом.

Узагальнено процес аналізу, економічної оцінки й управління геомеханічними ризиками можна алгоритмічно представити так

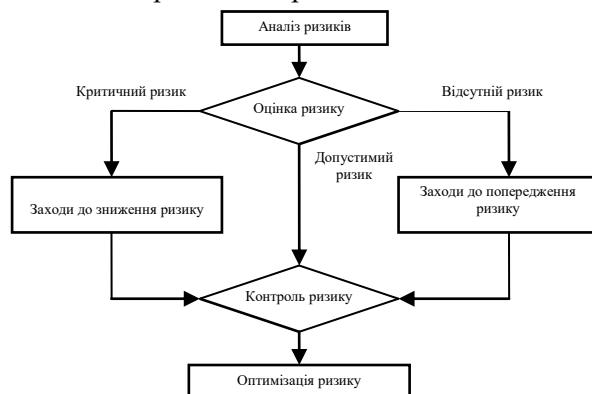


Рис. 1. Алгоритм аналізу, економічної оцінки і управління геомеханічними ризиками

Ключовим у розвитку концепції економічної оцінки ризиків постає питання аналізу і управління геомеханічними ризиками.

Спираючись на отримані результати, виконується їх оцінка, яку пропонується характеризувати наступними ступенями ризику: ризик відсутній; ризик допустимий; ризик критичний.

Управління економічним ризиком в умовах імовірності виникнення геомеханічних

порушень денної території може бути виконано так.

При відсутності економічного ризику за умов низької ймовірності виникнення геомеханічних порушень денної поверхні приймається рішення про розробку і реалізацію профілактичних заходів.

При ступені ризику, що характеризується як допустимий, виконується його оптимізація з метою прогнозування можливих прибутків (збитків) для підвищення ефективності профілактичних заходів запобігання нещасних випадків і аварійним ситуаціям.

При наявності критичного ризику розробляються заходи до попередження або зниження ступеня ризику. Зниження ступеня ризику в умовах діяльності залізничних шахт може здійснюватися шляхом застосування при підземних гірничих роботах систем розробки з твердіючою закладкою виробленого простору.

Отже, базовою умовою є залежність попадання величини можливих збитків від геомеханічних порушень в зону допустимого ризику. У такому разі зону допустимого ризику пропонується визначати так

$$RB < RD > RKP = RB < \sum_{i=1}^n \beta_i \beta_{pi} > RKP, \quad (1)$$

де RB - зона (ступінь) відсутнього ризику; RD - зона допустимого ризику; RKP - зона критичного ризику.

При моніторингу денної поверхні одним із ефективних способів зниження ступеня ризику є його диверсифікація. Диверсифікація дає змогу уникнути частини ризику за рахунок збільшення кількості незалежних заходів.

Застосування ймовірнісних методів безумовно виправдано, оскільки в результаті економічної оцінки геомеханічних ризиків створюється ситуація, коли технологічні рішення входять у суперечність з економічними показниками. Так, з погляду геомеханіки необхідно застосовувати системи розробки з твердіючою закладкою, тому що в цьому випадку можливість виникнення геомеханічних ризиків буде мінімальна. У такому випадку, з огляду економічної ризикології ми маємо безризикову зону, в якій випадкові збитки не очікуються. Тому, згідно з теорією управління ризиками, маємо можливість прийняти рішення про застосування таких технологій.

Застосування систем розробки з твердіючою закладкою вигідно з економічної та екологічної точки зору, але в довгостроковому плані. При цьому підвищується ефективність процесу видобутку залізних руд за рахунок можливої утилізації пустих порід від проходки виробок, що призводить до істотного скорочення земельних угідь для їхнього складування.

Проте застосування таких технологій призводить до підвищення собівартості видобутку в короткочасному плані, причому економічні втрати на сьогодні можуть перевищити економічний ефект від довгострокового ефекту з погляду власників гірничовидобувних підприємств.

У цьому випадку, згідно з теорією управління ризиками, необхідно прийняти рішення про попередження або уникнення катастрофічної зони ризику за рахунок інших заходів, що дозволяють перевести ризики в допустиму зону.

Безсумнівно, існують деякі оптимальні значення економічних показників, що характеризують ефективність контролю геомеханічної ситуації в Криворізькому басейні, при яких можливість виникнення геомеханічних ризиків буде прагнути до мінімуму. Саме такі економічні показники можна вважати економічно ефективними й обґрунтованими.

Іншими словами, до механізму економічної оцінки геомеханічних ризиків, при моніторингу великих територій і розробці заходів по попередженню катастрофічних руйнувань денної поверхні, доцільно включити поняття прогнозованої імовірності одержання максимуму прибутку в довгостроковій перспективі діяльності залізрудних шахт за допустимої величини геомеханічних ризиків.

Аналіз наукових праць, присвячених методам економічної оцінки ризиків при видобутку залізних руд підземним способом з урахуванням імовірності виникнення геомеханічних порушень, дозволив систематизувати і класифікувати такі методи:

1. Метод експертних оцінок.

Полягає в аналізі експертних оцінок провідних фахівців щодо розміру сумарних економічних витрат на моніторинг і впровадження технологічних засобів, направлених на збереження денної поверхні з урахуванням імовірності виникнення ризиків.

Даний метод використовується, як правило, на попередніх стадіях оцінки, або у випадках, коли гірничі виробки мають слабо виражену економічну відповідальність і не пов'язані з безпосереднім ризиком для життя людей.

2. Метод порівняльних оцінок.

Використовується для економічної оцінки ефективності технологічних рішень в аналогічних економічних і гірничо-геологічних умовах.

Широке впровадження в практику економічної оцінки геомеханічних ризиків ймовірнісних методів економічної оцінки ризиків при моніторингу проблемних територій дозволяє одержати прогнозовані результати розміру економічного ефекту та можливих збитків в процесі розробки довгострокових технологічних заходів по їх попередженню.

Співставлення отриманих економічних показників з аналогічними проектними значеннями дозволить визначити економічну ефективність запропонованих рішень з урахуванням імовірності виникнення геомеханічних ризиків. Метод порівняльних оцінок може бути

рекомендований до практичного використання в тих випадках, коли немає ні часу, ні фінансових можливостей для проведення повноцінного техніко-економічного дослідження.

Однією з головних особливостей економічної оцінки геомеханічних ризиків і заходів по їх попередженню, або мінімізації, як виду діяльності, є прийняття рішень [1]. Широко відомою моделлю прийняття рішень за умов невизначеності є статистична модель прийняття рішень, породжена теоретико-ігровою концепцією [3 – 5].

Задачу прийняття управлінського рішення, засновану на максимізації показника прибутку Π за рахунок прийняття довгострокових технологічних заходів, представимо наступним чином.

Під ситуацією прийняття управлінського рішення будемо розуміти сукупність множин $\{\lambda, \beta, F\}$, де $\lambda = \{\lambda_1; \lambda_2; \lambda_3; \dots; \lambda_n\}$ множина стратегій економічної системи ЕС моніторингу проблемних територій, яка залежить від імовірності виникнення геомеханічних ризиків $\beta_{e.p.}$ і характеризує множину станів ЕС $\beta = \{\beta_1; \beta_2; \beta_3; \dots; \beta_m\}$, F - вектор оцінювання, який відповідає рішенню λ_i .

У випадку, коли є дискретним множина стратегій економічної системи моніторингу, прийняття управлінського рішення може бути здійснено за допомогою розрахунку функції ризику, яка оцінюється матрицею ризику

$$\Pi = \Pi \{f_{ij}; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\}: \lambda \dots$$

	β_1	β_2	β_3	β_j	β_m	β_n
λ_1	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{1j}	f_{1m}	f_{1n}
λ_2	f_{21}	f_{22}	f_{23}	f_{2j}	f_{2m}	f_{2n}
λ_3	f_{31}	f_{32}	f_{33}	f_{3j}	f_{3m}	f_{3n}
λ_n	f_{n1}	f_{n2}	f_{n3}	f_{nj}	f_{nm}	f_{nn}

Прийняття оптимального рішення при економічній оцінці геомеханічних ризиків може бути здійснено на базі одного з критеріїв оптимальності.

У ситуації прийняття рішень $\{\lambda, \beta, F\}$, коли оціночний функціонал заданий у вигляді матриці, на наш погляд найбільш доцільно використовувати критерій Байеса, який також називають критерієм середньозваженого прибутку, витрат тощо.

Для моніторингу проблемних територій та розробки запобіжних заходів задача прийняття управлінського рішення характеризується прийняттям оптимального рішення λ_{io} , для якого математичне очікування відповідного вектора оцінювання досягає найбільшого значення з урахуванням імовірності виникнення геомеханічних ризиків. Отже, оптимальне рішення λ_{io} для умов, коли $F = F^+$, пропонується визначати так

$$B^+(\lambda_{io}; \beta_{ep}) = \max_{\lambda_i \in \lambda} B^+(\lambda_i; \beta_{ep}), \quad (2)$$

$$\text{де } B^+(\lambda_i; \beta_{ep}) = \sum_{\xi \in I} \beta_{\xi} f_{i\xi}^+ = M(F_i^+).$$

Оптимальне рішення λ_{io} для умов, коли $F = F^-$, пропонується визначати так

$$B^-(\lambda_{io}; \beta_{ep}) = \max_{\lambda_i \in \lambda} B^-(\lambda_i; \beta_{ep}), \quad (3)$$

$$\text{де } B^-(\lambda_i; \beta_{ep}) = \sum_{\xi \in I} \beta_{\xi} f_{i\xi}^- = M(F_i^-).$$

Доцільність побудови системи оцінки економічних ризиків з урахуванням впливу геомеханічних порушень необхідно виконувати на основі статистичних числових характеристик ризику з урахуванням прогнозованого вагового коефіцієнту комплексної оцінки одержання максимального довгострокового прибутку для умов залізрудних шахт Кривбасу.

Висновки. Підсумовуючи виконані дослідження, необхідно відзначити, що питання визначення економічних ризиків від порушень денної поверхні в результаті підземного видобутку залізних руд та довгострокової оцінки економічних результатів залізрудного виробництва необхідно комплексно ув'язувати з ймовірнісними показниками можливих геомеханічних ризиків. При цьому необхідно послідовно здійснювати аналіз існуючих ризиків, їх оцінку з метою встановлення зон ризику і визначення їх кількісних характеристик. Лише на

основі перерахованих реалізованих заходів і етапів може прийматись рішення про розробку тих чи інших довгострокових технологічних версій управління ризиками.

Список літератури

1. **Афанасьєв Є.В.** Економіко-математичне моделювання ризику великих промислових підприємств з монопродуктивним виробництвом: [монографія] / **Є.В. Афанасьєв.** – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – 234 с.
2. **Калініченко О.В.** Визначення сутності поняття комплексної системи економічної оцінки геомеханічних ризиків / **О.В. Калініченко** // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2010. – №3. – С. 100-102.
3. **Вігліньський В.В.** Ризик у менеджменті / **В.В. Вігліньський, С.І. Наконечний.** – К.: ТОВ „Борисфен – М”, 1996. – 336 с.
4. **Кремер Н.Ш.** Исследование операций в экономике: [учебное пособие для вузов] / **Кремер Н.Ш., Путько Б.А., Тришин И.М., Фридман М.Н.** (под ред. проф. Н.Ш.Кремера). – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ. – 1997, 407 с.
5. **Трухаев Р.И.** Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1981. – 151 с.

Рукопис подано до редакції 12.04.12

УДК 622.341.1:620.9

С.В. МАКСИМОВ, канд. економ. наук, доц.,
О.А. ТЕМЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., Г.В. ТЕМЧЕНКО, асистент
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ В ПРОЦЕСІ ВИДОБУТКУ І ПЕРЕРОБКИ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ

Досліджено передумови впровадження енергозберігаючих заходів на основних операціях технологічного процесу видобутку та переробки залізної руди на гірничо-збагачувальних підприємствах, що дозволить зменшити матеріально- та енергомісткість кінцевої продукції та підвищити її конкурентні переваги у відповідності до сучасних вимог ринку залізорудної сировини.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Особливістю сучасного розвитку світової економіки є зростання обсягів виробничо-господарської діяльності, а відтак - збільшення частки споживання ресурсів, перш за все енергетичних. Як відомо, Україна належить до енерговитратних держав, тому за рахунок власних джерел вона задовольняє свої потреби у енергетичних ресурсах менш ніж на 50 %. Водночас гірничодобувна галузь промисловості характеризується надмірними витратами цих ресурсів на одиницю валового внутрішнього продукту. В умовах різкого коливання цін на мінеральні ресурси, особливо в кризовий (наприкінці 2008 р.) та післякризовий період господарювання, значного рівня інфляції на фоні суттєвого підвищення банківських ставок (відсотків) за кредит, недостатності кредитних коштів навіть у потужних гірничорудних підприємств для розширеного відтворення практично спрацьованих основних засобів, продовження застосування застарілих енерговитратних технологій призводить до нерентабельного освоєння значної частини балансових запасів залізорудних родовищ корисних копалин.

Основний обсяг залізної руди, що видобувається відкритим способом розробки родовищ корисних копалин в Україні, Росії та країнах СНД - це залізисті кварцити, які вимагають глибокої переробки перед відправленням на гірничо-металургійні заводи (дроблення, подрібнювання, класифікація, магнітна сепарація, зневоднювання залізорудного концентрату, окускування концентрату, випал обкотишів або виробництво агломерату. При цьому середня питома витрата електроенергії (як найбільш вагомої складової витрат виробництва) на залізорудних гірничо-збагачувальних підприємствах Росії становить 44-45 кВт·год на 1 т видобутої й переробленої руди та 125-126 кВт·год на 1 т отриманого концентрату. На комбінатах, де кінцевим продуктом є залізорудні обкотиші, енергоємність видобутку й переробки 1 т залізної руди становить 61-62 кВт·год, а на підприємствах, де товарним продуктом є залізорудний концентрат - 38-45 кВт·год. Послідовне руйнування скельної руди відбувається головним чином у ході трьох процесів: буріння - підривання, дроблення й подрібнювання. Так, на залізорудних комбінатах Росії, близько 70% загальнопромислових енерговитрат розподіляються по вказаним трьом процесам у наступній пропорції: 3; 7; 60 %. У собівартості залізорудного концентрату процеси руйнування руди